

Management hydrické a vodohospodářské účinnosti lesních ekosystémů

Management of the hydric and water-management function of forests
ecosystems

Alice Kozumplíková¹, Ilja Vyskot¹

Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních vztahů, Mendelova univerzita v Brně¹

Abstrakt

Lesy a jejich trvale udržitelné obhospodařování významně ovlivňují ekologické, ekonomické, společenské a kulturní dimenze udržitelného rozvoje. Varšavská deklarace a její rezoluce č. 2 (Lesy a voda, 2007) zdůrazňuje úlohu lesů a lesního hospodářství v ochraně kvality vody, hospodaření s vodními zdroji pro množství všech vod, zmírnění povodní, v boji proti desertifikaci a při ochraně půdy, ale i důležitost horských lesů pro snížení sesuvů půdy, eroze a účinků lavin. Příspěvek se zabývá dispozicemi a návrhem efektivního managementu malých lesních povodí, k podpoře jejich hydrické, vodohospodářské a půdoochranné funkce.

Klíčová slova: malá lesní povodí, hydrická funkce, vodohospodářská účinnost, management povodí

Abstract

Forests and their sustainable management contribute significantly to the ecological, economic, social and cultural dimensions of development. Warsaw Declaration and the Resolution No. 2 (Forests and Water, 2007) emphasizes the role of forests and forest management in protecting water quality, managing water resources for the quantity of all waters, flood alleviation, combating desertification and soil protection as well as the importance of mountain forests in the reduction of land slides, erosion and effects of avalanches. The contribution of the authors describes dispositions and the design of effective management of small forest watersheds to promote their hydric, water-management and soil-protection functions.

Keywords: small forest watersheds, hydric function, water-management efficiency, watershed management

Úvod

Voda je základ života a hlavním faktorem ovlivňujícím řadu přirozených i umělých pochodů anorganického a následně i organického světa. Voda limituje primární produkci,

ekosystémové cykly, látkové výměny, krajinotvorné procesy a bilance. Její primární význam je tedy ekosystémový, cílené využití pak humánní - společenské. Na distribuci, kvalitu i kvantitu vodních zdrojů mají zásadní vliv lesní ekosystémy. Ty pokrývají téměř 33 % suchozemské krajiny planety a v České republice tvoří 33,4 % krajiny. Význam a role lesů ve vodní bilanci a vodního režimu krajiny jsou sledovány již několik staletí. Systematická měření některých položek vodního režimu lesních porostů uskutečnil Krutsch již v roce 1863 v německém Tharandtu (Delfs 1958). Nesporný a nezpochybnitelný pozitivní význam lesa na hydrologický režim krajiny potvrzují mnohé vědecké výsledky. Mezi nejvýznamnější informační zdroje lze zařadit práce např. Hewlett (1986), Beven (2002); Chang (2006), či Bedient, Huber, Viex (2007). Vlivem lesního vegetačního krytu na odtokové poměry se v rámci ČR mimo jiné zabývaly práce Bíby a kol. (2001), Chlebka a Jařabáče (1998), Chlebka a kol. (1997) a ucelená studie Kantora et al. (2003). Vliv lesa a vegetačního krytu je řešen i v infiltračních metodikách srážkoodtokových modelů SCS/CN (Soil conservation service curve number).

Poznatky o vlivu lesních ekosystémů na vodní režim krajiny jsou vcelku známy, v praxi však nedochází k jejich cílenému uplatňování. Je zjevné, že tzv. "úsek vodního hospodářství" se nezabývá „vlastní“ hydrickou a vodohospodářskou účinností lesních porostů. Vyplývá to zejména ze zjevné dominance produkčních zájmů v lesích, kdy tzv. mimoprodukční funkce nejsou integrovanou součástí hospodaření. Není dostatečně provozně řešen vodní režim porostů, jejich vodní bilance, nejsou vědomě uplatňována lesnická opatření k ovlivňování a modifikaci hydrických a vodohospodářských účinků dřevin a jejich porostů. Komplexy nápravných opatření k eliminaci vodních extrémů by často nebyly potřebné, kdyby v lesních porostech byla souvisle uplatňována opatření k podpoře hydrické, vodohospodářské a v neposlední řadě půdoochranné funkce.

Materiál a metody

V rámci návrhu managementu hydrické, vodohospodářské a půdoochranné funkce lesních porostů je podrobně analyzován soubor faktorů ovlivňujících pohyb vody v povodí. Analytická část v případě lesních povodí zahrnuje sedm vzájemně se ovlivňujících vstupů:

- 1) Morfologické charakteristiky povodí (sklonitostní poměry a expozice povodí);
- 2) Hodnocení stavu lesních porostů (druhovú skladba porostů, věková a prostorová struktura porostů a jejich zdravotní stav) a jejich funkcí, aplikací metodiky „Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky“ (Vyskot a kol. 2003);

3) Hodnocení půdních poměrů a typu vodního režimu půd, s užitím přístupu Macků (2000), kde je hodnocen typ vodního režimu a potenciál hydrické funkce lesní půdy na základě dat z lesnické typologie z databáze souborů lesních typů;

4) Analýza lesní dopravní sítě, s detailním terénním průzkumem. Údaje o lesní dopravní síti lze doplnit daty z Oblastních plánů rozvoje lesa a lesního hospodářského plánu. U lesních cest jsou analyzovány následující parametry: i) typ a stav povrchu cest; ii) hustota odvozních cest; iii) hustota přibližovacích cest a linek (3L, 4L); iv) soupis typu a stavu odvodňovacích objektů na lesních cestách; v) analýza míst křížení cestní sítě s koryty vodních toků; vi) klasifikace podélných sklonů cest.

5) Analýza drah soustředěného odtoku (terénní průzkum a doplnění informacemi dosažitelnými GIS nástroji). U trvalých vodních toků kromě standardních parametrů jako délka toku (m), hustota toků ($m \cdot ha^{-1}$), šířka koryta (m), podélný sklon toku (%) jsou hodnoceny zejména: stav koryta toku, výskyt technických opatření v korytě toku (podélné i příčné objekty), stav břehových porostů, místa akumulace dřevní hmoty v toku a migrační prostupnost toku. Stav odvodňovacích kanálů odráží míru jejich funkčnosti. Sledovanými parametry odvodňovacích kanálů jsou: délka, míra funkčnosti, dynamika transportu splavenin a míra samovolné renaturalizace. U ostatních drah soustředěného odtoku jsou analyzovány parametry: hloubka, šířka, míra pokrytí vegetací a dynamika transportu splavenin.

6) Stanovení výše přímého odtoku z lesního povodí (retenční a protierozní schopnosti lesních půd), metodou „Systém komplexního hodnocení lesních půd“ (Macků 2000). Tato modifikace využívá zprostředkování čísel odtokových křivek CN jejich odvozením z dostupných charakteristik lesních půd podle lesnické typologie.

7) Hodnocení eroze na lesních půdách (tzv. odolnostní potenciál lesního ekosystému vůči těžebně-dopravní erozi a ohrožení lesního ekosystému těžebně-dopravní erozí). Vstupním podkladem je vektorová vrstva jednotek lesních typů agregovaných do cílových hospodářských souborů (Macků, 2009).

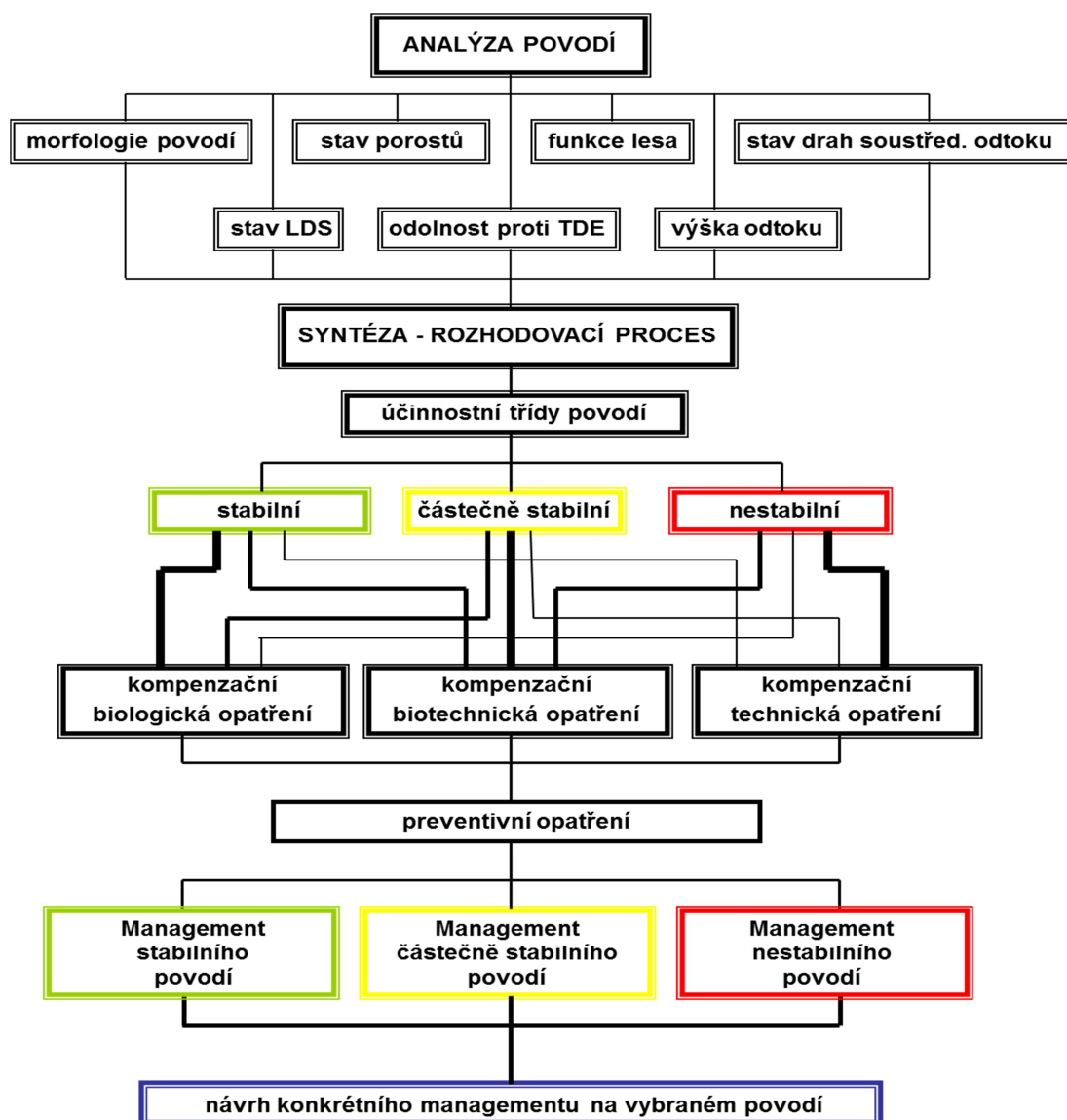
Analytická hodnocení lesního povodí vstupují následně v rámci návrhu managementu hydrické, vodohospodářské a půdoochranné účinnosti do části syntézní. Ta zahrnuje stanovení tzv. účinnostní třídy (míra současného antropogenního ovlivnění povodí a jeho vodního režimu). Základní kritéria pro zařazení hodnoceného povodí do účinnostní třídy I (povodí stabilní), II (povodí částečně stabilní), III (povodí nestabilní) jsou:

- výpočet reálného efektu hydricko-vodohospodářské funkce lesa (dle Vyskot a kol., 2003) a stupeň antropicky podmíněné funkční účinnosti lesních porostů (dle Schneider, 2009)

- hustota a stav odvozních cest a stav přibližovacích cest a linek v návaznosti na míru ohrožení půd vodní erozí a odolnost lesních půd vůči těžebně-dopravní erozi.
- reálný stav vodních recipientů
- výskyt drah soustředného odtoku a strží
- výška přímého odtoku z povodí (dle Macků 2000).

Zařazením daného lesního povodí do účinnostní třídy vzniká předpoklad pro návrh konkrétního managementu povodí s návrhem revitalizačních hydricko-vodohospodářských opatření preventivního a kompenzačního charakteru.

Celý metodický postup vedoucí k návrhu managementu hydrické, vodohospodářské a půdoochranné účinnosti lesních povodí (management H, VH, PO účinnosti) je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1 Metodický postup vedoucí k návrhu managementu H, VH, PO účinnosti lesních povodí

Výsledkové aplikace

První účinnostní třída I se vyznačuje nulovou či nízkou antropogenní činností. Lesní porosty jsou ekologicky stabilní, vysoce strukturované s přirozeně blízkou druhovou skladbou a s příznivým stavem lesní půdy. V rámci návrhů managementu nejsou nutná aditivní opatření. Za běžné srážkové dynamiky lesní ekosystém plní úlohu retence vody a retardace odtoku beze zbytku. K významnému odtoku vody z povodí dochází pouze za extrémních srážkových úhrnů.

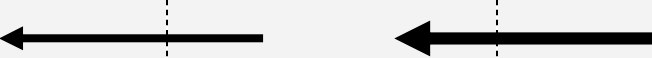
Druhá účinnostní třída II je charakteristická částečným narušením lesního ekosystému hospodářskou činností. Dochází k porušení povrchového nesoustředěného a hypodermického odtoku a jejich transformace na soustředěný. Lesní půda je impaktována používanými technologiemi, výstavbou lesní dopravní sítě apod. Z hlediska soustředěného odtoku při vyšších srážkách může zde docházet k extrémním situacím. V rámci návrhů managementu jsou nutná aditivní opatření.

Třetí účinnostní třída III se vyznačuje intenzivním narušením lesního ekosystému, vysokým poškozením lesních porostů, poškozením drobných vodotečí. Při vyšších srážkách dochází k intenzifikaci poškození půdy, lesní porosty nejsou schopny udržet potřebnou vodní bilanci. V rámci návrhů managementu je nutná aplikace dlouhodobých lesohospodářských opatření a návrh okamžitého biotechnického a technického řešení.

Zařazením daného povodí do účinnostní třídy vzniká předpoklad pro návrh konkrétního managementu povodí s návrhem hydricko-vodohospodářských revitalizačních opatření preventivního a kompenzačního charakteru.

Cíle a princip návrhu managementu pro danou účinnostní třídu lesního povodí jsou znázorněny v Tab. 1.

Tab. 1 Grafické znázornění principu návrhu revitalizačního managementu lesních povodí

princip návrhu managementu H, VH, PO účinnosti			
dílčí složky	účinnostní třída povodí stabilní I	účinnostní třída povodí částečně stabilní II	účinnostní třída povodí nestabilní III
	Směr požadovaného vývoje dílčí složky povodí		
			
	vyrovnaný nízký až nulový vklad dodatkové energie	střednědobý vysoký až nízký vklad dodatkové energie	dlouhodobý vysoký vklad dodatkové energie

1 lesní porosty a půda	preventivní a biologická opatření k podpoře stávajícího stavu lesních porostů nebo bezzásahovost	preventivní, biologická a biotechnická opatření k podpoře hydricko-vodohospodářské funkce lesa a lesní půdy	biotechnická až rekultivační opatření k celkové přeměně lesních ekosystémů
2 lesní dopravní sít'	preventivní opatření	preventivní a biotechnická opatření při poškození	preventivní, biotechnická až technická opatření při poškození
3 vodní recipienty	bezzásahovost, preventivní opatření a podpora funkce břehových doprovodů	preventivní, biologická a biotechnická opatření a podpora funkce břehových doprovodů	kombinace opatření k celkové renaturalizaci a revitalizaci koryta vč. břehových doprovodů
4 dráhy soustř. odtoků	preventivní opatření	preventivní, biologická a biotechnická opatření k sanaci při poškození	biotechnická až rekultivační opatření k sanaci při poškození, k přeměně porostů možno ponechat či realizovat odvodnění

Cílem managementu vodně stabilního malého lesního povodí je uchování současného stavu a podpora probíhajících přirozených ekosystémových procesů všech dílčích složek. Účinnostní třída I je cílovou třídou všech malých lesních povodí. Pro definování revitalizačního managementu jsou využívána opatření preventivního charakteru, v případě potřeby opatření biologická. Lesnické hospodaření je soustředěno na využívání přírodě blízkých způsobů včetně bezeškodných technologií. Plochy s přirozeně blízkou druhovou skladbou v případě možnosti ponechat bez zásadních zásahů, obhospodařovat výběrným způsobem, s ponecháváním potěžebních zbytků a s podporou přirozené obnovy. Předpokladem je uchování plného zápoje porostů a bohaté věkové struktury. Porosty s nepůvodní druhovou skladbou postupně doplňovat dřevinnými druhy dle stanovištních poměrů. Hospodářské přístupy musí vyloučit možné poškození půdního povrchu, podmáčená území je nutno ponechat bez odvodňovacích zásahů. Lesní odvozní cesty pravidelně kontrolovat a udržovat jejich stavební prvky. Přibližovací cesty a linky ponechat samovolné renaturalizaci a při obnovním procesu využívat ke zpřístupnění dočasné vyklizovací linky. Ke zvýšení únosnosti a zabránění poškození lesní půdy využívat klestové koberce. Stejným opatřením chránit místa navázání linek na odvozní cesty. Kolem vodních toků podporovat funkce břehových porostů s vyloučením těžby minimálně v šířce jedné porostní výšky. V místech, kde je nutné zachovat z

hlediska bezpečnosti průtočnost vodního toku, selektivně odstraňovat spadlé stromy. V místech, kde nehrozí ohrožení majetku při zvýšených průtocích, ponechávat mrtvé dřevo v blízkosti toku.

Cílem revitalizačního managementu částečně stabilního lesního povodí (účinnostní třída II) je úprava současného stavu směrem k podpoře a obnovení přirozených ekosystémových procesů všech dílčích složek. Zásahy mají směřovat k postupnému převodu povodí do účinnostní třídy I. Postupy lesnického hospodaření jsou definovány pomocí doporučených zásad (dle Vyskot et al. in Macků et al., 2003). Přístupy k péči o porosty jsou ve stejném režimu jako u povodí v účinnostní třídě I. Představují prevenci a snahu o rozšíření přirozené druhové skladby, vyloučení poškozování lesní půdy využitím vhodných těžebně-dopravních technologií. Plochy holosečí se redukuje na třetinu, nebo zcela vylučují. Případný narušený povrch lesní půdy je nutno sanovat a další narušení omezovat biologickými a biotechnickými zásahy (klestové koberce, cílené zatravňování či zalesňování). V případě předimenzované či nevhodně trasované sítě odvozních cest provést její optimalizaci s případným přetrasováním a biotechnickou sanací. Erozní jevy na povrchu cest omezit vhodně umístěnými příčnými odvodňovacími prvky, vodou narušené svahy lesních cest sanovat biotechnickými až technickými zásahy, s prioritou příčin erozní činnosti. Revidovat odvodňovací prvky. Na erozně ohrožených půdách vyloučit pojezd mechanizace a přibližování dřeva, biotechnicky až technicky sanovat porušené přibližovací linky. Stav vodních toků je nutné pravidelně monitorovat po každém přívalovém dešti s důrazem na revizi objektů v tocích. „Tvrdé“ technické objekty pro podélnou či příčnou stabilizaci dna a břehů nahradit v rámci revitalizace toku přírodě blízkými opatřeními, které zahrnou přilehlou nivu toku. Doplnit chybějící břehové porosty. Případné odvodňovací prvky a strže v povodí revidovat a renaturalizovat (biotechnická opatření k podpoře postupného zanášení místním materiálem až k celkovému zazemnění). Při výrazném transportu zemních částic drahami soustředěného odtoku realizovat přehrazení jednoduchými dřevěnými stupni ke snížení unášecí síly vody a postupnému zanášení.

Cílem revitalizačního managementu nestabilního lesního povodí (účinnostní třída III) je kroková postupná náprava současného stavu směrem k třídě II a perspektivně I. Vyžaduje vysoký vklad dodatkové energie směrem k iniciaci přirozených ekosystémových procesů. Pro změnu funkčnosti a úpravě stávajícího nevyhovujícího vodního režimu je nutno přistoupit k účelné kombinaci opatření biotechnického, technického a v žádoucích případech až rekultivačního charakteru. Preventivní opatření v dílčích místech s příznivým stavem jsou samozřejmostí podobně jako u předchozích tříd. Přístupy v oblasti obhospodařování porostů

představují postupnou a dlouhodobou přeměnu od nepůvodní a nevhodné skladby k druhové skladbě odpovídající stanovištním podmínkám. Cílem je stabilizace porostů ve smyslu snížení vkladu dodatkové (hospodářské) energie a postupná alespoň dílčí iniciace přirozených ekosystémových procesů. Holoseče nejsou v poškozených porostech vyloučeny za předpokladu cílené obnovy porostů směrem k podpoře stanovištně vhodných dřevin. Je nutné použití šetrných těžebně-dopravních technologií omezujících porušení půdního povrchu. Povrch lesní půdy musí být okamžitě sanován biotechnicky sanován. Účelnost lesních odvozních cest včetně doplňujících objektů musí být objektivizována a případně optimalizačně modifikována. Nutná je pravidelná revize a údržba celé cestní sítě. Na erozně ohrožených půdách je potřebná minimalizace pojezdů mechanizace. Biotechnicky až technicky je nutné sanovat porušené přibližovací linky. Narušený stav vodních toků, je třeba revitalizovat přírodě blízkými opatřeními, které také zahrnou i přilehlou nivu. Nezbytné je založení stanovištně vhodných břehových stabilizačních porostů. Dráhy soustředěného odtoku typů strží je nutno sanovat biotechnickými až technickými prvky s cílem podpořit jejich zanášení a postupnou renaturalizaci. Realizace odvodňovací objektů není omezena, pokud je dočasné odvodnění nutné k přeměně porostů. V dlouhodobém časovém měřítku po úspěšné přeměně porostu je nutno počítat s jejich biotechnickou sanací.

Závěr

Hydrická a vodohospodářská účinnost malých lesních povodí je základem příznivé bilance vody v krajině. Lesnické hospodaření nelze bázovat tradičně empiricky, ale musí vycházet z exaktních dispozic a reálných vodohospodářských potřeb. Předložené návrhy podávají návody efektivního managementu malých lesních povodí, k podpoře jejich hydrické, vodohospodářské a půdoochranné funkce.

Literatura

Bedient, P.B., Huber, W. C., Vieux, B.C., 2007: Hydrology and Floodplain analysis. 4th edition. Prentice Hall, London, p. 795.

Beven K.J., 2002: Rainfall-Runoff modelling. The Primer. London, John Wiley&Sons, p. 372.

Bíba, M., Chlebek, A., Jařabáč, M., 2001. Poznatky z lesnicko-hydrologického výzkumu v Beskydech závěrem roku 2000. Zpravodaj Beskydy. MZLU Brno, 39–41.

Delfs, J., et al, 1958. Der Einfluss des Waldes und des Kahlschlages auf den Abflussvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag. Aus dem Walde, Heft 3, p. 223.

- Hewlett, J.D., 1986. Principles of forest hydrology. Athens, University of Georgia Press, p. 183, ISBN: 978-0820323800.
- Chang, M., 2006. Forest Hydrology: An Introduction to Water and Forests. 2nd edition. London : Taylor & Francis, p. 474. ISBN 0-8493-5332-7.
- Chlebek, A. a kol., 1997. Dlouhodobé odtoky z malých povodí, Lesnictví 43, 433–434.
- Chlebek, A., Jařabáč, M., 1998. Optimalizace koloběhu vody z hlediska stability lesních ekosystémů a ochrany kra-jiny a vodních zdrojů. Závěrečná zpráva k oponentnímu řízení úkolu č. 9211. Frýdek-Místek, VÚLHM, 7–102.
- Kantor, J., Krečmer, V., Šach, F., Švihla, V., Černohous, V., 2003. Lesy a povodně. Praha, MŽP, p. 48.
- Kozumplíková, A., 2010. Study of restoration hydric–water-management measures on the example of anthropogenic impacted small forest watershed in Šumava National Park. Brno. Disertační práce. Mendelu v Brně.
- Macků, J., 2000. Systém komplexního hodnocení půd, dílčí část lesní půdy. Projekt č. VaV/640/3/00. Brno: AOPK, 58-78.
- Macků, J., 2009, Zranitelnost lesních půd. In: Vytvoření konceptuálního modelu tvorby syntetických map zranitelnosti podzemních vod a srovnání s modelem Drastic 1.1.2008 – 31.12.2012. Zpráva projektu č. NAZV QH82096, 36 - 75.
- Schneider, J. a kol., 2009. SAPFO - stupnice antropicky podmíněné funkční účinnosti. Závěrečná práva řešení dílčího výzkumného záměru LDF MZLU v Brně v rámci úkolu 04/05/02, Brno, MZLU v Brně, p. 5.
- Vyskot, I., a kol., 2003. Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky. Praha, MŽP ČR, p. 212.

Poděkování

V příspěvku jsou použity parciální rezultáty disertační práce (Kozumplíková, 2010). Výsledky byly dosaženy za podpory projektu MŽP ČR SP/2D3/56/07.

Kontakt:

Ing. Alice Kozumplíková, Ph.D.

Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů, Mendelova univerzita v Brně

Třída gen. Píky 2005/7, 613 00 Brno

+420 545 136 282, alice.kozumplikova@mendelu.cz