

ČASOPIS
STUDIA OECOLOGICA
Ročník VI
Číslo 1/2012

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. Peter Andráš, CSc., Univerzita Mateja Bela, Slovensko
RNDr. František Eichler, Ph.D., Liberec
Mgr. Ladislava Filipová, Ph.D., Ústí nad Labem
doc. RNDr. Jaromír Hajer, CSc., PřF UJEP, Ústí nad Labem
prom. biolog Jiří Heteša, CSc., Agronomická fakulta Mendelovy univerzity, Brno
Ing. Jana Hubáčková, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha
Ing. Radoslav Kandrik, Ph.D., TU Zvolen, Slovensko
RNDr. Ján Kliment, CSc., Botanická zahrada Univerzity Komenského v Blatnici, Slovensko
Ing. Jan Leníček, Zdravotní ústav, Ústí nad Labem
Ing. David Milde, Ph.D., PřF UPOL, Olomouc
Mgr. Antonín Roušar, Chomutov
doc. Ing. Josef Seják, CSc., FŽP UJEP, Ústí nad Labem
RNDr. Lucia Šolcová, Ph.D., Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Slovensko
Ing. Stanislav Štýs, DrSc., Most

Foto obálky

doc. Ing. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.

Vydává: FŽP UJEP v Ústí nad Labem
Tisk: Ofsetový tisk Miroslav Jedlička

Toto číslo bylo dáno do tisku v červenci 2012
ISSN 1802-212X
MK ČR E 17061

VYBRANÉ EKOSYSTÉMOVÉ FUNKCE A SLUŽBY NA VÝSYPKÁCH PO TĚŽBĚ LUPKU NA Kladensku

SELECTED ECOSYSTEM FUNCTIONS AND SERVICES ON THE SPOIL HEAPS AFTER SHALE MINING IN THE Kladno AREA

Ondřej CUDLÍN, Emílie PECHAROVÁ, Alena ADLTOVÁ,

Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra aplikované ekologie, Kamýcká
129, Praha 6 - Suchbátka, 165 21.

Abstrakt

Byl zhodnocen stav a efektivnost odlišných typů rekultivací z hlediska plnění vybraných ekosystémových služeb (poskytování prostředí pro organizmy – “habitat provision“, klimatická služba, podpora malého vodního cyklu) na výsypce Babín a odvalu Jermanovo pole, vzniklých po těžbě lupku. Pomocí fytoecologických snímků byly studované výzkumné plochy přiřazeny k jednotlivým typům biotopů a následně do funkčních skupin biotopů. Výsledky byly porovnány s potenciálními klimaxovými vegetačními stádii na referenčních plochách Křivoklátska, které se nacházely do 5 km jižně od hodnocené výsypky a odvalu po těžbě lupku. Nízká míra poskytování služeb byla zjištěna u raných stádií sukcese a lesnické rekultivace na výsypce Babín. Naopak, lesní porosty na odvalu Jermanovo pole vykazovaly relativně vysokou míru poskytování ekosystémových služeb, podpořenou především výskytem polopřirozených lesních porostů, navazujících na lomový prostor. Nejvyšší míra poskytování všech tří testovaných ekosystémových služeb byla podle předpokladu zjištěna na referenční ploše Amálie, v biotopu hercynské dubohabřiny na Křivoklátsku.

Abstract

Status and effectiveness of different types of reclamation were assessed from the point of view of ecosystem services provision (habitat provision, climate regulation, support of small water cycle) in the spoil heap Babín and Jermanovo Pole, created after shale mining. Using phytosociological relevés the studied research plots were assigned to individual biotope types and consequently to functional biotope groups. The results were compared with potential climax vegetation sites in the Křivoklátsko area, which is located 5 km southward of the mining area. Low service provision was found in early stages of succession and forest reclamation on the spoil heap Babín. Forest stands in the spoil heap Jermanovo Pole showed a relatively high rate of ecosystem service provision, given by the higher forest vegetation diversity, occurred near the spoil heap. The highest levels of provision of all three ecosystem services were found in the forest habitat at the locality Amalie in the Křivoklátsko area.

Klíčová slova: *rekultivace, vegetace, ekosystémové funkce a služby*

Key words: *reclamation, vegetation, ecosystem functions and services*

Úvod

Těžbou nerostných surovin (hlubinnou, ale zejména povrchovou) ztrácí krajina kontinuitu relativně plynulého vývoje. Dochází k likvidaci ekosystémů, snížení biodiverzity, nevratným změnám reliéfu a k dočasnému úbytku zemědělské a lesní půdy (Pecharová a Hejný, 1998; Sklenička, 2003; Vráblíková, 2008; Trpáková a kol., 2009; Pecharová a kol., 2011).

V této studii se věnujeme problematice krajiny po těžbě vysoce žáruvzdorných jílovců - lupků. Lupek vznikl ze sopečného popela a zvětralých vyvřelin, které byly zaplavením vodou zaneseny pískem, a tím došlo k jejich zpevnění v horninu (Perglerová, 2008). Chemické složení lupku je směs oxidů

hliníku, křemíku a titanu (Krejčí, 1972). Provoz závodu pro těžbu a úpravu lupků „České lupkové a uhelné závody Nové Strašecí“ (ČLUZ) byl zahájen v roce 1958, ložisko permokarbonského lupku se těžilo hlubinně, později povrchově. V 60. a 70. letech 20. století byly vytvořeny dvě vnitřní výsypky, odval Jermanovo pole a výsypka Babín (Perglerová, 2008).

Bez ohledu na cíl a způsob rekultivace by výsledná krajina po ukončení revitalizace měla mít ekologickou a hydrologickou vyrovnanost, pozitivní estetickou hodnotu a možnost ekonomického využití (Jonáš, 1995a; Sklenička, 2003). Úspěšnost rekultivace je často závislá na tvaru založených výsypky a odvalů a na půdotvorných substrátech, navrstvených na jejich povrchu (Štýs, 1990; Pecharová a kol., 2011). Kromě v minulosti používaných metod rekultivace (Štýs, 1990) je možné využít i spontánní nebo řízenou sukcesí. Na základě našich výsledků se domníváme, že spontánní nebo řízená sukcese vytváří stanoviště s odlišným složením rostlinných společenstev, než které poskytují zemědělské a lesnické rekultivace. Podle Hodačové a Pracha, 2003; Pracha a Hobbse, 2008 a Pracha a kol., 2011, tato prostředí většinou slouží jako útočiště pro výskyt planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů a přispívají ke zvýšení biodiverzity při obnově narušeného území.

Lidská společnost a její ekonomika existenčně závisí na ekosystémech a na jejich životodárných funkcích a službách (MEA, 2005). Ekosystémové funkce, jako součást přirozených procesů, je možné charakterizovat jako schopnost ekosystémů poskytovat ekosystémové služby pro lidstvo (Chapin a kol., 2002; De Groot a Niemeijer, 2008;). Mezi hlavní ekosystémové služby patří služby podpůrné, zásobovací, regulační a kulturní (MEA, 2005). Trhem procházejí a jsou hodnoceny pouze zásobovací služby. Stále více je na základě vědeckých poznatků zřejmé, že lidstvo závisí primárně na podpůrných a regulačních službách, které jsou někdy nazývány životodárnými službami (Seják a kol., 2010). Podle Brussaarda (2006) je druhová diverzita rostlin často pokládána za nositele ekosystémových funkcí. Trenbath (1974) a Harper (1977) se domnívají, že se zvyšující se biodiverzitou se zvyšuje i produktivita ekosystému. Tato tvrzení potvrzují ve svých pokusech s polními plodinami Vitousek a Hooper (1993). Peněžní hodnota služeb ekosystémů je nekonečná a nelze ji tedy peněžně ocenit konečnou částkou. Je však možné oceňovat její nositele – biotopy, například na základě expertních přístupů a nákladových metod (Seják a kol., 2003).

Cílem práce bylo porovnat rozdíly v plnění ekosystémových funkcí a poskytování ekosystémových služeb mezi mladými rekultivovanými a nereakultivovanými plochami na výsypce Babín a porovnat starší rekultivovanou plochu na odvalu Jermanovo pole s obdobně starými přírodě blízkými porosty potenciálních klimaxových vegetačních stádií, které se vyskytovaly v zájmovém území před těžbou.

Metody

Charakteristika rekultivovaného území po těžbě lupku

Sledované plochy patří do geografického celku Džbán, který náleží do Poberounské soustavy Českého masivu a výrazně přechází v Křivoklátský bioregion. Obě rekultivované plochy (výsypka Babín a odval Jermanovo pole) se nachází přibližně 2 km JV od města Nové Strašecí (obr. 1). Pro obě stanoviště jsou přirozenými vegetačními společenstvy acidofilní doubravy (Chytrý a kol., 2010).

Výsypka Babín vznikla ukládáním hlušiny po těžbě lupku v 60. – 70. letech 20. století. Horní plato výsypky je upraveno do roviny, koruna výsypky (7,5 ha) byla vytvořena deponiemi skrývkových zemin, opuky a pilin. Svahy byly terasovány (23 ha) a převrstveny různě silnou vrstvou ornice, mezi terasami jsou svahy bez orníčního překryvu (Peták, 1983). Výsypka převyšuje okolní terén o 25 m. Provedené zemědělské a lesnické rekultivace nebyly příliš úspěšné (Adltová, 2009). Bez provedení asanačních opatření (úprava sklonitosti, výsadba melioračních rostlin) je většina svahů výsypky (23 ha) prakticky nereakultivovatelná, iniciální stadia vegetace silně omezuje intenzivní eroze. (Linhart, 1995).

Lomová pole o celkové výměře 17,3 ha vznikla na odvalu Jermanovo pole v 60. letech 20. století. Při rekultivaci došlo k převýšení původní výšky terénu o 20 m. Devastovaná plocha byla zavezena hlušinou a převrstvena orníci. Pokusy o lesnickou rekultivaci nebyly ze začátku úspěšné, a proto byla v roce 1964 plocha před opětovnou lesnickou rekultivací ještě jednou převrstvena orníci.

Charakteristika referenčního území Křivoklátska

Referenční plochy spadají do Křivoklátského bioregionu. Křivoklátsko bylo pro své vysoké přírodní hodnoty vyhlášeno 1977 organizací UNESCO biosférickou rezervací a následně, v roce 1978 bylo Ministerstvem kultury ČR vyhlášeno chráněnou krajinnou oblastí. Obě vybrané referenční plochy, Lánská obora (3000 ha) a bažantnice Amálie (500 ha), se nacházejí ve 3 zóně CHKO Křivoklátsko (obr. 1). Nejrozšířenějším biotopem jsou květnaté bučiny spolu s hercynskými dubohabřinami (Chytřý a kol., 2010).



Obr. 1. Rozmístění jednotlivých ploch (zdroj:www.mapy.cz)

Legenda: 1- 3 Babín, 4 - Jermanovo pole, 5 - 6 Lánská obora, 7 - Amálie

Charakteristika studovaných ploch

1. Plocha Babín, biotop XK4 - Pionýrská dřevinná vegetace nerekulťovaných antropogenních půd. Tento biotop se nachází na stanovišti velmi chudém na živiny, což není na této výsypce ojedinělé. V bylinném patře dominují druhy *Cirsium arvense*, *Elytriga repens*, *Melilotus albus*, v keřovém patře převažuje *Sambucus nigra* a *Rosa canina*. Stáří porostu je 10 – 12 let.
2. Plocha Babín, biotop X6.4 - Monokultury alochtonních druhů dřevin (např. akátiny). V biotopu se vyskytuje pouze stromové patro s převahou vysazené borovice černé *Pinus nigra* (lesnická rekulťovice), stáří porostu je 10 – 12 let.
3. Plocha Babín, biotop X4.5 - Bylinné a křovinné porosty na opuštěných degradovaných haldách. Tento biotop je na testovaných plochách značně rozšířený. Na ploše Babín 3 v bylinném porostu dominuje *Rubus caesius*, keřové patro tvoří *Rosa canina* a *Sambucus nigra*, stáří porostu je 10 – 12 let.
4. Plocha Jermanovo pole, biotop L7.1 - Suché acidofilní doubravy. I přesto, že se jedná o přírodní biotop, ve kterém jsou zastoupena všechna vegetační patra, je tento biotop druhově chudý. Ve stromovém a keřovém patře převažuje dub letní (*Quercus robur*), v bylinném patře dominují druhy *Urtica dioica*, *Luzula sylvatica* a *Lamium album*. Stáří porostu je 80 let.
5. Plocha Lánská obora, biotop L5.1 - Květnaté bučiny. Ve stromovém a keřovém patře převažuje buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokora (*Abies alba*) a smrk ztepilý (*Picea abies*), v bylinném patře dominují druhy *Mercurialis perennis*, *Luzula sylvatica* a *Avenella flexuosa*. Porost je starý 80 – 90 let.
6. Plocha Lánská obora, biotop L7.1 - Suché acidofilní doubravy. Ve stromovém a keřovém patře převažuje dub letní (*Quercus robur*) a bříza bílá (*Betula pendula*), v bylinném patře

se vyskytují druhy *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*, *Poa nemoralis*. Stáří porostu je 80 – 90 let.

7. Plocha Amálie L3.1 - Hercynské dubohabřiny. Ve stromovém a keřovém patře převažuje *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata* a *Corylus avellana*, v bylinném patře se vyskytuje *Fragaria vesca*, *Dactylis polygama* a *Viola reichenbachiana*. Porost je starý 80 – 90 let.

Hodnocení rekultivovaných a nerektivovaných ploch a přírodě blízkých porostů

Na základě stanovení rostlinné diverzity, služby poskytování prostředí pro organizmy a doplněním hodnot služeb klimatizační a podpory malého vodního cyklu podle metodiky Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů ČR, Seják (2010), byla porovnána jedna rekultivovaná plocha (10 – 12 let) se dvěma nerektivovanými plochami (10 – 12 let) na výsypce Babín. Na výsypce Jermanovo pole bylo možné vybrat pouze jednu starší plochu (cca 80 let), na které byla provedena lesnická rekultivace. Vzhledem k jejímu stáří a poloze na hranici CHKO Křivoklátsko, ji bylo možné porovnat s obdobně starými třemi plochami v CHKO Křivoklátsko.

Metodika výpočtu Hillova indexu diverzity a ekosystémové funkce „poskytování prostředí pro organizmy“

Na sedmi testovaných plochách 50x50m bylo v průběhu vegetační sezóny v roce 2009 provedeno vegetační mapování podpořené fytoocenologickým hodnocením. Byla zjišťována celková pokryvnost pater bylinného, keřového a stromového patra. Pokryvnosti jednotlivých druhů ve vegetačních patrech byly odhadnuty v procentech (Moravec a kol., 1994). Pro každou plochu byl následně stanoven Hillův index diverzity (Hill, 1973).

Hodnocení ekosystémové funkce poskytování prostředí pro organizmy bylo stanoveno na základě oceňování biotopů v České republice (Biotope Valuation Method – BVM). Ke každému biotopu byla přiřazena odpovídající bodová hodnota na základě následujícího vzorce (Seják a kol., 2003).

$$[(1 + 2 + 3 + 4) * (5 + 6 + 7 + 8) / 576] * 100 = \text{počet bodů (3–100)}$$

Legenda ke vzorci:

- 1 Zralost biotopu (body podle vývojového stáří formace a druhů)
- 2 Přirozenost typu biotopu (6 bodů zcela přirozený, 1 bod zcela antropogenní)
- 3 Diverzita struktur typu biotopu (6 bodů za všechna vegetační patra)
- 4 Diverzita druhů typu biotopu (body dle počtu všech přirozeně se vyskytujících druhů)
- 5 Vzácnost typu biotopu (body dle geografické a klimatologické ojedinělosti, četnosti a rozlohy)
- 6 Vzácnost druhů typu biotopu (body dle počtu vzácných a ohrožených druhů)
- 7 Citlivost = zranitelnost typu biotopu (body dle míry zranitelnosti změnou stanovištních podmínek)
- 8 Ohrožení typu biotopu (body dle závislosti na změně lidských aktivit)

Postup výpočtu míry poskytování ekosystémových služeb

Bodové hodnoty ekosystémové funkce poskytování prostředí pro organizmy jsou stanoveny pro průměrný biotop v rámci ČR; pro zpřesnění jsme použili individuální hodnocení biotopů podle metody BVM (Biotope Valuation Method) (Seják a kol., 2003), které zohledňuje: ontogenetickou zralost, přirozenost, nasycenost struktur, nasycenost druhů, nasycenost ohrožených a chráněných druhů a integritu biotopu vzhledem k okolní krajině. Metodu BVM je možné využít pro posouzení efektivity rekultivací z hlediska návratu biodiverzity do narušené krajiny. Výhodou této metody, oproti porovnání hodnoty biodiverzity, je finančně vyjádřená újma.

Upravenou bodovou hodnotu jsme vynásobili cenou za jeden bod (14,50 Kč), násobených plochou. Peněžní hodnota jednoho bodu byla odvozena z průměrných nákladů 130 vyhodnocených revitalizačních akcí v ČR na zlepšení 1 m² biotopu o jeden bod.

Hodnoty dalších dvou služeb (klimatizační a podpora malého vodního cyklu) byly převzaty z hodnocení těchto služeb pro 22 funkčních skupin biotopů podle metodiky Sejáka a kol. (2010). U výpočtu klimatizační služby autoři vycházeli z hodnot roční evapotranspirace jednotlivých skupin typů biotopů; tato hodnota byla nejprve vynásobena energií, která je potřebná k evapotranspiraci (1,4 kWh) a pak průměrnou cenou za vyrobenou 1 kWh (2,00 Kč). Podpora malého vodního cyklu byla vypočítána na základě velikosti transpirace vegetace pro každý typ ekosystému na jeden metr čtvereční za jeden rok, vynásobené cenou na výrobu 1 l destilované vody (2,85 Kč).

Plnění služby poskytování prostředí pro organizmy jsme vyjádřily v korunách na jeden metr čtvereční. Tato hodnota představuje celkovou hodnotu, kterou plní biotop po dobu celé své existence (kapitálová hodnota). U služeb klimatizační a podpory malého vodního cyklu bylo jejich plnění vyjádřeno v korunách na jeden metr čtvereční za rok, z důvodu každoroční obnovy poskytování těchto služeb.

Výsledky

Na ploše Babín byly fytoocenologické snímky provedeny pouze na ploše Babín 1 s výskytem biotopu XK4. Hillův index (6,2) zde dosahoval nejnižší hodnoty ze všech ploch. Nejvyšší hodnota diverzity, vyjádřena Hillovým indexem (9,7), byla zjištěna pro biotop L 3.1 – hercynské dubohabřiny na ploše Amálie. Tento biotop také poskytoval v nejvyšší míře všechny tři ekosystémové služby (poskytování prostředí pro organizmy, klimatizační službu a podporu malého vodního cyklu). Nejnižší hodnoty byly opět zjištěny na uměle vytvořeném stanovišti na výsypce Babín a na odvalu Jermanovo pole (Tab. 1.). Se zvyšující se biodiverzitou rostlinných druhů se zvyšovala i míra poskytování tří sledovaných ekosystémových služeb.

Na výsypce Babín poskytovaly plochy ponechané přirozené sukcesi (Babín 1 a 3) o něco vyšší službu poskytování prostředí pro organizmy než na ploše Babín 2, ale hodnoty služby klimatizační a podpora malého vodního cyklu byly pro všechny tři plochy na výsypce Babín stejné (Tab. 1). Lesnický rekultivovaná plocha Jermanovo pole poskytovala o něco nižší hodnotu služby poskytování prostředí pro organizmy, ale ostatní dvě služby dosahovaly stejných hodnot jako přírodě blízké porosty na třech plochách v CHKO Křivoklátsko.

Na plochách vzniklých po těžbě lupku převažovaly bylinné druhy s významným zastoupením synantropních a ruderálních druhů. Naopak na referenčních plochách na Křivoklátsku se vyskytovaly druhy typické pro přírodě blízké lesní porosty. Se stářím porostů se zvyšovala i míra poskytování všech tří ekosystémových služeb (Tab. 1).

Tab. 1. Hillův index diverzity a poskytování ekosystémových služeb na všech plochách

Plocha	Hillův index (plocha 0,25 ha)	Poskytování prostředí pro organizmy (Kč.m ⁻²)*	Klimatizační (Kč.m ⁻² .rok ⁻¹)	Malý vodní cyklus (Kč.m ⁻² .rok ⁻¹)
Babín 1 XK4	6,2	207	952	727
Babín 2 X6.4	-	145	952	727
Babín 3 X4.5	-	160	952	727
Jermanovo pole L7.1	7,8	511	1960	1710
Lánská obora L5.1	8,8	615	1960	1710
Lánská obora L7.1	9,1	552	1960	1710
Amélie L3.1	9,7	629	1960	1710

* U služby poskytování prostředí pro organizmy je uvedena kapitálová hodnota.

Diskuse

Z terénního průzkumu vyplývá, že diverzita rostlinných společenstev na odvalu Jermanovo pole je na rozdíl od výsypky Babín relativně vysoká. Hlavním důvodem vyšší diverzity na odvalu Jermanovo pole by mohla být přítomnost přírodě blízkých lesních společenstev a vhodnější úprava terénu; roli tu hraje i vyšší stáří výsypky. Na výsypce Babín navazují vysazené monokultury borovice černé (*Pinus sylvestris*) (Kratinová, 1996). Mezi další faktory, které mohou způsobovat nízkou biodiverzitu této plochy, patří chudý půdní substrát, sklon svahů a nevhodný druh rekultivačních výsadeb (*Pinus*

nigra) (Jonáš, 1995b). Náhorní plošina této výsypky je v důsledku neúspěšné zemědělské rekultivace porostlá především synantropními druhy *Cirsium arvensis*, *Artemisia vulgaris*, *Elytriga repens* a *Melilotus albus* (Kratinová, 1996). Jsme si vědomi, že není zcela metodicky vhodné porovnávat rekultivované a nerekulitované plochy na jedné výsypce a u druhé výsypky porovnat rekultivovanou plochu s plochami zcela mimo výsypku. Bohužel na výsypce Jermanovo pole se nám nepodařilo vybrat obdobně starou plochu ponechanou spontánní sukcesi. I přesto se domníváme, že porovnání rekultivovaných a přírodě blízkých ploch z hlediska poskytování vybraných služeb ekosystémů pro naši studii mělo význam.

Pokud by byly plochy Babín 2, a Jermanovo pole ponechány přirozené sukcesi, je pravděpodobné, že by se vyvíjely jako některé nerekulitované haldy po hlubinné těžbě uhlí na Kladensku. Výzkumná plocha Babín 2 by při ponechání přirozené sukcesi měla pravděpodobně vyšší biodiverzitu a také hodnotu služby poskytování prostředí pro organizmy, alespoň jako plochy Babín 1 a 3. Pravděpodobně by zde převažovaly pionýrské březové porosty, místy s výskytem nepůvodních akátin, přimíšenými druhy by byly *Populus tremula* a *Salix caprea* (Pyšek a Pyšek, 1989; Koutecká a Koutecký, 2006; Dvořáková, 2008). Také Vítková (2000) zaznamenala podobný vývoj sukcese na výsypkách po těžbě lupku u Nového Strašecí. Vítková (2000) popisuje, že často vznikají porosty s dominancí *Arrhenatherum elatius* a *Calamagrostis epigejos*, která vytváří porosty až s 90% pokryvností a blokuje další sukcesi. Další vývoj většinou postupně vede k lesíkům s dominancí dřevin *Betula pendula*, *Populus tremula* a *Salix caprea*, přičemž nejstarší studované porosty na výsypkách ČLUZ dosahují věku 30 let. I podle dalších studií má většina lokalit po těžbě nerostů v České Republice potenciál pro obnovu spontánní nebo řízenou sukcesi (Prach a Pyšek, 1998; Řehounek a kol., 2010, Prach a kol., 2011).

Oproti plochám na výsypce, jsou plochy v Lánské oboře a na Amálii stále ještě přírodní biotopy, vyskytující se v relativně stabilní kulturní krajině.

Výhodou metody oceňování biotopů BVM je praktická využitelnost a kombinace ekologické kvality se zjištěnými náklady na skutečně vykonanou revitalizaci a kompenzační opatření (Mezříčský, 2005). Ekonomické oceňování by mohlo pomoci přispět k zavedení kompenzací vlastníkům za sníženou možnost ekonomického využívání přírodních biotopů (např. ve vyhlášených evropsky významných lokalitách) a k posouzení ekologické újmy, vzniklé důlní činností a následnou rekultivací, která nevytvořila náhradní biotop o stejné hodnotě jako biotop původní. Tento přístup je možno aplikovat i při posuzování alternativního využití ekosystémů (EEB, 2008). V případě našeho výzkumu byly lesnickou rekultivací vytvořeny takové biotopy, které plnily služby klimatizační a podporu malého vodního cyklu stejně jako plochy ponechané spontánní sukcesi nebo přírodě blízké lesní porosty. Tento výsledek byl zjištěn na základě dat z metodiky Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky (Seják a kol., 2010). V případě přímého měření těchto dvou funkcí na sledovaných plochách je možné, že by se hodnoty od sebe do určité míry odlišovaly. Pouze služba poskytování prostředí pro organizmy, zjištěna individuálně pro každou plochu, byla o něco nižší na lesnicko rekultivovaných plochách oproti plochám nerekulitovaným, z důvodu nižší diverzity rostlinných druhů.

Závěr

Plochy ponechané přirozené sukcesi (Babín 1 a 3) a plochy s výskytem přírodě blízkého lesního porostu v CHKO Křivoklátsko poskytovaly o něco vyšší službu poskytování prostředí pro organizmy než lesnicko rekultivované plochy Babín 2 a Jermanovo pole. Tento stav byl způsoben o něco vyšší diverzitou rostlinných společenstev na nerekulitovaných plochách oproti plochám rekultivovaným. Při porovnání hodnot služby klimatizační a podpory malého vodního cyklu byly zjištěny stejné hodnoty pro plnění obou služeb pro nerekulitované, přírodě blízké porosty i rekultivované plochy. Z těchto výsledků je patrné, že vliv lesnické rekultivace měl vliv především na diverzitu rostlinných druhů, ale na poskytování klimatizační služby a služby malého vodního cyklu byl vliv o něco nižší diverzity rostlinných druhů zanedbatelný.

Nejvyšší hodnoty poskytování všech hodnocených služeb byly zjištěny na ploše Amálie na Křivoklátsku, reprezentované biotopem hercynské dubohabřiny. Nejnižší plnění služeb bylo stanoveno na výsypce Babín, kde převažovaly synantropní a ruderalní společenstva a degradované lesní porosty. Na této ploše byla zjištěna i nejvyšší ekologická újma pro službu poskytování prostředí pro orga-

nizmy (rozdíl mezi hodnotou před zásahem a po zásahu). Hlavními důvody byla přítomnost chudých neúživných půdních substrátů a nevhodná úprava svahů. Na výsypce Babín byl navíc zvolen i nevhodný způsob rekultivací, který má za následek výskyt ruderalních společenstev a degradovaných lesních společenstev. Naopak na odvalu Jermanovo pole byla hodnota služby poskytování prostředí pro organizmy oproti všem plochám na výsypce Babín vyšší. Vyšší hodnota této služby byla způsobena výskytem přírodního biotop L7.1, jehož výskyt nepochybně souvisí s existencí okolního lesního porostu s přírodě blízkou vegetací.

Z našich předběžných výsledků vyplývá, že zvýšení diverzity rostlinných druhů, například ponecháním některých ploch spontánní sukcesi na výsypce Babín, přispělo ke zvýšení služby poskytování prostředí pro organizmy, ale nemělo vliv na poskytování služby klimatizační a podpory malého vodního cyklu.

Poděkování

Práce byla podpořena projektem NPV2 - 2B08006 „Nové přístupy umožňující výzkum efektivních postupů pro rekultivaci a asanaci devastovaných oblastí“ a NAZV - QH-82106 „Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu krajiny po povrchové těžbě hnědého uhlí“.

Seznam literatury

- ADLTOVÁ, A. (2009) *Vegetace rekultivované části výsypky Babín s ohledem na výskyt plevelů*. Bakalářská práce, ČZU v Praze.
- EEB (2008) *Ekonomie ekosystémů a biodiverzity*. Evropská společenství, Lucemburk.
- BRUSSAARD, L., RUITER, P.C., BROWN G.G. (2006) Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* Vol. 121, pp. 233–244.
- De GROOT, R.S., NIEMEIJER, D. (2008) A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological Indicators* Vol. 8, pp. 393–408 .
- DVOŘÁKOVÁ, H. (2008) *Sukcese vegetace na Kladenských haldách*. Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta, JCU v Českých Budějovicích.
- HARPER, J.L. (1977) *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York.
- HILL, M. O. (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* Vol. 54, pp. 427–432.
- HODAČOVÁ, D., PRACH, K. (2003) Spoil heaps from brown coal mining: Technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* Vol. 11, pp. 385–391.
- CHAPIN, F. S., ZAVALA, E. S., EVINER, V. T., NAYLOR, R. L., VITOUSEK, P. M., REYNOLDS, H. L., HOOPER, D. U., LAVOREL, S., SALA, O. E., HOBBIIE, S. E., MACK, M. C., DÍAZ, S. (2002) Consequences of changing biodiversity. *Nature* Vol. 405, pp. 234–241.
- CHYTRÝ M., KUČERA, T., KOČÍ, M. (2010) *Katalog biotopů České republiky*. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- JONÁŠ, F. (1995a) *Výhodnocení rekultivací v zájmovém území ČLUZ*. ČZU v Praze.
- JONÁŠ, F. (1995b) *Modelové řešení rekultivace výsypky Babín*. ČZU v Praze.
- KOUTECKÁ, V., KOUTECKÝ, T. (2006) *Sukcese na antropogenních stanovištích hornické krajiny Ostravsko-Karvinského revíru*. Zprávy České Botanické Společnosti, Vol. 41, pp. 117–124.
- KRATINOVÁ, M. (1996) *Geobotanické poměry a zhodnocení rekultivací výsypek ČLUZ*, Nové Strašecí. UK Praha.
- KREJČÍ, F. (1972) *200 let uhelné těžby na Rakovnicku*. ČLUZ n.p.
- LINHART, J. (1995) *Floristické a vegetační poměry deponií nadložních hornin a zemin Českých lupkových a uhelných závodů a.s., Nové Strašecí*. ČZU v Praze.
- MEA (2005) *Ekosystémy a lidský blahobyť: Syntéza*. COŽP UK Praha.

- MEZŘICKÝ, V. (2005) *Environmentální politika a udržitelný rozvoj*. Portál.
- MORAVEC, J. a kol. (1994) *Fytocenologie*, Academia, Praha.
- PECHAROVÁ, E., SVOBODA, I., VRBOVÁ, M. (2011) *Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami*. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.
- PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S. (1998) *Zhodnocení vybraných partií Velké podkrušnohorské výsypky z hlediska přirozených výskytů bylinných společenstev*. Průběžná zpráva, ENVI, o.p.s. Třeboň.
- PRACH, K., HOBBS, R.J. 2008. Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology* 16: 363–366.
- PRACH, K., PYŠEK, P. (1998) *Dřeviny v sukcesi na antropogenních stanovištích*. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha, Vol. 33, pp. 59–66.
- PRACH, K., ŘEHOUNKOVÁ, K., ŘEHOUNEK, J., KONVALINKOVÁ, P., 2011. Ecological Restoration of Central European Mining Sites: A Summary of a Multi-site Analysis. *Landscape Research*, Vol. 36, pp. 263–268.
- PERGLEROVÁ, E. (2008) *50 let existence ČLUZ*. Nové Strašecí, ČLUZ, 57 p.
- PETÁK, I. (1983) *Generel rekultivace*. Agroprojekt, Praha.
- PYŠEK A., PYŠEK P. (1989) Vegetation der Abbaudeponien in Böhmen: Veränderungen der Artenzusammensetzung im Verlauf der Vegetationsentwicklung. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* (Essen 1988), pp. 37–41.
- ŘEHOUNEK, J., ŘEHOUNKOVÁ, K., PRACH, K. (eds.) 2010 *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice, 172 p.
- SEJÁK, J., DEJMAL, I., PETŘÍČEK, V., CUDLÍN, P., MÍCHAL, I., ČERNÝ, K., KUČERA, T., VYSKOT, I., STREJČEK, J., CUDLÍNOVÁ, E., CABRNOCH, J., ŠINDLAR, M., PROKOPOVÁ, M., KOVÁŘ, J., KUPKA, M., SČASNÝ, M., ŠAFAŘÍK, M., ROUŠAROVÁ, Š., STEJSKAL, V., ZAPLETAL, J. (2003) *Hodnocení a oceňování biotopů České republiky*. Český ekologický ústav.
- SEJÁK, J., CUDLÍN, P., POKORNÝ, J., ZAPLETAL, M., PETŘÍČEK, V., GUTH, J., CHUMAN, T., ROMPORTL, D., SKOŘEPOVÁ, I., VACEK, V., VYSKOT, I., ČERNÝ, K., HESSLEROVÁ, P., BUREŠOVÁ, R., PROKOPOVÁ, M., PLCH, R., ENGSTOVÁ, B., STARÁ, L. (2010) *Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky*, FŽP UJEP.
- SKLENIČKA, P. (2003) *Základy krajinného plánování*. Praha.
- ŠTÝS, S. (1990) *Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů*. Praha, STNL.
- TRENBATH, B.R. (1974) Biomass productivity of mixtures. *Advances in Agronomy* Vol. 26, pp. 177–210.
- TRPÁKOVÁ, I., TRPÁK, P., SKLENIČKA, P., SKALOŠ, J., ENGSTOVÁ, B. (2009) *Historická krajina Sokolovska v zrcadle map stabilního katastru – rekonstrukce historického využívání krajiny*. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.
- VÍTKOVÁ, M (2000) *Geobotanické poměry výsypek ČLUZ Nové Strašecí*. Zprávy České Botanické společnosti, Praha, Vol. 34, pp. 213–235.
- VITOUSEK, P.M., HOOPER, D.U. (1993) *Biological diversity and terrestrial ecosystem Biogeochemistry*. In: SCHULZE E.D., MOONEY H.A. (eds.) *Biodiversity and Ecosystem Function*, pp. 3–14, Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- VRÁBLÍKOVÁ, J., BLAŽKOVÁ, M., FARSKÝ, M., JEŘÁBEK, M., SEJÁK, J., ŠOCH, M., BERÁNEK, K., JIRÁSEK, P., NERUDA, M., VRÁBLÍK, P., ZAHÁLKA, J. (2008) *Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. II. část. Teoretická východiska pro možnost revitalizace území v modelové oblasti*. Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně.