

a



Slovenská akadémia
pôdohospodárskych vied

Zborník príspevkov z vedeckého seminára

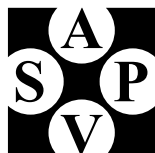
ENVIRONMENTÁLNE INDEXY, OBLASTI EKOLOGICKÉHO ZÁUJMU A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY V KRAJINE



Bratislava 2015



a



**Slovenská akadémia
pôdohospodárskych vied**

Zborník príspevkov z vedeckého seminára

**ENVIRONMENTÁLNE INDEXY,
OBLASTI EKOLOGICKÉHO ZÁUJMU
A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY V KRAJINE**

Bratislava 2015

Vedecký seminár nadväzuje na aktivity projektu: „Identifikácia indikátorov a environmentálnych hrozieb pre tvorbu komplexných stratégií v oblasti životného prostredia, pôdohospodárstva a rozvoja vidieka“ podporovaného Agentúrou na podporu vedy a výskumu na základe zmluvy č. APVV-0242-06 a v rámci aktivít Komisie Predsedníctva Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied pre ekológiu a krajinné inžinierstvo.

ZBORNÍK Z VEDECKÉHO SEMINÁRA

ENVIRONMENTÁLNE INDEXY, OBLASTI EKOLOGICKÉHO ZÁUJMU A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY V KRAJINE

Editori: Mgr. Zuzana Klikušovská, Ing. Michal Sviček, CSc.

Odborný recenzent: prof. Ing. Jozef Vilček, PhD.

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Bratislava, 2015

ISBN 978-80-8163-009-5

Obsah

PREDSLOV.....	5
PÔVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE	7
<i>Brnkaláková S., Kluvánková T., Marek M. V.:</i> Sekvestrácia uhlíka ako nástroj udržateľného manažmentu horských regiónov Európy	8
<i>Kizeková M., Dugátová Z., Čunderlík J., Jančová L., Kanianska R., Makovníková J.:</i> Výskum ekosystémových služieb trvalých trávnych porastov	15
<i>Kopecká M., Nováček J.:</i> Hodnotenie fragmentácie krajiny na báze údajov z Urban Atlasu	19
<i>Pálka B., Makovníková J., Mališ J., Širáň M.:</i> Protierózne opatrenia ako jeden zo spôsobov zvýšenia potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby	25
<i>Polláková N., Maková J., Hořka P., Ferus P.:</i> Vybrané chemické vlastnosti pôdy pod introdukovanými drevinami v Arboréte Mlyňany, SAV	33
<i>Stanková H., Benová A., Chudý R., Iring M., Feciskanin R., Kožuch M., Mičietová E., Moravčík J., Pelech V., Schmidt T., Vališ J.:</i> Index kvality ovzdušia ako nástroj komplexného hodnotenia environmentálneho rizika zo znečistenia ovzdušia.....	38
<i>Šinka K., Moravčík L.:</i> Stanovenie drsnosti povrchu pôdy a jej význam pri modelovaní vodnej erózie.....	43
<i>Švajda J., Vološčuk I.:</i> Hodnotenie ekosystémových služieb (rekreačné a neúžitkové hodnoty) v Národnom parku Malá Fatra.....	49
<i>Vargová V., Michalec M., Kováčiková Z.:</i> Socioekologické hodnotenie aluviálnej lúky	56
<i>Vološčuk I., Škodová M., Sabo P., Švajda J.:</i> Ekologická charakteristika lesných ekosystémov v oblasti vybraných prírodných katastrof Národného parku Malá Fatra (Západné Karpaty).....	60
PRIEREZOVÉ PRÁCE.....	69
<i>Bartakovičová D.:</i> Náčrt štúdie manažmentu ekosystémov vo vybranom regióne z hľadiska ekosystémových služieb.....	70
<i>Eliáš P.:</i> Funkcie a služby ekosystémov v krajine: od dedukcií k výskumu	77
<i>Karasová J.:</i> Ekosystémové služby: Identifikácia, využívanie a ohrozenie	85
<i>Petrášová V.:</i> Vývoj funkcií ekosystémových služieb lesov pohoria Tribeč.....	92
<i>Sviček M., Mozdíková M.:</i> Vytvorenie a doprogramovanie geografického a informačného systému vrstiev (GIS) v rámci Programu rozvoja vidieka Slovenskej republiky 2014-2020	98
<i>Škarbová B.:</i> Pesticídne indikátory	103
<i>Tóvik J., Nováček J.:</i> CORINE Land Cover 2012	108

PREDSLOV

Vážené kolegyně, kolegovia, verejnosť,

do rúk sa Vám dostáva recenzovaný Zborník príspevkov, ktoré vo forme prednášok odzneli v rámci vedeckého seminára „**Environmentálne indexy, oblasti ekologického záujmu a ekosystémové služby v krajine**“, ktorý sa konal dňa 27. novembra 2015 v Národnom poľnohospodárskom a potravinárskom centre – Výskumnom ústave pôdoznalectva a ochrany pôdy v Bratislave.

Vedecký seminár organizovalo NPPC – VÚPOP a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied (SAPV), reprezentovaná Komisiou SAPV pre ekológiu a krajinné inžinierstvo s podporou už ukončeného projektu: „*Identifikácia indikátorov a environmentálnych hrozieb pre tvorbu komplexných stratégií v oblasti životného prostredia, pôdohospodárstva a rozvoja vidieka*“ podporovaného Agentúrou na podporu vedy a výskumu na základe zmluvy č. APVV-0242-06.

Na podujatí odznelo celkom štrnásť prezentácií v troch tematických sekciách, súčasťou vedeckého seminára bola aj posterová sekcia s tromi posterami.

Účasť na seminári možno hodnotiť vysoko pozitívne, zúčastnilo sa na ňom viac ako 30 účastníkov, pričom zastúpenie prezentujúcich bolo veľmi pestré – popri rezortných organizáciách Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR (účastníci z MPRV SR a NPPC – Výskumného ústavu trávnych porastov a horského poľnohospodárstva) a Ministerstva životného prostredia SR (Slovenská agentúra životného prostredia) boli zastúpené aj univerzity (Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja SPU v Nitre, Fakulta prírodných vied UMB v Banskej Bystrici, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva a Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov SPU v Nitre) ako aj Slovenská akadémia vied (Geografický ústav SAV, Ústav ekológie lesa SAV, SPECTRA Centrum excelentnosti UEL SAV a STU).

Okrem tradičnej tematiky týchto seminárov o environmentálnych indexoch bol obsahovo seminár inovovaný o témy agroenvironmentálno-klimatických podopatrení Programu rozvoja vidieka (PRV) 2014 – 2020 a ekosystémových služieb krajiny. Nové programovacie obdobie Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) EÚ 2014 – 2020 kladie ešte vyšší dôraz na ochranu životného prostredia a klímy ako tomu bolo v predchádzajúcom programovacom období. Pri priamych platbách bol zavedený tzv. greening, ktorý sa realizuje prostredníctvom diverzifikácie plodín, zachovania trvalých trávnych porastov a vytvorením ekologicky prospešných území. Tieto opatrenia sa vykonávajú v rámci prvého piliera SPP, no dôraz na ochranu životného prostredia a klímy kladú predovšetkým agroenvironmentálno-klimatické podopatrenia nového PRV, pričom nastalo aj podstatné zvýšenie počtu týchto podopatrení.

Problematika ekosystémových služieb je na Slovensku pomerne nová, ale získala si pozornosť širokej vedeckej základne, ako rezortnej tak aj univerzitnej, resp. pracovísk Slovenskej akadémie vied. Jej riešenie si bude vyžadovať spoluprácu všetkých menovaných vedeckých pracovísk. Spolupráca rezortov MŽP SR a MPRV SR vyplýva zo samotnej podstaty environmentálnych služieb a je nevyhnutná a prirodzená. Aktívne pôsobí existujúca medzirezortná pracovná skupina k ekosystémovým službám, kde aktívne pracujú pracovné skupiny k jednotlivým oblastiam ekosystémových služieb, napríklad NPPC koordinuje pracovnú podskupinu k ekosystémovým službám biomasy vytvorenej na poľnohospodárskej pôde, v širšom zmysle poľnohospodárskej krajine.

Ing. Michal Sviček, CSc.
odborný garant konferencie

PÔVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE

SEKVESTRÁCIA UHLÍKA AKO NÁSTROJ UDRŽATEĽNÉHO MANAŽMENTU HORSKÝCH REGIÓNOV EURÓPY

Stanislava Brnkaláková¹, Tatiana Kluvánková¹, Michal V. Marek²

¹*CE SPECTRA at the Slovak University of Technology and Slovak Academy of Sciences,
Vazovova 5, 812 43 Bratislava, Slovakia, e-mail: stanislava.brnkalakova@stuba.sk*

²*CzechGlobe – Global Change Research Centre, Academy of Sciences, Czech Republic, Bělidla 4a,
603 00 Brno, Czech Republic*

Abstrakt: Predkladaný príspevok skúma potenciálne inovácie správy a manažmentu európskych horských regiónov, ktoré by prispeli k riešeniu globálnych politických cieľov v oblasti klimatickej zmeny a zároveň zabezpečili rozvoj marginalizovaných horských oblastí. Štúdia vychádza z teoretického konceptu spravovania ekosystémových služieb a teórie spoločne zdieľaných statkov (commons). Predkladaný príspevok analyzuje potenciál horských regiónov pre sekvestráciu uhlíka ako inovatívny prístup v manažmente lesov a je rozšírený o analýzu efektívnosti 2 typov režimov prírodných zdrojov (štátnych, kolektívnych) vo vybraných európskych horských regiónoch. Demonštrovaný potenciál vybraných horských regiónov pre sekvestráciu uhlíka a preukázaná efektívnosť samosprávneho kolektívneho režimu prírodných zdrojov môžu prispieť nielen k odolnosti a blahobytu horských oblastí, ale aj k naplneniu cieľov Európskej únie týkajúcich sa zmiernenia klimatickej zmeny cez lokálnu politickú arénu.

Kľúčové slová: sekvestrácia uhlíka, regulácia klímy, horské regióny, režimy prírodných zdrojov, zdieľané statky

Abstract: The paper explores the potential governance and management innovations in European mountain regions to address global policy objectives on climate change and to ensure development of marginalized mountain regions. The study is based on the theoretical concept of ecosystem services governance and the theory of common pool resource regimes (commons). In this paper, we analyse the potential of European mountain regions for carbon sequestration as innovate forest management approach. Moreover, we investigated the effectiveness of 2 types of resource regimes (state regime, common pool resource regime) in selected European mountain regions. We will demonstrate how carbon sequestration and common pool resource regime contribute to the resilience and well-being of mountain regions as well as how it can be considered as a governance innovation to scale down CO₂ objectives from the European Union to local policy arenas.

Keywords: carbon sequestration, climate regulation, mountain regions, resource regimes, common pool resource

ÚVOD

V súčasnosti sa politický záujem upriamil na potrebu zníženia stúpajúceho množstva CO₂ v atmosfére a venuje zvýšenú pozornosť horským regiónom. Napriek tomu, že horské oblasti čelia špecifickým výzvam globálnej zmeny, ponúkajú zároveň príležitosti pre udržateľný rozvoj. Horské regióny pokrývajú 35 % povrchu Európy s prevahou boreálnych lesov i lesov a pasienkov mierneho pásma, ktoré sú jednými z najvýznamnejších svetových zásobární uhlíka (EEA, 2010; Schlessinger, 1999). Sekvestrácia uhlíka je prirodzený proces, ktorý výrazne prispieva k regulácii klímy zachytávaním a dlhodobým ukladaním atmosférického CO₂, hlavného skleníkového plynu. Regulácia klímy predstavuje dôležitú ekosystémovú službu a nástroj, ktorý prispieva k plneniu globálnych cieľov na zmiernenie klimatickej zmeny a jej negatívnych účinkov (Luyssaert *et al.*, 2007).

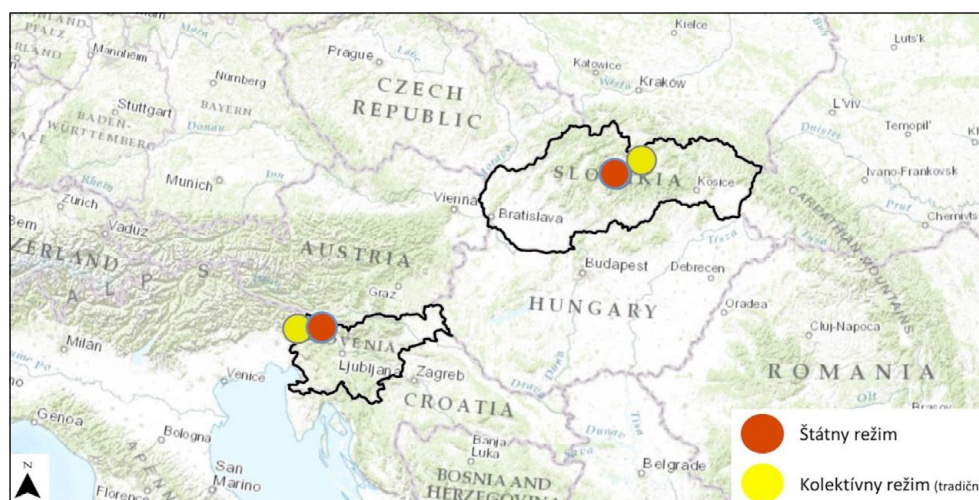
Napriek tomu, že horské regióny tvoria dominantné zásoby uhlíka a poskytujú spoločnosti množstvo ďalších ekosystémových služieb, sú marginalizované a z ekonomickej perspektívy ďaleko za priemerom

Európskej únie. Neefektívne sektorové politiky, globalizácia a podcenená hodnota horských regiónov spôsobili ich neudržateľné využívanie a degradáciu (Ariza, *et al.*, 2013; EEA, 2010; Lal, 2005). Tieto regióny by mali mať popredné miesto v politikách zameraných na adaptáciu a zmiernenie klimatickej zmeny. Ak chceme zlepšiť ich ekonomickú situáciu a zvrátiť negatívne zmeny v horských regiónoch, je potrebné definovať nové integračné prístupy, ktoré zefektívnia riadenie a manažment horských ekosystémov. A práve koncept ekosystémových služieb ponúka rámec, v ktorom sú integrované environmentálne, sociálne a ekonomické aspekty udržateľného rozvoja. Tento koncept vyzdvihuje hodnoty prírodných systémov a má za cieľ zapracovať socio-ekologickú dynamiku do plánovania ekonomických politík (Klúvanková-Oravská, 2013a; Klúvanková, Brnkaľáková, 2015; MA, 2005; TEEB, 2010).

Ekosystémové služby, ktoré v spoločenských systémoch predstavujú zdieľané prírodné a spoločensky tvorené statky – commons, čelia tradičnej spoločenskej dileme individuálnych (maximalizácia zisku) a kolektívnych, či spoločenských záujmov (zachovanie kvality a kvantity statku), ktoré často spôsobujú konflikty, neracionálne využívanie prírodných zdrojov, až ich následné vyčerpanie. Vnímaním sekvestrácie uhlíka, dôležitej regulačnej ekosystémovej služby, ako commons možno dosiahnuť efektívne a udržateľné spravovanie horských lesných ekosystémov. V otázke efektivity režimov (centrálne riadených – štátnych, súkromných, či kolektívnych), ktoré spravujú lesné ekosystémy v horských oblastiach, dôležitú úlohu môžu zohrať práve samosprávne kolektívne režimy. Kolektívni užívatelia tohto režimu sa spolupodieľajú na vytváraní vlastných pravidiel riadenia, kontrolných a sankčných mechanizmov a rovnako sa podieľajú na rozhodovaní. Takéto režimy v horských regiónoch s vysokým potenciálom pre sekvestráciu uhlíka, môžu zvýšiť ochotu užívateľov nasledovať pravidlá bez vonkajšej autority. Tieto režimy s aplikáciou inovatívnych technicko-správnych prístupov majú vysoký potenciál prispieť k riešeniu otázky zmiernenia negatívnych dopadov klimatickej zmeny (Klúvanková-Oravská, 2010; 2013b; Ostrom, 1990).

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom skúmania bolo zhodnotiť potenciál vybraných európskych horských regiónov pre sekvestráciu uhlíka, ktorý môže zohrávať kľúčovú úlohu pri zmiernení klimatickej zmeny. Táto analýza bola rozšírená o preskúmanie efektívnosti 2 typov správnych režimov prírodných zdrojov existujúcich vo vybraných horských regiónoch (obr. 1).



Obr. 1. Vybrané horské regióny na Slovensku a v Slovinsku so štátnym a tradičným kolektívnym správnym režimom

Charakteristika vybraných horských regiónov

Výber horských regiónov bol cieleň. Vybrané horské záujmové územia boli identifikované na základe nasledovných kritérií:

- nadmorská výška (400 – 1700 m n.m.)
- typy ekosystémov vo vybranom území (s prevahou smrekových porastov)
- viditeľné dopady globálnej zmeny v území / v manažmente / v správe územia
- existencia jedného zo správnych režimov prírodných zdrojov – štátny, súkromný, kolektívny.

V tabuľke 1 je uvedená základná charakteristika 4 vybraných záujmových území s príslušným správnym režimom. Pre zhodnotenie a porovnanie potenciálu zachytávania uhlíka horskými ekosystémami sme ako prípadové oblasti vybrali 2 slovenské záujmové územia v Západných Karpatoch a 2 slovinské záujmové územia v Juliánskych Alpách, ktoré spĺňajú vopred stanovené kritériá.

Tab. 1. Charakteristika vybraných horských regiónov

Štát	Typ režimu	Lokalita	Pohorie	Nadmorská výška (m n. m.)	Rozloha (ha)	Typ lesných porastov	Prevládajúce druhy
Slovensko	štátny režim	NP Nízke Tatry Jánska dolina	Západné Karpaty	500 – 1500	5410	ihličnaté lesy 96,6 %	<i>Picea, Abies, Larix, Fagus, Acer</i>
						listnaté lesy 3,4 %	
	kolektívny (tradičný)	NP Nízke Tatry Jánska dolina	Západné Karpaty	500 – 1500	3831,7	ihličnaté lesy 80 %	<i>Picea, Abies, Larix, Fagus, Acer</i>
						listnaté lesy 20 %	
Slovinsko	štátny režim	lesy Pokljuka	Juliánske Alpy	1000 – 1400	4835	ihličnaté lesy 97 %	<i>Picea, Abies, Larix, Fagus</i>
						listnaté lesy 3 %	
	kolektívny (tradičný)	Agrarian Common Čezsoča	Juliánske Alpy	400 – 1700	2508	ihličnaté lesy 64,5 %	<i>Picea, Abies, Larix, Fagus</i>
						listnaté lesy 33,4 %	

Pozn.: Uvedené charakteristiky (ako aj nasledujúce dáta v príspevku) sú získané na základe rozhovorov s užívateľmi lesov vo vybraných slovenských horských regiónoch a na základe spolupráce s prof. Andrejom Udovčom z Biotechnickej fakulty na Univerzite v Lublane sme získali charakteristiky vybraných slovinských záujmových území.

Vo vybraných 4 horských záujmových územiach sú dva typy správnych režimov – štátny (centrálne riadený) a samosprávny tradičný kolektívny režim, v ktorom užívatelia spravujú lesy spoločne, lesy sú v kolektívnom vlastníctve. Oba tieto režimy čelia globálnym zmenám – nielen negatívnym dopadom klimatickej zmeny (veterné smršte, lesné požiare), ale aj zmenám globálneho trhu. A čo viac, kolektívni užívatelia pri spravovaní a manažmente lesov čelia aj vnútorným rozporom v komunite užívateľov pre rozchádzajúce sa individuálne a spoločenské záujmy (viď tab. 2).

Tab. 2. Významné negatívne faktory ovplyvňujúce spravovanie lesných ekosystémov

Štát	Typ režimu	Významné vplyvy globálnej zmeny
Slovensko	štátny režim	veterné smršte, dlhodobá snehová pokrývka, neodolné sadenice, sadenice požierané zverou
	kolektívny režim (tradičný)	veterné smršte, lesné požiare, krátke vegetačné obdobie, neodolné sadenice, sadenice požierané zverou, emigrácia kolektívnych vlastníkov (členov urbárneho spoločenstva), rôznorodosť individuálnych záujmov kolektívnych užívateľov spôsobujúca rozpory, tlak globálneho trhu
Slovinsko	štátny režim	intenzívne pálenie dreveného uhlia, zničené dominantné bučiny, krátke vegetačné obdobie, dlhodobá snehová pokrývka, veľké teplotné výkyvy (od -32 °C do +29 °C)
	kolektívny režim (tradičný)	krátke vegetačné obdobie, dlhodobá snehová pokrývka, kolektívni vlastníci chcú svoj podiel lesa do súkromného vlastníctva – individuálne záujmy verzus záujmy spoločnosti

Okrem negatívnych dôsledkov globálnej zmeny spôsobujúcej neudržateľné využívanie lesných ekosystémov, aj aplikované postupy v lesnom hospodárení výrazne ovplyvňujú kvalitu, a tým schopnosť lesných ekosystémov prispievať k zmierneniu klimatickej zmeny sekvestráciou uhlíka. Používané postupy pri hospodárení lesov v štátnych a kolektívnych režimoch sú uvedené v tabuľke 3. Užívatelia lesov v tradičnom kolektívnom režime zavádzajú inovatívne metódy prípravy pôdy a používajú postupy, ktoré menej narúšajú prirodzenosť lesných ekosystémov.

Tab. 3. Postupy používané v lesnom hospodárení vo vybraných horských regiónoch

Kroky pri obhospodarovaní lesa	Používané postupy v obhospodarovaní lesa	Slovensko		Slovinsko	
		štátny režim	kolektívny režim	štátny režim	kolektívny režim
1. príprava pôdy, výsadba	vypalovanie				
	výsadba sadeníc bežným spôsobom (vykopanie jamy, zasadenie kúpenej sadenice)	×	×	×	×
	príprava pôdy pre semená (prirodzená regenerácia – prekopanie pôdy pred zimou v okolí stromu, ktorý má práve semenný rok – semená ľahšie naklíčia)		○		○
2. vyžínanie	odburiňovanie po 1 – 2 rokoch, kosenie trávy – biomasa je odstránená z plochy			×	×
	odburiňovanie po 1 – 2 rokoch, kosenie trávy – biomasa na ploche ostáva	×	×		
3. prebierka	selektívna ťažba	×	×	×	×
4. ťažba	holoruby bez ponechania biomasy				
	holoruby s ponechanou biomasou	○			
	stromy ťažené v pásoch/štvorcoch/kruhoch	◻	◻		
	selektívna ťažba	○		×	×
	územie v bezzásahovej zóne		○		○
5. techniky používané na transport vyťaženého dreva	lanovky	○	◻	○	○
	kone	○	×		
	traktory	◻	◻	×	×
	ťažká technika	○		○	○

Pozn.: Intenzita používania daného postupu: × – postup používaný na 61 – 100 %, ◻ – postup používaný na 40 – 60 %, ○ – postup používaný na 39 – 0 %.

Výpočet potenciálnej ročnej kapacity vybraných horských regiónov sekvestrovať uhlík

Pre výpočet potenciálnej ročnej kapacity vybraných horských regiónov sekvestrovať uhlík sme použili výsledky štúdie Centra výskumu globálnej zmeny AV ČR CzechGlobe, ktoré boli definované na základe 5ročného výskumu pre vybrané typy ekosystémov. V tabuľke 4 sú uvedené maximálne hodnoty zachytávania uhlíka pre jednotlivé typy ekosystémov, ako aj rozlohy ekosystémov, ktoré sa vyskytujú vo vybraných záujmových územiach.

Tab. 4. Rozloha jednotlivých typov ekosystémov v záujmových územiach s príslušnou kapacitou zachytávať uhlík

Typ ekosystému	Zachytávanie uhlíka [tC.ha ⁻¹ .rok ⁻¹] (uvedený maximálny ročný záchyt)	Slovensko		Slovinsko	
		Rozloha jednotlivých typov ekosystémov (ha)			
		štátny režim	tradičný kolektívny režim	štátny režim	tradičný kolektívny režim
Horské smrekové porasty	8	5228,2	3065,4	0	1619
Horské bukové porasty	7,4	181,8	766,3	218	837
Vysokohorské monokultúry smrekových porastov	5	0	0	4617	0
Horské nekosené lúky	2,5	0	0	0	52
Celková rozloha záujmového územia (ha)		5410	3831,7	4835	2508

Pozn.: Kapacita zachytávania uhlíka pre jednotlivé ekosystémy vychádza zo štúdie zakladajúcej sa na 5ročnom pozorovaní a permanentných meraniach experimentálnych lokalít CzechGlobe – ICOS – CzeCOS network v rokoch 2005 – 2010.

Táto štúdia umožňuje odhadnúť potenciál zachytávať uhlík pre konkrétne typy ekosystému v záujmových územiach. Pre výpočet celkovej potenciálnej ročnej kapacity záujmových území sekvestrovať uhlík (CSP) sme použili nasledovný vzorec:

$$CSP = \Sigma (A * C_c)$$

kde **A** je celková rozloha daného typu ekosystému (ha) a **C_c** je ročná kapacita daného ekosystému zachytiť uhlík (tC.ha⁻¹.rok⁻¹) vyplývajúca z výskumu CzechGlobe uvedená v tabuľke 2.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Potenciálna kapacita sekvestrácie uhlíka vo vybraných záujmových územiach (tab. 5) poukazuje na vysoký potenciál samosprávných kolektívnych režimov prispieť k riešeniu otázky zmierňovania klimatickej zmeny. Nielen ich vysoká potenciálna kapacita zachytávať uhlík, ktorá stále nie je v plnej miere využitá, ale aj používané postupy v obhospodarovaní lesov (viď tab. 3) sú v porovnaní so štátnym režimom udržateľnejšie a menej zasahujú do prirodzenosti lesných ekosystémov. Kolektívne režimy využívajú vo veľkej miere kone a lanovky, ktoré najmenej poškodzujú povrch lesnej pôdy, a tým chránia zásoby uhlíka uloženého v pôde pred únikom späť do atmosféry. V kolektívnom režime sa začína využívať prirodzená regenerácia lesného porastu, ktorá zabezpečí nielen šírenie pôvodných druhov drevín a vyššiu odolnosť semenáčikov, ale ušetrí aj náklady na opätovné vysádzanie kúpených sadeníc, ktoré sú menej odolné a viac požírané divokou zverou.

Tab. 5. Potenciálna kapacita sekvestrácie uhlíka vo vybraných horských regiónoch

	Slovensko		Slovinsko	
	štátny režim	tradičný kolektívny režim	štátny režim	tradičný kolektívny režim
Celková rozloha územia (ha)	5410	3831,7	4835	2508
Kapacita zachytenia uhlíka (tC ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	7,9798	7,8814	5,1082	7,6857

Samosprávne kolektívne režimy taktiež preukázali ich kapacitu odolávať negatívnym dopadom klimatickej zmeny (veterné smršte, požiare) a adaptovať sa na externé šoky, ktoré klimatická zmena prináša. Napriek tejto skutočnosti, motivácia kolektívnych užívateľov ostávať v kolektívnom režime klesá pre stúpajúci tlak globálneho trhu, rastúcu konkurenciu, individuálne záujmy a malé ekonomické výnosy z lesného hospodárenia.

Významné postavenie tradičných kolektívnych režimov v otázke zmierňovania klimatickej zmeny potvrdzujú aj novo vznikajúce kolektívne režimy (najmä vo Veľkej Británii tzv. woodlands) vznikajúce na základe iniciatívy miestnych komunít s cieľom zlepšiť zlý stav lesných ekosystémov v ich okolí prostredím a zvýšiť kvalitu života miestneho obyvateľstva (Nijnik, Pajot, 2015; Valatin, 2012). Tieto nové kolektívne režimy sú taktiež samosprávne a vytvárajú si vlastné pravidlá, ktorými sa členovia komunít riadia a dobrovoľne ich dodržiavajú bez vonkajších autorít. Vznikajúce „woodlands“ vo Veľkej Británii využívajú lesy na multifunkčné účely (edukácia, rekreácia, ochrana) a sú politicky podporované (DEFRA, 2013).

Za posledných 30 rokov Európska únia prijala mnoho právnych úprav, ktoré reagujú na tlak neštátnych účastníkov podieľať sa na riadení verejných zdrojov. Tieto úpravy netvorí len regulačnú funkciu, ale poskytujú rámec na tvorbu nových pravidiel manažmentu. Užívateľia ekosystémových služieb si navzájom konkurujú pri využívaní zdrojov, znižujú ich objem a ťažko niekoho vylúčiť z ich spotreby (Kluvánková-Oravská, 2013a). A práve v otázke zmierňovania klimatickej zmeny, samosprávne kolektívne režimy lesných ekosystémov v horských oblastiach majú potenciál vyriešiť túto spoločenskú dilemu. Je potrebné vytvoriť mechanizmy, ktoré podporia ohrozenú existenciu kolektívnych režimov a prispievajú nielen k zvýšeniu konkurencieschopnosti horských marginalizovaných regiónov a zvýšeniu kvality života miestneho obyvateľstva, ale aj ku zmierneniu klimatickej zmeny, ktorá je globálnym problémom.

ZÁVER

Demonštrovaný potenciál vybraných horských regiónov pre sekvestráciu uhlíka a preukázaná efektivita samosprávneho kolektívneho režimu prírodných zdrojov môžu prispieť nielen k odolnosti a blahoobytu horských oblastí, ale aj k naplneniu globálnych cieľov a cieľov Európskej únie cez lokálnu politickú arénu. Kombinácia existujúcich mechanizmov v nových a tradičných kolektívnych samosprávnych režimoch by mohla byť spolu s aplikáciou inovatívnych technických postupov v lesnom hospodárení zameraných na uhlíkový manažment vhodným nástrojom pre dosiahnutie spoločenskej zmeny, najmä zmeny rozhodovania a zmeny správania sa užívateľov a aktérov od individuálnych a sektorálnych prístupov ku kooperatívnej stratégii a integrácii politík.

LITERATÚRA

- ARIZA, C. – MASELLI, D. – KOHLER, T. 2013. *Mountains: Our Life, Our Future. Progress and perspectives on sustainable mountain development*. Bern: SDC, CDE. 96 s. ISBN 978-3-905835-18-2.
- DEFRA, 2013. *Government Forestry and Woodlands Policy Statement*. Forestry Commission England. London: DEFRA. 49 s.

- Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. A report of the Millennium Ecosystem Assessment.* Washington: Island Press, 2005. s. 40. ISBN 1-59726-040-1.
- European Environment Agency report. 2010. Europe's ecological backbone: recognising the true value of our mountains. *EEA report* no. 6. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union. 252 s. ISSN 1725 – 9177.
- KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T. 2010. *New Environmental Governance*. In: KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ T. (2010): *From Government to Governance*. Praha: Alfa Nakladatelství. s.14 – 26.
- KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T. 2013a. Inštitúcie a ekonomiky pre ekosystémové služby. In *Environmentálne indexy, agroenvironmentálne opatrenia a ekosystémové služby v krajine*. Bratislava: VÚPOP, 2013. s. 132 – 134.
- KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T. 2013b. Governing natural commons: Forest regime V. In: KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ T. – JÍLKOVÁ, J. – KOZOVÁ, M. *From Governing to Governance Reconsidered*. Ružomberok: VERBUM vydavateľstvo Katolíckej univerzity Ružomberok, 2013, s. 11 – 19.
- KLUVÁNKOVÁ, T. – BRNKALÁKOVÁ, S. 2015. Managing Climate Change: Forest Commons for 14 Well Being of Mountain Regions. In: KLUVÁNKOVÁ, T. – KOVÁČ, U. (2015) *Managing Environmental Goods under the Global Change Approaches and Methods*, english language (paper in book)
- LAL, R. 2005. Forests soils and carbon sequestration. In: *Forest Ecology and Management* 220 (2005), s. 242–258. ISSN 0378 – 1127.
- LUYSSAERT, S. – INGLIMA, I. – JUNG, M. 2007. CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Global change biology*, vol. 13, iss. 12, s. 2509-2537. ISSN 1365 – 2486.
- NIJNIK, M. – PAJOT, G. 2015. Uncertainties and time preference in economic analysis of tackling climate change through forestry and selected policy implications for Scotland and Ukraine. In: OMETTO, J. – BUN, R. – JONAS, M. and Z. NAHORSKI (eds.) *Uncertainties in Greenhouse Gas Inventories: Expanding Our Perspective*, s. 227–240.
- OSTROM, E. 1990. *Governing the Commons: the Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press
- SCHLESINGER, W.H. 1999. Carbon and Agriculture: Carbon sequestration in Soils. *Policy forum. Science*. Vol. 284. No. 5423. ISSN 0036 – 8075.
- TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. Malta: Progress Press, 21 pp.
- VALATIN, G. 2012. Additionality and climate change mitigation by the UK forest sector. *Forestry*, vol. 85, no. 4, s. 445 – 462. Dostupné na internete <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cps056>.

VÝSKUM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV

Miriam Kizeková¹, Zuzana Dugátová¹, Jozef Čunderlík¹, Ľubica Jančová¹, Radoslava Kanianska², Jarmila Makovníková³

¹NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica, e-mail: kizekova@vutphp.sk

²Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, e-mail: Radoslava.Kanianska@umb.sk

³NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, e-mail: j.makovnikova@vupop.sk

Abstrakt: Príspevok prezentuje výsledky výskumu vybraných ekosystémových služieb trvalých trávnych porastov v rôznych environmentálnych podmienkach Slovenska. Analýza výsledkov ukázala, že diverzita rastlinných druhov bola vyššia na extenzívnych trvalých trávnych porastoch. Produkcia sušiny nadzemnej biomasy bola na intenzívnom pasienku 3krát vyššia v porovnaní s extenzívne využívanými trávnyimi porastmi. Produkčný mliekový potenciál (PMP_{NEL}) dosiahol porovnateľné hodnoty na všetkých lokalitách. Produkcia koreňovej biomasy preukázala najvyššiu variabilitu.

Kľúčové slová: trvalé trávne porasty, ekosystémové služby, biodiverzita, produkcia a kvalita nadzemnej biomasy, koreňová biomasa

Abstract: The paper presents results of research of selected ecosystem services of permanent grasslands under different environmental conditions in Slovakia. Analysis of results showed that plant species diversity was higher at extensive grasslands. Dry matter production of above ground biomass was 3 times higher at the intensive pasture compared the extensive ones. The values of milk production potential (PMP_{NEL}) were comparable at all localities. The production of root biomass showed the highest variability.

Keywords: permanent grasslands, ecosystem services, biodiversity, aboveground biomass production and quality, root biomass

ÚVOD

Ekosystémy trvalých trávnych porastov patria po lesných ekosystémoch k najrozšírenejším a najstabilnejším terestrickým ekosystémom na svete. Keďže trvalé trávne porasty sú komplexné, poskytujú celý rad ekosystémových služieb. K najvýznamnejšie hodnoteným ekosystémovým službám trvalých trávnych porastov patrí v súčasnosti produkcia objemového krmiva, zachovanie biodiverzity, regulácia klímy, ekosystémové služby spojené s kolobehom živín a vody a kultúrne služby. Spoločnosť očakáva, že trvalé trávne porasty budú plniť ekosystémové služby súčasne na najvyššej úrovni, čo prakticky nie je možné. Z tohto dôvodu vznikajú v poľnohospodárskej praxi kompromisné riešenia, pri ktorých optimálne plnenie vybranej ekosystémovej služby redukuje fungovanie a plnenie ostatných ekosystémových služieb (Isselstein a Kayser, 2014).

Potenciál trvalých trávnych porastov poskytovať ekosystémové služby je determinovaný ich výmerou. Na Slovensku sa výmera využívaných trvalých trávnych porastov výrazne znížila po roku 2000 a v roku 2013 dosiahla 513 704 ha (MPRV SR, 2014). Pozitívny vplyv na zachovanie výmery trvalých trávnych porastov nad 513 000 ha mal Program rozvoja vidieka SR 2007 – 2013, ktorý podporoval trvalo udržateľné využívanie poľnohospodárskych území s vysokou prírodnou hodnotou a ochranu biotopov trávnych porastov. Uvedené opatrenia predstavujú kompromisné riešenie pri využívaní ekosystémových služieb trvalých trávnych porastov, kde biodiverzita je hlavná ekosystémová služba. Zachovanie biodiverzity

je podmienené extenzívnym využívaním trvalých trávnych porastov a to sa často krát prejavuje na kvalite objemového krmiva. Vzťahy medzi výživou zvierat a produkciou mlieka sú zložité a ovplyvňuje ich veľké množstvo faktorov. Pri pasienkovej výžive dojníc ide predovšetkým o botanické zloženie porastu a fenologickú fázu rastlinných druhov v čase príjmu zvieratami. Pri extenzívnom pasení sú mnohé rastlinné druhy vo fáze kvitnutia, čo znamená, že trávny porast obsahuje viac vlákniny, a tá limituje stráviteľnosť živín a následne aj množstvo vyprodukovaného mlieka.

Cielom príspevku je porovnanie biodiverzity rastlinných druhov, produkcie nadzemnej a koreňovej biomasy a produkčného mliekového potenciálu rôzne využívaných trvalých trávnych porastov, ktoré sa nachádzajú v odlišných environmentálnych podmienkach Slovenska.

MATERIÁL A METÓDY

Hodnotenie vybraných parametrov prebiehalo na trvalých trávnych porastoch v roku 2014 v lokalitách Stráňany, Čoltovo, Tajov a Liptovská Teplička. Na každej lokalite bolo analyzované botanické zloženie v štyroch opakovaniach na ploche 8 m². Na stanovenie druhovej diverzity sa použil Shannon-Wienerov index. Vzorky nadzemnej biomasy boli odobrané na jar a v jeseni zo štyroch bodov v tvare písmena Z (Hrivňáková a kol., 2011), pričom v každom bode sa odoberala vzorka z plochy 0,5 m × 0,5 m (Jakrlová, 1987). Stanovenie obsah živín v biomase sa vykonalo podľa výnosu Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 2145/2004 – 100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom posudzovaní a hodnotení krmív v laboratóriu NPPC - VÚTPHP Banská Bystrica. Vo vzorkách nadzemnej biomasy sa stanovil obsah sušiny, dusíkatých látok, tuku, popola a hrubej vlákniny, obsah Ca, Na, K, Mg a P. Dusíkatá hodnota krmiva vo forme PDIN a PDIE a energetická hodnota ME, NEL a NEV sa vypočítala na základe laboratórne stanoveného obsahu živín podľa rovníc uvedených v prílohe č. 8 Výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 39/1/2002 – 100. Produkčný mliekový potenciál (PMP) na báze NEL a PDI bol stanovený výpočtom podľa vzorcov (NEL /3,13a PDI/50). Na stanovenie koreňovej biomasy sa na jar odobrali vzorky do hĺbky 0 – 100 mm oceľovým valcom (l = 150 mm, Ø = 50 mm). Po vyplavení a usušení sa určila hmotnosť koreňovej biomasy prepočtom na 1 m².

Lokalita **Stráňany** (121 m n.m.) sa nachádza v oblasti Východoslovenskej pahorkatiny v okrese Michalovce. Lokalita patrí do teplej agroklimatickej oblasti, agroklimatického okrsku T5 – teplom, mierne suchom s chladnou zimou, dlhodobým úhrnom atmosférických zrážok 559 mm, priemernou ročnou teplotou vzduchu 8,9 °C. Pôdnym typom je fluvizem, pôdny druh je ílovitá pôda. V Stráňanoch sa nachádzal intenzívne obhospodarovaný pasienkový porast. Na jar 2014 poraste dominovali krmovinársky hodnotné druhy. V druhej polovici vegetačného obdobia sa vyskytovali aj menej hodnotné a burinové druhy. Stanovište **Čoltovo** (357 m n.m.) je lokalizované v oblasti Slovenského krasu v okrese Rožňava. Nachádza v teplej agroklimatickej oblasti, agroklimatickom okrsku T7 – teplom, mierne vlhkom s chladnou zimou, s dlhodobým úhrnom atmosférických zrážok 620 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 8,6 °C. Pôdnym typom je kambizem, pôdny druh je hlinitá pôda. Na stanovišti je poloprírodný trávny porast s výskytom teplomilnej vegetácie. Lokalita **Tajov** patrí do podhorskej oblasti a nachádza sa v Kremnických vrchoch (597 m n.m.) v okrese Banská Bystrica. Patrí do mierne teplej agroklimatickej oblasti, agroklimatického okrsku M7 – mierne teplého silne vlhkého vrchovinového, s dlhodobým úhrnom atmosférických zrážok 795 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 8,1 °C. Pôdnym typom je kambizem, pôdny druh je hlinitá pôda. Poloprírodný trávny porast so zastúpením spoločenstva *Mesobromion* slúži počas vegetačného obdobia ako pasienok pre ovce. Pre hodnotenie trávnych porastov v horskej oblasti bola vybraná **Liptovská Teplička** (934 m). Táto lokalita sa nachádza v Nízkych Tatrách, v mierne chladnom agroklimatickom okrsku, s dlhodobým úhrnom atmosférických zrážok 950 mm a priemernou ročnou teplotou vzduchu 6,2 °C. Pôdnym typom je rendzina, pôdny druh je hlinitá pôda. Poloprírodný trávny porast sa využíva ako jednokosná lúka s prepasením v jesennom období.

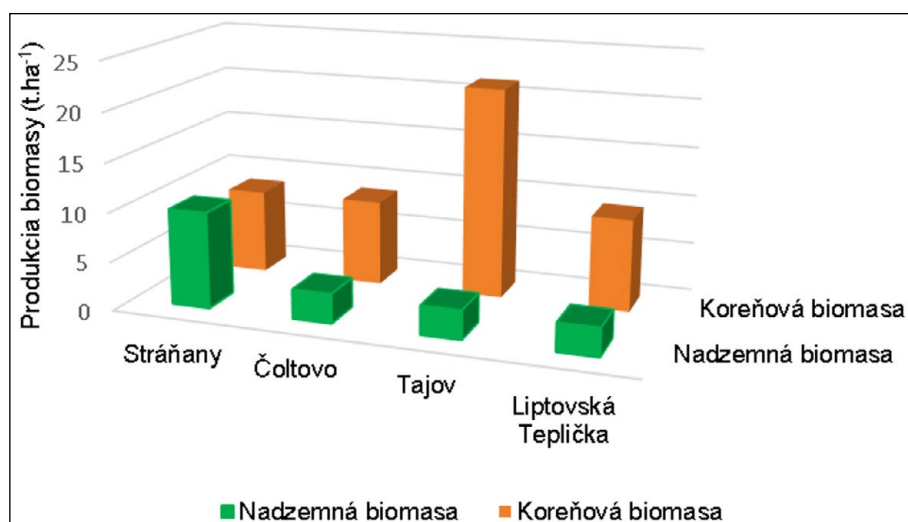
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najnižší počet rastlinných druhov sme evidovali na intenzívnom pasienku v lokalite Stráňany. Naopak trvalé trávne porasty s extenzívnym spôsobom využívania zaznamenali dvojnásobne vyšší počet rastlinných druhov (tab. 1), čo sa prejavilo aj na hodnote Shannon-Wienerovho indexu. V porovnaní s intenzívnym pasienkom v Stráňanoch boli hodnoty Shannon-Wienerovho indexu v Čoltove o jeden stupeň vyššie ($H' = 1,79$, $H' = 2,91$).

Tab. 1. Biodiverzita hodnotených trvalých trávnych porastov

Parameter	Stráňany	Čoltovo	Tajov	Liptovská Teplička
Počet rastlinných druhov	13	25	22	20
Shannon-Wienerov index (H')	1,79	2,91	2,51	2,36

Z hľadiska produkcie sušiny nadzemnej biomasy sa najvyššou úrodou vyznačoval intenzívny pasienok v Stráňanoch ($9,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Extenzívne využívané lúky v Čoltove a Liptovskej Tepličke a pasienok v Tajove dosiahli porovnateľnú produkciu sušiny nadzemnej biomasy (obr. 1).



Obr. 1. Produkcia sušiny nadzemnej a koreňovej biomasy

Tvorba, akumulácia a obrat koreňovej hmoty je významným komponentom kolobehu uhlíka a živín v ekosystémoch trvalých trávnych porastov. Pri hodnotení množstva koreňovej biomasy vo vybraných lokalitách sa prejavili rôzne tendencie. Najvyššia produkcia koreňovej biomasy na extenzívnom pasienku v Tajove je v súlade s výsledkami Fialu (2010), ktorý uvádza, že množstvo koreňovej biomasy stúpa spolu so zvyšujúcou sa nadmorskou výškou a klesajúcou teplotou vzduchu. Naopak, množstvo koreňovej biomasy je nižšie v druhovo bohatých trávnych spoločenstvách nachádzajúcich sa na vysušných stanovištiach, čo v tomto hodnotení predstavuje lokalita Čoltovo.

Výživa dojníc a spôsob kŕmenia majú zásadný vplyv na množstvo vyprodukovaného mlieka a jeho zloženie (Poplštejnová, 1991). Obsah energie a živín v jednotke sušiny krmiva je významným ukazovateľom kvality krmiva a je v priamom vzťahu k príjmu krmiva zvieratami a jeho produkčnému účinku. Dojnice zo stráveného množstva živín kryjú najskôr svoju zachovnú potrebu a až zvyšné živiny využívajú na produkciu mlieka (Pajtáš *et al.*, 2009). Ukazovateľ PMP vyjadruje produkciu mlieka korigovaného na 4% obsah tuku (FCM) z 1 kg sušiny krmiva podľa obsahu netto energie laktácie (NEL) a stráviteľných dusíkatých látok (PDI). Priemerné hodnoty PMP v tabuľke 2 ukazujú, že trvalé trávne porasty v lokalitách Liptovská Teplička a Tajov mali PMP_{NEL} vyrovnané. Nižšími hodnotami PMP_{NEL} sa prezentoval pasienok v Stráňanoch a lúka v Čoltove.

Tab. 2. Produkčný mliekový potenciál hodnotených trvalých trávnych porastov

Lokalita	Jar		Jeseň		Priemer	
	PMP _{NEL}	PMP _{PDI}	PMP _{NEL}	PMP _{PDI}	PMP _{NEL}	PMP _{PDI}
Stráňany	1,67	1,51	1,66	1,17	1,67	1,34
Čoltovo	1,69	1,55	1,66	1,45	1,68	1,50
Tajov	1,74	1,62	1,66	2,02	1,70	1,82
Liptovská Teplička	1,70	1,63	1,70	1,27	1,70	1,45

ZÁVER

Výsledky výskumu potvrdili, že diverzita rastlinných druhov je vyššia a produkcia sušiny nadzemnej biomasy je nižšia na extenzívne využívaných trvalých trávnych porastoch v porovnaní s intenzívnym pasienkom. Porovnanie PMP ukázalo, že na vybraných trvalých trávnych porastoch je možné v priemere dosiahnuť produkciu 1,67 – 1,70 kg mlieka FCM z 1 kg sušiny, za predpokladu, že budú zabezpečené požiadavky zachovnej potreby energie a živín dojníc. Pri hodnotení produkcie koreňovej biomasy nie je možné vysloviť jednoznačné závery, vzhľadom na skutočnosť, že tento proces ovplyvňujú environmentálne faktory súčasne s manažmentom trávnych porastov.

LITERATÚRA

- FIALA, K. 2010. Belowground plant biomass of grassland ecosystems and its variation according to ecological factors. *Ekologia (Bratislava)*, vol. 29 s. 182–206. ISSN 1335–342X.
- HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – KOBZA, J. *et al.* 2011. *Jednotné pracovné postupy rozborov pôd*. Bratislava: VÚPOP. 145 s.
- ISSELSTEIN, J. – KAYSER, M. 2014. Functions of grassland and their potential in delivering ecosystem services. *Grassland Science in Europe*, vol. 19, s. 199–214. ISBN 978-0-9926930-1-2.
- JAKRLOVÁ, J. 1987. Destruktivní stanovení nadzemní biomasy. In Rychnovská a kol. *Metody studia travinných ekosystémů*. Praha: Academia, s. 56 – 64.
- MPRV SR. *Správa o poľnohospodárstve a potravinárstve v Slovenskej republike za rok 2013 (Zelená správa)*. MPRV SR Bratislava, 68 s.
- MP SR. *Program rozvoja vidieka 2007 – 2013 Slovensko*. Bratislava: MP SR, 322 s.
- POPLŠTEINOVÁ, I. 1991. *Vliv výživy dojníc na složení mléka*. Praha: Ústav vedecko-technických informací pro zemědělství, 1991. 52 s.
- PAJTÁŠ, M. – BÍRO, D. *et al.* 2009. *Výživa a krmienie zvierat*. Nitra: SPU v Nitre, 2009. 150 s.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná z projektu APVV-0098 – 12 *Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb*.

HODNOTENIE FRAGMENTÁCIE KRAJINY NA BÁZE ÚDAJOV Z URBAN ATLASU

Monika Kopecká, Jozef Nováček

*Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava,
e-mail: monika.kopecka@savba.sk*

Abstrakt: Fragmentácia krajiny zapríčinená rozširujúcou sa zástavbou a dopravnou infraštruktúrou patrí k významným príčinám ohrozenia voľne žijúcich druhov v Európe a zároveň ovplyvňuje socio-ekonomický potenciál územia. Príspevok je zameraný na hodnotenie zmien fragmentácie krajiny s využitím údajov z Urban atlasu (UA) – európskeho projektu iniciovaného Európskou vesmírnou agentúrou v roku 2009. Informácie o krajine pokrývke, resp. využití krajiny v urbanizovaných oblastiach vybraných európskych miest sú získavané zo satelitných dát s vysokým rozlíšením. Za účelom hodnotenia fragmentácie bol využitý nástroj Landscape Fragmentation Tool (LFT v2.0). Zmeny fragmentácie krajiny na území okresu Nitra z rokov 2006 a 2012 dokumentujú výrazný nárast fragmentácie v rokoch 2006 – 2012.

Kľúčové slová: fragmentácia krajiny, Urban atlas, okres Nitra

Abstract: Landscape fragmentation caused by transportation infrastructure and built-up areas has a number of negative ecological effects on wildlife populations and impact on socio-economic potential of landscapes. This contribution focuses on the assessment landscape fragmentation changes based on Urban Atlas (UA data) – pan-European project initiated by the European Space Agency in 2009. The basic information about the land cover/land use of urbanized areas in selected European cities is retrieved from the high-resolution satellite images. The Landscape fragmentation tool (LFT v2.0) is used to map the landscape fragmentation in Nitra district. The results indicate significant increase of landscape fragmentation in the period 2006 – 2012.

Keywords: landscape fragmentation, Urban Atlas, Nitra district

ÚVOD

Krajina poskytuje životný priestor nielen pre človeka, ale aj pre všetky ostatné živé organizmy. Jej neustále antropogénne zmeny a ich kumulatívne dôsledky vo vzťahu k biodiverzite sú často marginalizované. Jedným zo závažných problémov dynamicky sa rozširujúcej výstavby je fragmentácia krajiny, ktorá patrí k významným príčinám ohrozenia voľne žijúcich druhov v Európe (Jaeger *et al.*, 2011). Fragmentácia rôznych druhov biotopov vedie ku kolíziám živočíchov s vozidlami, obmedzuje ich prístup k potravinovým zdrojom, urýchľuje šírenie invázných druhov rastlín, izoluje jednotlivé populácie, čo spravidla vedie k poklesu ich početnosti. V tomto kontexte je fragmentácia krajiny výsledkom transformácie pôvodne súvislého prirodzeného biotopu na menšie – antropogénnymi prvkami izolované fragmenty biotopu. Proces je evidentný najmä v dôsledku vzájomného spájania urbanizovaných, resp. intenzívne využívaných lokalít lineárnou dopravnou infraštruktúrou (cesty, diaľnice, železnice). Z tohto hľadiska zohráva významnú úlohu najmä hustota dopravných komunikácií. Jaeger *et al.* (2011) dokumentujú pozitívnu koreláciu medzi hustotou cestnej siete a dostupnosťou viacerých ekosystémových služieb. Napriek viacerým konceptom zameraným na ochranu veľkých kompaktných (nefragmentovaných) území a legislatívnym obmedzeniam týkajúcich sa záberov pôdy pre výstavbu za účelom ochrany prírodných zdrojov a biodiverzity, ako aj redukcie znečisťovania ovzdušia a podzemných vôd, rozširovanie antropogénnych areálov dynamicky narastá. Sprievodným javom je zvyšujúca sa fragmentácia krajiny a znižovanie konektivity ekostabilizačných biokoridorov.

K najvýznamnejším európskym iniciatívam v oblasti monitorovania dynamiky zástavby nepochybne patrí aj realizácia celoeurópskeho projektu Urban Atlas (UA) v rámci GMES/Copernicus land monito-

ring services, ktorý iniciovala Európska vesmírna agentúra v roku 2009. Urban Atlas umožňuje vzájomne porovnávať a hodnotiť štruktúru využitia krajiny v jednotlivých mestách a na tomto základe prijímať opatrenia na úrovni miestnych samospráv, ako aj národnej politiky. Základným zdrojom informácií o využití urbanizovaných areálov sú satelitné snímky s vysokým rozlíšením. Cieľom projektu UA je generovať porovnateľné údaje o krajinnej pokrývke pre vybraných 305 európskych miest a ich zázemí (Large Urban Zones – LUZ) pre rok 2006 (+/-1 rok) a 699 LUZ pre rok 2012 (+/-1 rok) v mierke 1:10 000. Údaje o dvadsiatich triedach krajinnej pokrývky pre 2006 a dvadsiatich troch triedach a voliteľnej triede street trees pre rok 2012 sú generované zo satelitných snímok SPOT 5, ako aj z ďalších satelitných snímok s vysokým rozlíšením počítačom podporovanou fointerpretáciou a objektovo orientovanou klasifikáciou (Meirich, 2008; Pazúr *et al.*, 2015). Minimálna mapovacia jednotka je 0,25 ha v prípade antropogénnych povrchov a 1 ha pre poľnohospodárske, lesné, mokradňové a vodné areály. Mapované triedy sú na nižších hierarchických úrovniach rozlíšené podľa hustoty zástavby.

Cieľom tohto príspevku je prezentovať zmeny fragmentácie krajiny na území LUZ Nitra v dôsledku rozširujúcej sa zástavby na báze údajov UA z rokov 2006 a 2012 pre účely environmentálneho monitoringu a regionálneho plánovania

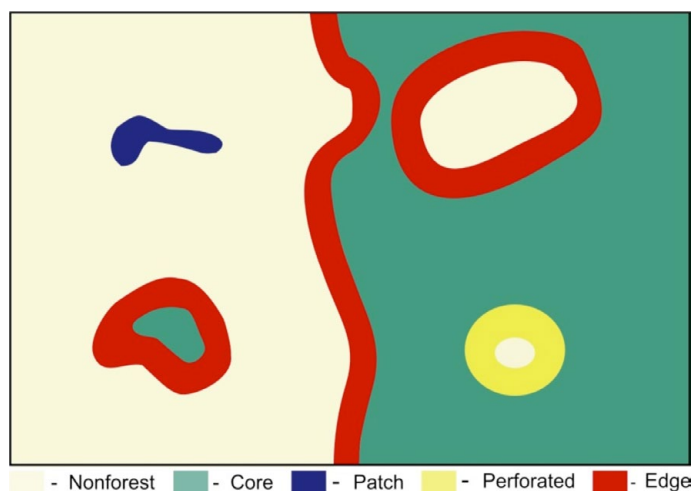
MATERIÁL A METÓDY

LUZ Nitra je identické s územím okresu Nitra. Rozprestiera sa na juhozápadnom Slovensku v oblasti Podunajskej pahorkatiny do ktorej zo severu zasahuje pohorie Tribeč. Hlavnými vodnými tokmi územia sú rieky Nitra a Žitava. Pahorkovitá časť okresu je na podstatnej časti územia odlesnená a premenená na poľnohospodársku pôdu, lokálne sa vyskytujú zvyšky teplomilných dubových lesov. Rozloha záujmového územia je približne 870 km².

Ako vstupné dáta boli využité dátové vrstvy UA2006 a UA2012. Reklasifikáciou vektorových dát v prostredí ArcGIS 10.3 bola vytvorená binárna mapa, pričom za fragmentujúce triedy boli považované urbanizované areály s výnimkou sídelnej zelene (triedy 11, 12, 13), ostatné triedy (14, 2, 3, 4, 5) boli považované za fragmentované areály. Následne boli reklasifikované vektorové dáta transformované do rastrového formátu s veľkosťou rastrovej bunky 25 m, čo zodpovedá veľkosti jedného pixelu na satelitných záznamoch. Na výslednej rastrovej mape bola fragmentujúcim triedam – urbanizovaným areálom priradená hodnota 1, ostatným triedam hodnota 2. Za účelom hodnotenia fragmentácie bol využitý nástroj Landscape Fragmentation Tool (LFT v2.0), ktorý klasifikuje binárnu mapu podľa štyroch komponentov fragmentácie: *core*, *edge*, *perforated* a *patch*. Obr. 1 ilustruje tieto štyri základné kategórie na hypotetickom príklade lesnej krajiny (podľa Vogt *et al.*, 2007).

Pri hodnotení fragmentácie krajiny rozširujúcou sa zástavbou predstavuje komponent *core* areály relatívne vzdialené od zástavby. Okrem vodných, lesných a poľnohospodárskych areálov zahŕňa aj rozľahlé parky v sídlach. *Patch* reprezentuje nezastavaný areál, ktorý je príliš malý na to, aby mal vo svojom vnútri obsiahnutú kategóriu *core*. Najčastejšie sú ako *patch* klasifikované menšie plochy sídelnej zelene. Komponent *perforated* tvoria areály oddelujúce relatívne malé izolované areály zástavby od okolitého komponentu *core*. Komponent *edge* tvoria areály na okraji fragmentovaných tried v tesnom susedstve zástavby.

Jednotlivé komponenty sú identifikované na základe zadefinovanej šírky okraja fragmentovanej krajiny (tzv. buffer). Šírka okraja predstavuje dosah predpokladaného vplyvu susedného areálu fragmentujúcej triedy (zástavby). Pixely *core* sú bunky bez vplyvu okrajového efektu. Pixely *edge* a *perforated* sa vyskytujú na periférii pixelov *core*. Pixely *patch* reprezentujú malé fragmenty, ktoré sú zo všetkých strán ovplyvnené okrajovým efektom. Prezentované výsledky sú výstupom dvoch samostatných analýz, pričom v prvej z nich boli hodnotené zmeny fragmentácie s okrajom 50 m (ochranné pásmo cesty I. triedy) a v druhej bola stanovená šírka okraja 100 m (ochranné pásmo diaľnice a rýchlostných tried).



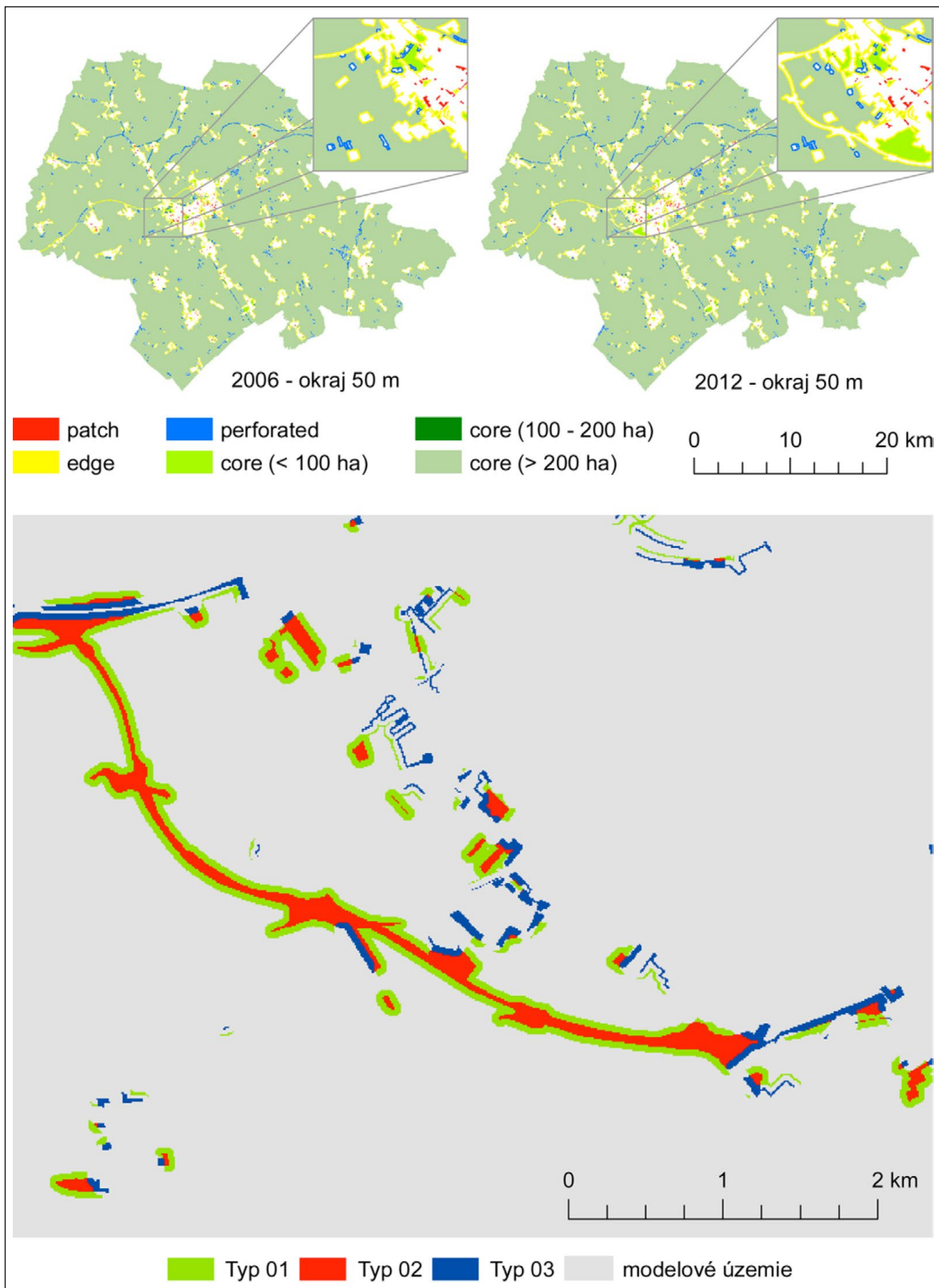
Obr. 1. Ukážka štyroch základných komponentov fragmentácie na hypotetickom príklade lesnej krajiny (Vogt et al., 2007)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

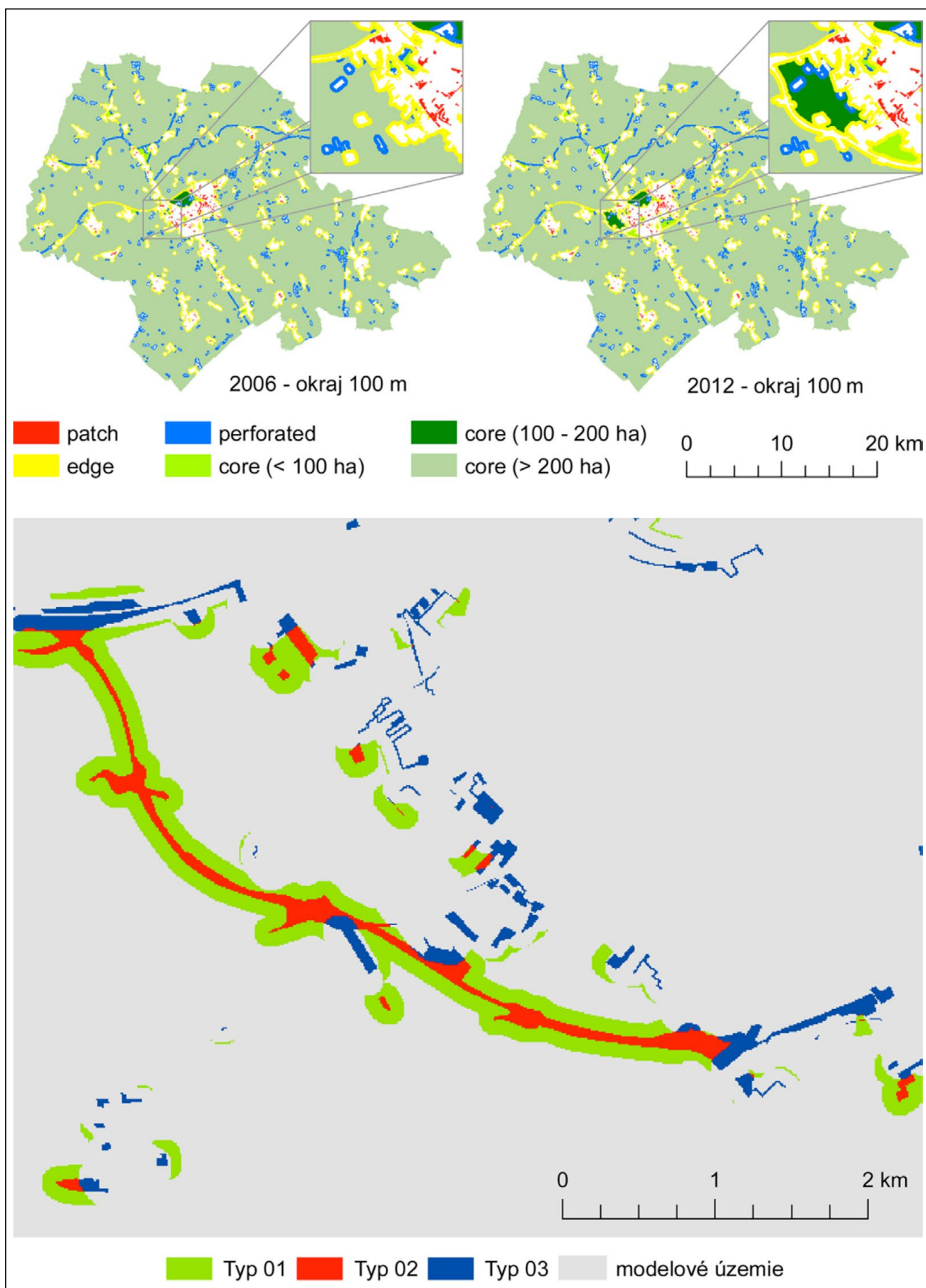
Tab. 1 dokumentuje zmeny relatívne kompaktných území (*core*) podľa troch veľkostných kategórií: nad 200 ha, 100 – 200 ha a menej ako 100 ha. V rokoch 2006 – 2012 bol zaznamenaný pokles kompaktných nezastavaných území s rozlohou nad 200 ha pri súčasnom zvýšení podielu kompaktných blokov s menšími výmerami. Spolu s nárastom zastavaných plôch sa zvýšil aj podiel ostatných komponentov fragmentácie: *patch*, *edge* a *perforated*. Zároveň je zreteľný nárast prilahlých areálov v susedstve zastavaných území. Tieto zmeny boli v prevažnej miere spôsobené výstavbou obchvatu mesta Nitra a diaľničného úseku prechádzajúceho naprieč sledovaným územím, ktorý z aspektu biodiverzity predstavuje výrazný zásah do pôvodnej krajinnej štruktúry.

Tab. 1. Zmeny v rozlohe komponentov fragmentácie na území LUZ Nitra v období 2006 – 2012 na báze dátových vrstiev UA

Komponent	Fragmentácia – okraj 50 m				Fragmentácia – okraj 100 m			
	UA2006		UA2012		UA2006		UA2012	
	rozloha (ha)	%	rozloha (ha)	%	rozloha (ha)	%	rozloha (ha)	%
zastavaná plocha	7821,13	8,98 %	8394,85	9,64 %	7821,13	8,98 %	8394,85	9,64 %
patch	99,7	0,11%	113,19	0,13%	263,78	0,30 %	294,5	0,34 %
edge	3449,48	3,96 %	3768,57	4,33 %	5604,52	6,44 %	6147,17	7,06 %
perforated	1293,46	1,49 %	1340,53	1,54 %	4000,39	4,60 %	4135,83	4,75 %
core < 100 ha	168,97	0,19 %	230,65	0,26 %	184,39	0,21 %	291,59	0,33 %
core 100 – 200 ha	0	0,00 %	0	0,00 %	183,52	0,21 %	345,21	0,40 %
core > 200 ha	74218,45	85,26 %	73203,4	84,09 %	68993,46	79,26 %	67442,04	77,47 %
Spolu	87051,19	100 %	87051,19	100 %	87051,19	100 %	87051,19	100 %



Obr. 2. Fragmentácia krajiny na území LUZ Nitra na báze dát UA z rokov 2006 a 2012 so šírkou okraja 50 m; v dolnej časti ukážka hodnotených typov zmien fragmentácie na zväčšenom výreze zo záujmového územia



Obr. 3. Fragmentácia krajiny na území LUZ Nitra na báze dát UA z rokov 2006 a 2012 so šírkou okraja 100 m; v dolnej časti ukážka hodnotených typov zmien fragmentácie na zväčšenom výreze zo záujmového územia

Obr. 2 a 3 a tab. 2 uvádzajú hodnotenie zmien fragmentácie podľa nasledovných typov:

- Typ 01: Pôvodne kompaktné areály bez vplyvu zástavby zmenené na areály v susedstve zástavby, t. j. areály *core* zmenené na *patch*, *perforated* alebo *edge*;
- Typ 02: Pôvodne kompaktné areály bez vplyvu zástavby (*core*) zmenené na zastavané areály;
- Typ 03: Areály v susedstve zástavby (*patch*, *perforated*, *edge*) zmenené na zastavané areály.

Tab. 2. Zmeny fragmentácie v rokoch 2006 – 2012 podľa jednotlivých typov v LUZ Nitra

	Fragmentácia okraj _50m		Fragmentácia okraj _100m	
	Rozloha(ha)	%	Rozloha (ha)	%
typ 01	624,17	52%	1037,59	68%
typ 02	337,08	28%	255	17%
typ 03	243,69	20%	243,69	16%
spolu	1204,94	100%	1536,28	100%

ZÁVER

Prezentovaný prístup hodnotenia umožňuje porovnávať rôzne regióny z hľadiska aktuálneho stavu fragmentácie krajiny, resp. hodnotiť intenzitu jej zmien vo viacerých časových horizontoch. Tento spôsob interpretácie UA dát zároveň poskytuje vstupné podklady pre hodnotenie budúceho vývoja fragmentácie v zázemí európskych miest v kontexte trvalo udržateľného rozvoja a potenciálu krajiny z aspektu zachovania biodiverzity, ako aj rôznych socio-ekonomických funkcií.

LITERATÚRA

- JAEGER, J. – SOUKUP, T. – MADRINAN, L. – SCHWICK, CH. – KIENAST, F. 2011. Landscape fragmentation in Europe. *EEA Report* No 2/2011. Copenhagen: European Environmental Agency. 87 s.
- MEIRICH, S. 2008. Mapping Guide for a European Urban Atlas. GSE Land Consortium. *Report ITD-0421-GSELand-TN-01*. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas/mapping-guide>
- PAZÚR, R. – KOPECKÁ, M. – FERANEC, J. 2015. Changes of artificial surfaces of Bratislava in 2006 – 2012 identified by the Urban Atlas data. In Bičík, I. *et al.* (eds.) *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World, XI*. Asahikawa: International Geographical Union Commission on Land Use/Cover Change: Hokkaido University of Education, s. 37 – 42.
- VOGT, P. – RIITERS, K. H. – ESTREGUIL C. – KOZAK, J. – WADE, T. G. – WICKHAM, J. D. *et al.* 2007. Mapping spatial patterns with morphological image processing. *Landscape Ecology*, vol. 22, no.2, s. 171 – 177. ISSN 0921-2973.

Podakovanie

Príspevok prezentuje výsledky výskumu dosiahnuté realizáciou projektu č. 2/0006/13 *Zmeny kultúrnej krajiny: analýza procesov rozširovania zástavby a pustnutia poľnohospodárskej pôdy aplikáciou databáz o krajinskej pokrývke, ktorý bol realizovaný na Geografickom ústave SAV v Bratislave a finančne podporený grantovou agentúrou VEGA.*

PROTIERÓZNE OPATRENIA AKO JEDEN ZO SPÔSOBOV ZVÝŠENIA POTENCIÁLU REGULAČNEJ AGROEKOSYSTÉMOVEJ SLUŽBY

Boris Pálka, Jarmila Makovníková, Jozef Mališ, Miloš Širáň

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy,
Regionálne pracovisko Banská Bystrica,
Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, e-mail: b.palka@vupop.sk*

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá hodnotením potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby vo vzťahu k regulácii vodnej erózie použitím protieróznych opatrení. Vo vybranom modelovom území geomorfologického podcelku Rohy sme identifikovali erózne senzitívne agroekosystémy využitím empirického modelu USLE v prostredí geografických informačných systémov (GIS). GIS slúži na analýzu a kombinovanie geografických dát z rôznych zdrojov, formátov a kartografických podkladov do jedného výstupu za účelom generovania digitálnych vrstiev dôležitých pre charakteristiku územia z pohľadu potenciálnej a aktuálnej pôdnej erózie (náchylnosť pôdy na eróziu). Využili sme indukčný prístup identifikácie ekosystémovej služby cez stanovenie indexu erózneho ohrozenia pôdy. Prostredníctvom modelovania potenciálnej straty pôdy vodnou eróziou je možné kvantifikovať potenciál regulačnej agroekosystémovej služby. Pre dosiahnutie vyššieho potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby je možné využiť protieróznou účinnosť niektorých poľnohospodárskych plodín, ktorá ale nie vždy postačuje, čo sa nám potvrdilo aj na modelovom území. Potrebné je realizovať ďalšie účinné opatrenia na redukciu vodnej erózie aj v zmysle Slovenskej technickej normy č. 75 4501.

Kľúčové slová: agroekosystém, GIS, stupeň erózneho ohrozenia pôdy (SEOP), protierózne opatrenia

Abstract: This paper deals with the evaluation of the potential regulatory agroecosystem service in relation to the regulation of the water erosion using anti-erosion measures. We have identified erosion sensitive agroecosystems using empirical model USLE by using the geographic information systems (GIS) in selected model areas of the geomorphological subunit Rohy. GIS is used to analyze and combine geographic data from different sources, formats and cartographic documents into a single output. GIS generate digital layers, that are important for territory characteristics from the perspective of potential and actual soil erosion (susceptibility to erosion). We used inductive approach to identifying the ecosystem services through the establishing the index of soil erosion threats. Through modeling a potential of soil loss by water erosion the potential of a regulatory agroecosystem services can be quantified. To achieve a higher potential of the regulatory agroecosystem service it can be used anti-erosion power of some agricultural crops, but that is not always enough, what is also confirmed on the model area. It is necessary to take further effective measures to reduce water erosion in sense of Slovak Technical Standard no. 75 4501.

Keywords: agroecosystem, GIS, the degree of soil erosion threat, anti-erosion measures

ÚVOD

Ekosystémové služby sa v poslednom období stávajú kľúčovým pojmom v oblasti udržateľného využívania prírodných zdrojov (Kľuvánková-Oravská, Chobotová, 2010). Ekosystémové služby sú definované ako prospešné toky plynúce z prírodných kapitálových zásob a naplňajúce ľudské potreby. Koncept ekosystémových služieb je významným nástrojom modelovania interakcií medzi ekosystémami a ich vonkajším prostredím v podmienkach globálnych bioklimatických zmien. Predstavuje objasnenie súvislostí medzi materiálovými tokmi, hydrickými a biogeochemickými cyklami prebiehajúcimi v ekosystémoch a medzi vonkajším prostredím. Cieľom hodnotenia a ocenenia ekosystémových služieb je prispieť k sprehľadneniu významu ekosystémov pre spoločnosť začlenením ich ekonomického hodnotenia do rozho-

dovacích rámcov (Burkhard *et al.*, 2014; Maes *et al.*, 2012; Nieto-Romero *et al.*, 2013). Poľnohospodársky využívaná pôda, agroekosystémy, pokrývajú 49 % územia SR. Pôda ako prírodný kapitál predstavuje zásoby prírodných aktív, ktoré umožňujú tok ekosystémových tovarov a služieb, ktoré naplňajú ľudské potreby. Ekosystémové služby naviazané na prírodný kapitál, pôdu (agroekosystémové služby), môžeme rozdeliť do troch základných skupín, a to zásobovacie (provízie), regulačné a kultúrne služby (Dominati *et al.*, 2010). Biodiverzita nie je sama o sebe ekosystémovou službou, je však podmienkou, základným predpokladom pre všetky ekosystémové služby podobne ako podporné procesy (MEA, 2005).

Regulačné služby zahŕňajú výsledky ekosystémových funkcií a procesov, ktoré vedú k priamemu úžitku alebo spotrebe ľudskou spoločnosťou (napr. regulácia klímy, čistenie vody, ochrana pred živelnými pohromami). Vysokú produkciu jednej agroekosystémovej služby možno často dosiahnuť len na úkor poskytovania ostatných služieb

V príspevku sa zaoberáme problematikou zvýšenia potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby znížením ohrozenia poľnohospodárskych pôd procesmi vodnej erózie na konkrétnom území.

MATERIÁL A METÓDY

V modelovom území geomorfologického podcelku Rohy sme identifikovali a zvolili si hlavné indikátory optimálneho využívania agrárnej krajiny. Modelové územie predstavuje jeden kultúrny diel (hon) ornej pôdy o výmere 18 ha, ktorý je evidovaný aj v registri poľnohospodárskej pôdy (LPIS) a predstavuje samostatný agroekosystém.

Z geomorfologického hľadiska (Hrnčiarová, 2002) patrí študované územie do podcelku Rohy, ktorý je súčasťou geomorfologického celku Zvolenská kotlina. Zvolenská kotlina je súčasťou oblasti vulkanických pohorí Slovenského stredohoria, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty, provincie Západné Karpaty, podsústavy Karpaty a Alpsko-himalájskej orografickej sústavy. Podľa agroklimatického členenia (Džatko, 2002) sa skúmané územie zaraďuje do mierne vlhkého klimatického regiónu. V záujmovom území podľa údajov z bonitačného informačného systému a geologickej charakteristiky najviac prevažujú substráty s andezitmi a im príbuznými horninami. Tieto pôdotvorné substráty dali základ pre vznik hnedých pôd (kambizemí), ktoré sú tu najrozšírenejšie. Tieto substráty sa striedajú s eolickými a soliflukčnými hlinami s prevahou sprašového materiálu (tzv. spraše vo vyšších polohách). Na týchto substrátoch sa vyvinuli prevažne hydromorfné pôdy (pseudogleje).

Modelové územie je erózne senzitívne preto vodná erózia tvorí hlavný a limitujúci faktor poskytovania služieb tohto agroekosystému. Z toho vyplýva, že je tu najviac limitovaná regulačná agroekosystémová služba (tab. 1). Vodná erózia ako jej vybraný indikátor sa hodnotil prostredníctvom modelovania jeho atribútov a limitov. Simuláciou jednotlivých protieróznych opatrení na vybranom území sme modelovali zvýšenie potenciálu agroekosystému poskytovať regulačné služby.

Pri práci sme využili geodatabázu aktualizovaných bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek, ktorú spravuje Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy a digitálny model reliéfu. Pre stanovenie limitov a odporúčaných opatrení sa použila Slovenská technická norma STN 75 4501 (Hydromeliorácie – Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy).

Tab. 1. Regulačné ekosystémové služby zabezpečované environmentálnymi opatreniami v agroekosystémoch, zdroj: MEA (2005)

	Kategória služieb	Ekosystémová služba	Bežné obhospodarovanie	Identifikácia pracovných činností pre environmentálne opatrenia
AGROEKOSYSTÉMY	Regulačné		Trvalo udržateľným využívaním poľnohospodárskej pôdy a obhospodarováním poľnohospodárskej pôdy využívanie a ochrana vlastností a funkcií takým spôsobom a v takom rozsahu, aby sa zachovala jej biologická rozmanitosť, úrodnosť, schopnosť obnovy a schopnosť plniť všetky funkcie	a) výsadba účelovej poľnohospodárskej a ochrannej zelene, b) vrstevnicová agrotechnika, c) striedanie plodín s ochranným účinkom, d) mulčovací medziplodina kombinovaná s bezorbovou agrotechnikou, e) bezorbová agrotechnika f) oševné postupy so striedaním plodín s ochranným účinkom, g) usporiadanie honov v smere prevládajúcich vetrov, h) iné opatrenia, ktoré určí pôdna služba podľa stupňa erózie.

Odnos pôdy je modelovaný cez empirický model univerzálnej rovnice straty pôdnej hmoty - USLE (Wischmeier, Smith, 1978). Výsledkom modelu USLE je strata pôdy udávaná v t/ha/rok (Styk, Pálka, 2005). Kategórie tejto straty sme si preklasifikovali na kategórie potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby (tab. 2, obr. 1).

Tab. 2. Kategórie vodnej erózie podľa USLE a kategórie potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby

Ročné straty pôdy v tonách z hektára	0,0 – 4,0	4,1 – 10,0	10,1 – 30,0	30,1 <
Kategórie vodnej erózie	Žiadna alebo nízka	Stredná	Vysoká	Extrémna
Kategórie potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby	Vysoký	Stredný	Nízky	Veľmi nízky

Pre limity odnosu pôdy sa použili hodnoty hĺbky pôdy stanovené v STN 75 4501. Posúdenie vypočítaného odnosu pôdy prípustnosťou resp. aká veľká je ohrozenosť územia vodnou eróziou, je možné podľa stupňa erózneho ohrozenia pôd (SEOP). SEOP vyjadruje ročný alebo dlhší priebeh erózných procesov relatívnou číselnou hodnotou – indexom. Index určuje zaradenie erózneho ohrozenia do piatich tried postupne narastajúcej ohrozenosti pôdy účinkami vodnej erózie.

Na základe indexov SEOP môžeme zaradiť pôdy nachádzajúce sa na záujmovom území do piatich kategórií (podľa stupňa erózneho ohrozenia) postupne od neohrozená až po katastrofálne ohrozená (tab. 3).

Tab. 3. Stupeň erózneho ohrozenia pôd vodnou eróziou, zdroj: STN 75 4501

SEOP	Názov stupňa erózneho ohrozenia pôdy (SEOP)				
	Neohrozená až mierne ohrozená	Stredne ohrozená	Výrazne ohrozená	Veľmi výrazne ohrozená	Katastrofálne ohrozená
Trieda SEOP	1	2	3	4	5
Indexy SEOP	1,00	od 1,01 do 2,00	od 2,01 do 7,00	od 7,01 do 28,00	nad 28,00

Vybrané protierózne opatrenia (tab. 4), ktoré sú odporúčané aj v STN 75 4501, sme využili na modelovanie odnosu pôdy v modelovom území, čím sa skúmal vplyv protieróznych opatrení na zmeny potenciálu vybranej regulačnej agroekosystémovej služby.

Tab. 4. Niektoré odporúčané opatrenia proti vodnej erózii, zdroj: STN 75 4501

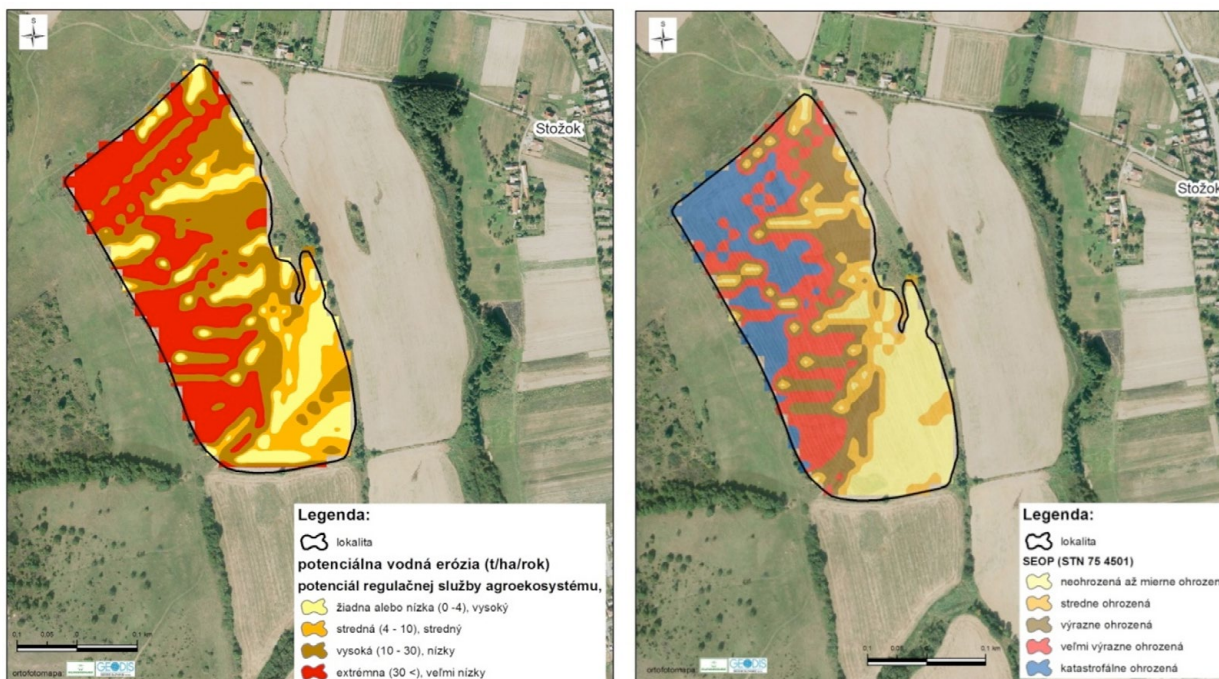
Druh protieróznych opatrení	Spôsob realizácie
Organizačné opatrenia	Protierózne rozmiestnenie kultúr a plodín
Agrotechnické opatrenia	Vrstevnicová agrotechnika Pôdoochranná agrotechnika (bezorbová agrotechnika, mulčovanie, minimálna agrotechnika, podryvanie, podmietka)
Biologické opatrenia	Pásové pestovanie plodín Protierózne oševné postupy Ochranné zatrávňovanie

Na celkové spracovanie digitálnych vrstiev, modelovanie a vytvorenie mapových výstupov sa využil geografický informačný systém firmy ESRI s názvom ArcGIS ver. 9.3.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V erózne senzibilných územiach, akým je aj naše modelové územie, samotný agroekosystém nie je v prevažnej miere schopný plniť regulačné služby a je závislý na environmentálnych zásahoch, ktorými sú rôzne druhy protieróznych opatrení. Na základe plošného rozdelenia záujmového územia podľa vypočítaných indexov SEOP môžeme konštatovať, že na väčšine jeho výmery sme zaznamenali stupeň eróznej ohrozenosti pôdy výrazne až veľmi výrazne ohrozená (obr.1, tab. 5).

V tomto prípade je už nevyhnutné na zabránenie straty regulačnej funkcie realizovať účinné protierózne opatrenia a postupy. Protierózna účinnosť niektorých poľnohospodárskych plodín nie je vždy postačujúca, ako vyplýva z obr. 2, kde je vidieť porovnanie protierózneho účinku pšenice letnej formy ozimnej a trvalého trávneho porastu. Najúčinnnejším protieróznym opatrením na danej lokalite je zatrávnenie ornej pôdy (obr. 2), čím dôjde k výraznému zvýšeniu potenciálu regulácie erózie.



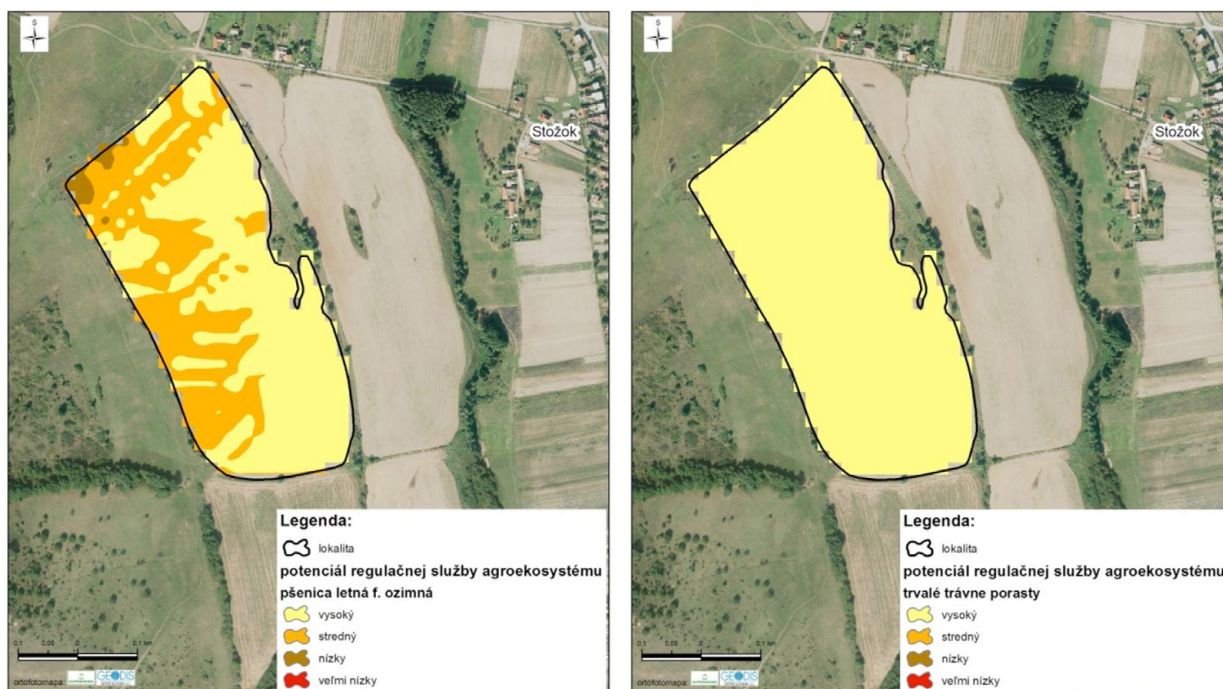
Obr.1. Potenciálna vodná erózia, potenciál regulačnej agroekosystémovej služby a erózna ohrozenosť pôdy na záujmovom území (podľa indexov SEOP)

Tab. 5. Zastúpenie SEOP v území

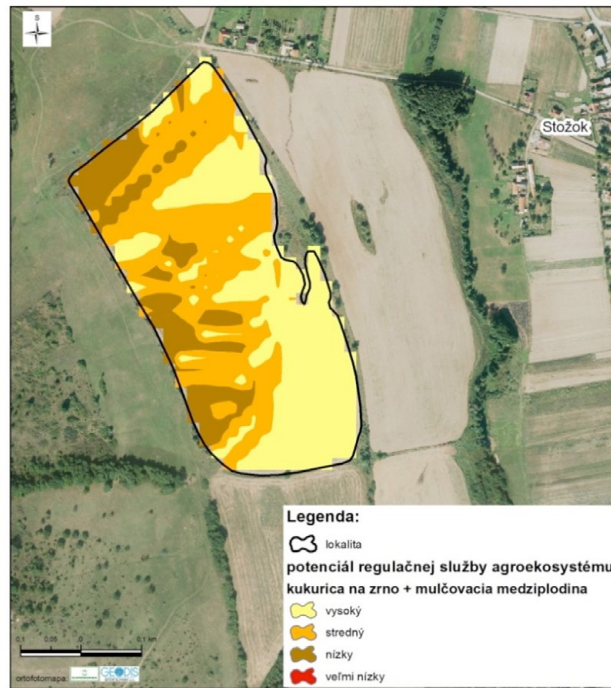
SEOP	Index SEOP	Výmera (ha)	Zastúpenie (%)
Neohrozená až mierne ohrozená	<1	5,52	30,6
Stredne ohrozená	1,01 – 2,00	1,16	6,4
Výrazne ohrozená	2,01 – 7,00	3,36	18,6
Veľmi výrazne ohrozená	7,01 – 28,00	4,20	23,3
Katastrofálne ohrozená	>28	3,80	21,1
Celková výmera		18,04	100,0

Slovenská technická norma č. 75 4501 uvádza príklady niektorých stabilizačných oševných postupov, ktoré ale majú len informatívny a doplnkový význam. Zámer zvýšenia potenciálu agroekosystémov pre plnenie regulačnej funkcie nemusí v konkrétnych podmienkach uskutočniť len samotná realizácia protieróznych oševných postupov. Mimo vegetačného obdobia je ale potrebné zabezpečiť minimálne 70 % pokrytie pôdy na čo sa môžu využiť tzv. mulčovacie medziplodiny ako napr. horčica, miešanka raže a viky atď. (Styk, Pálka, 2012).

V rámci opatrenia stabilizačných oševných postupov sme modelovali vplyv vybranej plodiny (kukurica na zrno) na zvýšenie regulačnej ekosystémovej služby, regulácii erózie. Na obrázku 3 vidíme, že na relatívne veľkej ploche záujmového pôdneho bloku potenciál regulačnej služby ostal stredný až nízky (erodovanosť: stredná až vysoká, tab. 2). Z uvedeného usudzujeme, že v prípade tohto konkrétneho kultúrneho dielu by nemala byť kukurica na zrno súčasťou stabilizačných oševných postupov (aj napriek tomu, že využijeme ochranný účinok mulčovacej medziplodiny a vrstevnicovej agrotechniky). Ak chceme použiť túto plodinu ako súčasť stabilizačného oševného postupu musí byť skombinovaná s inými účinnejšími protieróznymi opatreniami.

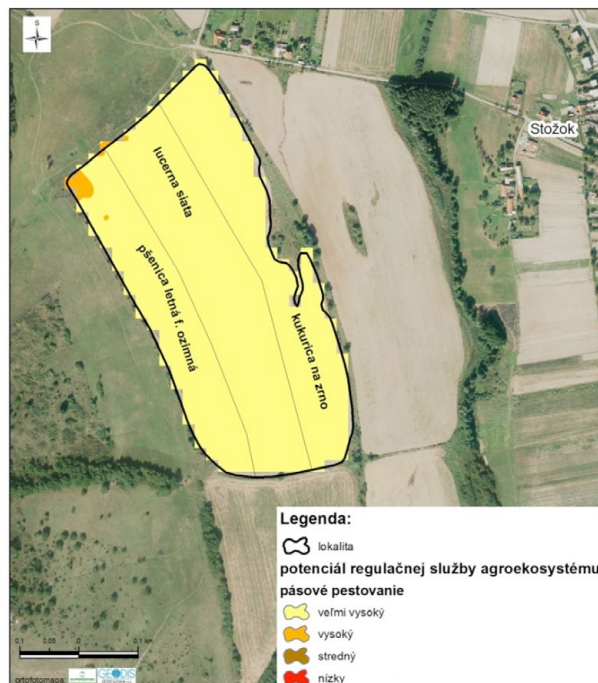


Obr. 2. Porovnanie regulácie vodnej erózie pšenicom letnou forma ozimná a trvalým trávny porastom



Obr. 3. Vplyv stabilizačného oševného postupu (kukurice na zrno a mulčovacej medziodiny) na regulačnú službu agroekosystému

V zhode s STN 75 4501 je veľmi dôležité v erózne senzitívnej krajine zabezpečenie prijateľnej veľkosti parcely. Z pohľadu zachovania regulačnej agroekosystémovej služby je potrebné na veľkoplošných hnohách rozdeliť obhospodarovanú poľnohospodársku pôdu na menšie časti (po vrstevniciach), ktoré budú oddelené najmenej 10 metrov širokými stabilizujúcimi pásmi obsiatymi ďatelinotrávami, lucernotrávami, alebo trávami na semeno.



Obr. 4. Potenciál regulačnej agroekosystémovej služby v prípade rozdelenia parcely stabilizujúcimi pásmi po vrstevniciach

Ak záujmový kultúrny diel rozdelíme stabilizujúcimi pásmi plodín na menšie časti dokážeme významne znížiť negatívny účinok vodnej erózie na pôdu a tým zvýšiť potenciál pre agroekosystémové služby

(obr. 4). Pri využití tohto opatrenia môžeme v nižších častiach parcely pestovať aj plodiny s relatívne nízkou protieróznou schopnosťou (kukurica na zrno, kukurica na siláž, ozimná repka atď.).

ZÁVER

Záverom môžeme skonštatovať, že potenciál regulačnej služby agroekosystému klesá s narastajúcim indexom SEOP. Pred samotnou realizáciou protieróznych opatrení je vhodné zhodnotiť konkrétne záujmové územie z pohľadu stupňa eróznej ohrozenosti pôd (SEOP).

Opatrenia na zníženie straty pôdy vodnou eróziou resp. jej regulácia, predstavujú zvýšenie potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby (Jarvis, 2013). Z tohto dôvodu môžeme index SEOP využiť pri hodnotení regulačnej agroekosystémovej služby a zahrnúť ho aj do celkového posudzovania agroekosystémových služieb v poľnohospodárskej krajine.

Kvantifikácia a zhodnotenie ekosystémových služieb – tovarov a služieb poskytovaných ekosystémami pre spoločnosť sa stále viac používa pri rozhodovaní v hľadanií udržateľnosti.

S problematikou potenciálu agroekosystémových služieb úzko súvisí optimalizácia využívania poľnohospodárskej krajiny, s ktorou sa stretávame v súčasnej praxi hlavne v oblasti územného plánovania, návrhoch funkčného usporiadania pozemkov alebo lokalizácie poľnohospodárskej výroby vzhľadom na trvalo udržateľné využívanie kultúrnej krajiny. Získané poznatky o modelovom území a výsledky i odporúčania sa dajú použiť aj v praxi pri vykonávaní poľnohospodárskej činnosti v danej lokalite prípadne v podobných územiach. Ďalej by sme videli využitie výsledkov v procese vzdelávania hospodáriacich subjektov na pôde, resp. pre začínajúcich hospodárov.

LITERATÚRA

- ANTAL, J. – MADERKOVÁ, L. 2014. Lokalizácia protieróznych opatrení proti vodnej erózii. In *Vedecké práce*. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, 2014, s. 7-12.
- BURKHARD, B. – KANDZIORAI, M.S. – MÜLLER, F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. *Landscape*, vol. 34, s. 1-32. ISSN 1865-1542. Official Journal of the International Association for Landscape Ecology – Regional Chapter Germany (IALE-D). Available at <http://www.landscapeonline.de/103097lo201434>.
- DOMINATI, E. – PATTERSON, M. – MACKAY, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics*, vol. 69, iss. 9, s. 1858 – 1868. ISSN 0921-8009.
- DŽATKO, M. 2002. *Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdno-ekologických regiónov Slovenska*. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, 2002. 87 s. ISBN 80-85361-94-9.
- ELIÁŠ, P. 2010. From vegetation functions to ecosystem services. *Životné prostredie*. 2010, roč. 44, č. 2, s. 59-64. ISSN 0044-4863.
- HRNČIAROVÁ, T. a i. 2002. *Atlas krajiny Slovenskej republiky*, Bratislava: Ministerstvo životného prostredia SR, 2002. 344 s. ISBN 80-88833-27-2.
- JARVIS, D. a i. 2013. Managing Agroecosystem Services. In: *Managing Water and Agroecosystems for Food Security*. Ed: Eline Boelee. London: CAB International. 2013, s. 124 – 141. ISBN 978-1-78064-088-4.
- KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T. – CHOBOTOVÁ, V. 2010. Institutions and Ecosystem Services in the Context of Market and Democratic Society. *Životné Prostredie*, 2010, roč. 44, č. 2, s. 84–87. ISSN 0044-4863.
- MEA. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment*. Washington, DC: Island Press, 2005. 137 s.

- MAES J. – HAUCK, J. – PARACCHINI M.L. – RATAMAKI O. a i. 2012. *A Spatial Assessment of Ecosystem Services in Europe: Methods, Case Studies, and Policy Analysis-Phase 2, Synthesis Report*. PEER Report no. 4. Partnership for European Environmental Research, Ispra.
- NIETO-ROMERO, M. – OTEROS-ROZAS, E. – GONZALES, J.A. – LÓPEZ, B.M. 2013. Exploring the knowledge landscape of ecosystem services assessments in Mediterranean agroecosystems: Insights for future research. *Environmental Science and Policy*, vol. 37, March 2014, s. 121-133. ISSN 1462-9011.
- STYK, J. – PÁLKA, B. 2005. Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskych pôd SR vodnou eróziou vyhodnotená využitím empirického modelu USLE. In: *Zborník prednášok*. VII. zjazd Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV. Ped. sekcia, Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2005, s. 73 – 77.
- STYK, J. – PÁLKA, B. 2012. Hodnotenie pôdochranných opatrení s možnosťou čerpania agroenvironmentálnych platieb. In: *Vedecké práce VÚPOP* č. 34. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2012, s. 122–129. ISBN 978-80-89128-98-3.
- STN 75 4501 (2000). *Hydromeliorácie - Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy – Základné ustanovenia*. 28 s.
- WISCHMEIER, W.H. – SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: Guide to conservation planning. *Agricultural Handbook* No 537, USDA, 1978, 58 s.
- Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskeho fondu v znení neskorších predpisov.

Podakovanie

Príspevok vznikol za podpory projektu APVV-0098 – 12: *Analýza, modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb*.

VYBRANÉ CHEMICKÉ VLASTNOSTI PÔDY POD INTRODUKOVANÝMI DREVINAMI V ARBORÉTE MLYŇANY, SAV

Nora Polláková¹, Jana Maková², Peter Hotka³, Peter Ferus³

¹*Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta agrobiológie potravinových zdrojov, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: Nora.Pollakova@uniag.sk*

²*Slovenská poľnohospodárska univerzita, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: Jana.Makova@uniag.sk*

³*Arborétum Mlyňany, SAV, Vieska nad Žitavou, č.178, 951 52 pošta Slepčany, e-mail: Peter.Hotka@savba.sk, Peter.Ferus@savba.sk*

Abstrakt: Výskum miestnych pôdno-ekologických podmienok je dôležitý pre úspešnú introdukciu cudzokrajných drevín. Preto cieľom tejto práce bolo charakterizovať vybrané chemické vlastnosti pôdy pod introdukovanými drevinami v Arboréte Mlyňany. Vlastnosti pôdy boli skúmané v štyroch sondách vykopaných pod porastmi: tují riasnatých, smrekov východných, borovic čiernych, tují západných mlynianskych. Bolo zistené, že okrem profilu pod tujami západnými, v ostatných profiloch bol výrazný proces degradácie a následnej illimerizácie a iluviovania. Vyššie hodnoty pH, sumy výmenných bázických kationov, stupňa nasýtenia sorpčného komplexu a nižšie hodnoty hydrolytickej kyslosti vo vrchných vrstvách pôdnych profilov boli spôsobené uvoľnením bázických kationov z mineralizácie opadu tují riasnatých a tují západných. Rôzne druhy drevín a tiež pôdotvorný substrát významne ovplyvnili hodnoty pôdnej reakcie, charakteristiky sorpčného komplexu, ale aj zásobu organickej hmoty v pôde. Vlastnosti pôdy, na ktorej sú pestované skúmané introdukované dreviny im vyhovujú, nakoľko ani jedna z nich nevykazovala žiadne fyziologické poškodenie.

Kľúčové slová: introdukované dreviny, pôda, pH, sorpcia

Abstract: The research of local soil and environmental conditions is important for the successful introduction of exotic tree species. Therefore, the aim of this study was to characterize selected chemical properties of soil under introduced trees in arboretum Mlyňany. Soil properties were studied in four pits dug under: western redcedars, oriental spruces, black pines, northern white cedars malony. It was found that beside profile under northern white cedars, in other profiles was significant degradation process and subsequent illimerization and iluviation. Higher values of pH, sum of exchange base cations, degree of base saturation and lower hydrolytic acidity of A horizons were caused by base cations released from mineralized litter of western redcedars and northern white cedars. Different tree species and also soil-forming substrates significantly affected the values of soil reaction, characteristics of sorption complex, but also the stock of organic matter in soil. The properties of soil, on which are grown studied introduced tree species conform them, because neither of them showed any physiological harm.

Keywords: introduced trees, soil, pH, sorption

ÚVOD

Vlastnosti pôdy (najmä hĺbka pôdy, hladina podzemnej vody, drenážna schopnosť pôdy, dostatočná výmena plynov medzi pôdou a atmosférou, hodnoty pH, obsah živín, biologická aktivita pôdy) sú významným faktorom prírodného prostredia ktorý určuje, aké druhy stromov môžu v danej pôde rásť. Avšak aj stromy sa významnou mierou podieľajú na zmenách pôdnych vlastností, keď ovplyvňujú fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti pôdy prostredníctvom mikroklimy pod korunami stromov, nadzemným opadom, koreňovými zvyškami a exudátmi, taktiež prerastaním koreňového systému pôdou (Polláková a Konôpková, 2012).

Introdukované dreviny predstavujú trvalú súčasť záhrad, parkov a aj plôch mestskej zelene. Druhé

bohatstvo nepôvodných druhov je hlavne v historických, parkových a záhradných úpravách vysoké, na druhej strane je však premenlivé a podlieha rôznym vplyvom a preferenciám. Intenzívny záujem o introdukované dreviny je spojený s prírodno-krajinárskym slohom a v 19. storočí nadobudol až zberateľské tendencie a postupne doznieval až do prvej tretiny minulého storočia (Reháčková, 2011).

Výskum miestnych pôdno-ekologických podmienok v prírodnom prostredí má veľký význam nielen pre lesníctvo, ale aj pre úspešnú introdukciu cudzokrajných drevín. Preto cieľom tejto práce bolo charakterizovať vybrané chemické vlastnosti pôdy pod introdukovanými drevinami v Arboréte Mlyňany.

MATERIÁL A METÓDY

Arborétum Mlyňany (48°19' s. š.; 18°21' v. d.) sa nachádza na južnom Slovensku, v údolí Žitavy, 165 – 217 m. n. m., v teplej, suchej klimatickej oblasti s priemernou ročnou teplotou 10,6 °C a úhrnom zrážok 541 mm (Hrubík a Hoška, 2007). Lokalita Arboréta leží na geologickom útvare mladotretého hornom zastúpenom neogénymi ílmi, pieskami a štrkovými terasami. Valúny štrkov sú skôr drobnejšie, väčšinou dobre opracované, prevláda kremeň, menej kremenec, andezit a ojedinele aj valúny iných hornín budujúcich Tribečské pohorie, z ktorého pri Pohronskom Inovci materiál štrkov aj pochádza. Miestami sa v nich nájdu polohy piesku rozličnej zrnitosti alebo piesčitého ílu, do ktorých štrk postupne prechádza (Steinhübel, 1957). Na tomto podloží je takmer na celej ploche naviaty sprašový materiál, ktorý postupom času prešiel na odvápnenu sprašovú hlinu vplyvom degradačných pôdotvorných procesov. Neogénne štrky sa len miestami dostávajú bližšie k povrchu a spôsobujú značné zhoršenie pôdnych pomerov (boli zistené pod pásom borovice čiernej). Sú značne priepustné, s nepriaznivými fyzikálnymi pomermi a sú minerálne chudobné. Na nich spočíva rôzne mocný návej sprašovej hliny (Cifra, 1958). Z pôdnych predstaviteľov sú najviac zastúpené hnedozem pseudoglejová, menej hnedozem modálna a hnedozem kultizemná pseudoglejová (Polláková a Konôpková, 2012).

Vybrané chemické vlastnosti pôdnych horizontov boli skúmané v pôdoznaleckých sondách, ktoré boli vykopané pod štyrmi introdukovanými druhmi drevín:

- 1 pod porastom tují riasnatých (*Thuja plicata* D. Don ex Lamb.)
- 2 pod porastom smrekov východných (*Picea orientalis* L.)
- 3 pod porastom borovic čiernych (*Pinus nigra* Arnold)
- 4 pod porastom tují západných mlynianskych (*Thuja occidentalis malony*)

Skúmané chemické vlastnosti pôdy:

- pôdna reakcia – potenciometricky – v H₂O a v 1 mol.dm⁻³ KCl (Hrivňáková *et al.*, 2011)
- suma výmenných bázických katiónov (S) – metódou Kappena (Hrivňáková *et al.*, 2011)
- hydrolytická kyslosť (H) – metódou Kappena (Hrivňáková *et al.*, 2011)
- obsah org. uhlíka (C_{ox}) – oxidimetricky metódou Ťurina (Orlov a Grišina, 1981)

Analýzy boli robené v troch opakovaniach a v práci sú uvedené priemerné hodnoty.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pôdne vlastnosti patria medzi najdôležitejšie charakteristiky stanovišta. Sú výsledkom mnohých pôdotvorných faktorov, z ktorých materská hornina patrí k najvýznamnejším. Ostatné faktory (klíma, organizmy, čas a reliéf), sa podieľajú na ďalšom formovaní pôdnych vlastností. Dobré výsledky z pestovania domácich a tiež aj introdukovaných druhov drevín možno dosiahnuť, ak sú zabezpečené vhodné pôdno-klimatické vlastnosti stanovišta.

Podľa Cifru (1958) na celej ploche areálu Arboréta bol naviaty sprašový materiál, ktorý postupom času prešiel na odvápnenu sprašovú hlinu. Minerálne chudobné neogénne štrky sa len miestami dostávali bližšie k povrchu. Na nich spočíva rôzne mocný návej sprašovej hliny. Pri našom výskume bol drobný štrk zaznamenaný v profiloch pod tujami riasnatými (2 – 3 %), smrekmi východnými (do 20 % v Btg1

horizonte) a borovicami čiernymi (do 30 % v E horizonte), kým pod porastom tují západných sa žiadny štrk nenachádzal a pôdotvorným substrátom bola karbonátová spraš. Hodnoty pôdnej reakcie, ale aj charakteristiky sorpčného komplexu uvedené v tabuľke 1 poukazujú na fakt, že okrem profilu pod tujami západnými, v ostatných profiloch došlo k výraznému procesu degradácie a následnej illimerizácie a iluviovania.

Tab. 1. Vybrané chemické parametre pôdnych profilov

Porast	Horizont	Hĺbka	pH _{KCl}	H	S	T	V
		[m]		[mmol.kg ⁻¹]			[%]
Tuje riasnaté	Ao	0,00 – 0,10	4,08	106,2	143,1	249,3	57,4
	A/E	0,10 – 0,22	3,45	136,8	70,8	207,6	34,1
	El	0,22 – 0,48	3,35	151,5	46,1	197,6	22,9
	Btg	> 0,48	3,43	118,9	158,0	276,9	57,0
Smreký východné	Au	0,00 – 0,22	3,38	175,9	22,3	198,1	11,4
	Bt	0,22 – 0,40	3,54	120,6	49,0	169,7	27,6
	Btg ₁	0,40 – 0,62	3,63	89,6	113,4	203,0	55,9
	Btg ₂	> 0,62	3,64	87,5	160,9	248,4	64,8
Borovice čierne	Ao	0,00 – 0,10	3,56	134,2	12,4	146,6	8,5
	A/E	0,10 – 0,38	3,86	60,1	9,7	69,8	13,6
	El	0,38 – 0,70	3,85	40,5	2,5	43,0	5,7
	Btg	> 0,70	3,65	54,0	70,3	124,3	56,9
Tuje západné mlynianske	Au	0,00 – 0,20	7,22	4,7	389,6	394,3	98,8
	Bt	0,20 – 0,60	6,48	7,5	246,9	254,3	97,1
	B/C	0,60 – 0,70	6,62	4,2	315,3	319,6	98,7
	Cc	> 0,70	7,38	2,1	448,0	450,1	99,5

Pozn.: H – hydrolytická kyslosť, S – suma výmenných bázických kationov, T – kationová sorpčná kapacita, V – stupeň nasýtenia sorpčného komplexu bázickými kationmi, horizonty: Ao – ochrický, Au- umbrický, A/E a B/C – prechodný, El – eluviálny luvický, Bt – iluviálny luvický, Btg – luvický mramorovaný, Cc – substrátový karbonátový

Pôdna reakcia sa považuje za najdôležitejší indikátor stavu, úrodnosti a fungovania pôdy. Poskytuje informáciu o možnej chemickej degradácii pôdy, mikrobiálnej aktivite, prístupnosti prvkov rastlinám. V Arboréte Mlyňany, druh porastu a tiež pôdotvorný substrát významne ovplyvnili hodnoty pôdnej reakcie nielen A horizontov, ale celých skúmaných profilov (tab. 1). Nízke hodnoty pH_{KCl} (<4,08) teda silno kyslá pôdna reakcia bola zaznamenaná pod porastmi tují riasnatých, smrekov východných a borovic čiernych. Na druhej strane, karbonáty v sprašovom pôdotvornom substráte pod porastom tují západných zabránili poklesu hodnôt pH pod 6,48. Najnižšie hodnoty pH boli zaznamenané v profile pod smrekmi východnými. Z literatúry je známe, že tuje riasnaté sú citlivé na zvýšenú koncentráciu solí v pôde a na atmosférické polutanty. Na druhej strane, sú široko tolerantné k pôdnym vlastnostiam, rôznemu textúrnemu zloženiu pôdy, tolerujú kyslé aj alkalické pôdy, ako aj pôdy chudobné na živiny, avšak sú schopné rásť aj v krasových územiach (Tesky, 1992). Tuje západné sú taktiež tolerantné na pôdne prostredie a rastú ako na plytkých, suchých rendzinách, tak i v oblastiach mokradí. Viac im vyhovuje neutrálna až stredne alkalická pôda (Carey, 1993). Smreký východné uprednostňujú kyslé až neutrálne pH pôdy. Borovice čierne sú tolerantné na pôdne prostredie, no obľubujú pôdy s vyšším obsahom vápnika. Majú malé nároky na obsah živín v pôde a pôdnu vlhkosť, sú náročné na teplo. Odolávajú nízkym teplotám, suchu a teplo. Používajú sa na zalesňovanie suchých devastovaných plôch a v krasových územiach, na rendzinách, príp. litozemiach karbonátových, ktoré sú skeletnaté, majú jednostranný chemizmus a prevahu Ca a Mg, nedostatok draslíka a fosforu, a hodnoty pH nad 7,2. Neznášajú zamokrené pôdy (Pagan a Rânduška, 1988; Hurych, 1995; Bublinec, 2002).

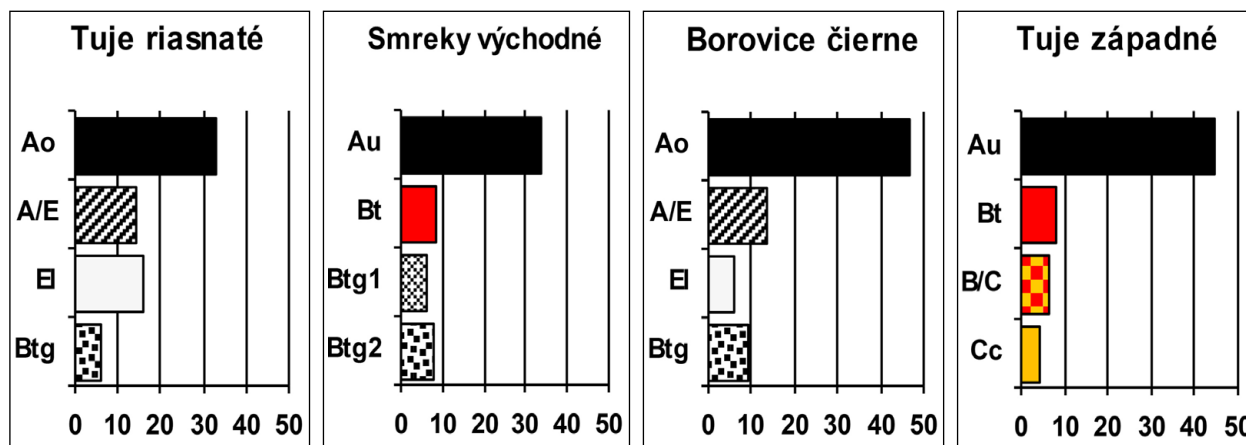
Z hore uvedených nárokov skúmaných drevín na pôdne prostredie je zrejmé, že tujam riasnatým aj smrekom východným kyslé pôdne prostredie vyhovovalo. Na pôdne vlastnosti tolerantné borovice čierne v silno kyslom pôdnom prostredí taktiež nevykazovali žiadne fyziologické poškodenie. Keďže tujam západným vyhovuje neutrálna až stredne alkalická pôda, ich výsadba na hnedozemi modálnej im prosperovala.

Zaujímavými boli priebehy hodnôt pH v pôdnych profiloch. Pod porastmi smrekov východných a borovic čiernych dochádzalo v pôdnych profiloch k postupnému zvyšovaniu hodnôt pH s hĺbkou pôdy (tab. 1). Na druhej strane, pod porastmi tují riasnatých a tují západných bol priebeh hodnôt pH odlišný. Na organickú hmotu bohatý humusový A horizont mal vyššie hodnoty pH, kým v eluviálnych a iluviálnych horizontoch bol zaznamenaný pokles pH, no v spodných vrstvách pôdnych profilov sa hodnoty pH znova zvýšili. Vyššie hodnoty pH vo vrchných vrstvách pôdnych profilov boli spôsobené uvoľnením bázických kationov z rozkladu a mineralizácie opadu tují. Tesky (1992) uviedla, že opad tují riasnatých má v listoch relatívne veľa vápnika, málo dusíka a málo fosforu. Podľa Carey (1993), opad tují západných obsahuje veľa vápnika a živín. Vysoké hodnoty sumy výmenných bázických kationov (S) pod porastmi tují potvrdili obohatenie A horizontov bázami.

Okrem pH, indikátormi pôdnej kyslosti sú kationové zloženie sorpčného komplexu a nasýtenie pôdy hliníkom. Šebesta *et al.* (2011) zistil, že postupným oksylovaním antropicky nenarušeného lesa sa hodnoty aktívneho aj výmenného pH v priebehu 60 rokov znížili o 0,1 – 0,3 jednotiek v A a B horizontoch, avšak nasýtenosť bázami poklesla o polovicu v porovnaní s pôvodnými hodnotami. V Arboréte Mlyňany vysoká produkcia nízkomolekulových organických kyselín a fulvokyselín pri rozklade málo kvalitného humusotvorného materiálu poskytovaného skúmanými drevinami, ktorý bol navyše vo forme opadu ukladaný na povrchu pôdy, sa prejavila miernou a strednou (pod porastom tují západných) a veľmi silnou hydrolytickou kyslostou (H) pod ostatnými drevinami (tab. 1). Pod porastmi tují riasnatých a západných boli hodnoty hydrolytickej kyslosti miernejšie v A horizontoch ako v nižších vrstvách, teda bázické kationy uvoľnené z mineralizácie opadu nahradili kyslé kationy vodíka a hliníka sorpčnom komplexe. Toto sa odrazilo aj zvýšenými hodnotami nasýtenia sorpčného komplexu bázickými kationmi (V) v humusových horizontoch pod porastmi tují riasnatých a západných, kým pod smrekmi a borovicami boli A horizonty extrémne nenasýtené.

Vo všetkých skúmaných profiloch boli zaznamenané zvýšené hodnoty kationovej sorpčnej kapacity (T) v humusových horizontoch (tab. 1), ktoré boli najbohatšie na pôdnu organickú hmotu (obr. 1). Je známe, že premenená pôdna organická hmotu, najmä humus, sa vyznačuje vysokou sorpčnou kapacitou 3 000 – 14 000 mmol.kg⁻¹ (Zaujec *et al.*, 2009). Na druhej strane, výrazné zníženie T korešpondovalo s prechodnými horizontmi (A/E) a najmä eluviálnymi luvickými horizontmi (El) pod porastmi smrekov a borovic, keď v prípade borovic čiernych bola hodnota kationovej sorpčnej kapacity veľmi nízka.

Vlastnosti pôdy, na ktorej boli pestované skúmané dreviny im vyhovujú, nakoľko ani jedna z nich nevykazovala žiadne fyziologické poškodenie.



Obr. 1. Profílové zobrazenie obsahu organického uhlíka v [g.kg⁻¹]

ZÁVER

Rôzne druhy drevín a tiež pôdotvorný substrát významne ovplyvnili hodnoty pôdnej reakcie, charakteristiky sorpčného komplexu, ale aj zásobu organickej hmoty v pôde Arboréta. Vlastnosti pôdy, na ktorej sú pestované tuje riasnaté, smreký východné, borovice čierne a tuje západné daným drevinám vyhovujú, nakoľko ani jedna z nich nevykazovala žiadne fyziologické poškodenie.

LITERATÚRA

- BUBLINEC., E. 2002. Cudzokrajné dreviny a pôda. In: *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zborník referátov z konferencie s medzinárodnou účasťou. Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 61 – 66. ISBN 80-967238-5-5.
- CAREY, J.H. 1993. *Thuja occidentalis*. In: *Fire Effects Information System* [online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer), October 2015 [cit. 2015 – 10-27]. <http://www.fs.fed.us/database/feis/>
- CIFRA, J. 1958. Stručná charakteristika pôdnych pomerov Arboréta Mlyňany. In *Prírodné podmienky Arboréta Mlyňany I: zborník prác*. Bratislava: SAV. s. 79 – 96.
- HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, et al. 2011. *Jednotné pracovné postupy rozborov pôd*. Bratislava: VÚPOP, 2011. 136 s.
- HRUBÍK, P. – HOŤKA, P. 2007. Charakteristika klimatických podmienok Arboréta Mlyňany SAV za obdobie 1971 – 2006 (2007). In: *Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania*. Zborník abstraktov z konferencie s medzinárodnou účasťou [CD-ROM]. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. 2007. s. 28 – 37. ISBN 978-80-969760-1-0.
- HURYCH, V. 1995. *Okrasné dreviny pro zahrady a parky*. Praha: KVĚT nakl. Česk. záhrad. svazu, 1995. 182 s. ISBN 80-85362-19-8
- ORLOV, D.S. – GRIŠINA, L.A. 1981. *Praktikum po chimiji gumusa*. Moskva: Izdatel'stvo Moskovskovo universiteta, 1981. 124 s.
- PAGAN, J. – RANDUŠKA, D. 1988. *Atlas drevín. 1. (Pôvodné dreviny)*. Bratislava: Obzor, 1987. 257 s.
- POLLÁKOVÁ, N. – KONÔPKOVÁ, J. 2012. *Vlastnosti pôdy pod vybranými domácimi a introdukovanými druhmi drevín v Arboréte Mlyňany*. Vedecká monografia. Nitra: SPU. 2012. 88 s. ISBN 978-80-552-0831-2.
- REHÁČKOVÁ, T. 2011. Kochova záhrada a parčík pri Avione – odkaz Arboréta Mlyňany v Bratislave. In *Zborník referátov z vedeckej konferencie: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany*, SAV 2011. 22. 11. 2011. Vieska nad Žitavou: Arborétum Mlyňany SAV. s. 143–150. ISBN 978-80-970849-8-1.
- STEINHÜBEL, G. 1957. *Arborétum Mlyňany v minulosti a dnes*. Bratislava: SAV. 145 s.
- ŠEBESTA, J. – ŠAMONIL, P. – LACINA, J. – OUHELE, F. – HOUŠKA, J. – BUČEK, A. 2011. Acidification of primeval forests in the Ukraine Carpathians: Vegetation and soil changes over six decades. In *For. Ecol. Manage.*, vol. 262, 2011, s. 1265–1279.
- TESKY, J.L. 1992. *Thuja plicata*. In: *Fire Effects Information System* [online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer), October 2015 [cit. 2015 – 10-27]. <http://www.fs.fed.us/database/feis/>
- ZAUJEC, A. – CHLPÍK, J. – NÁDAŠSKÝ, J. – SZOMBATHOVÁ, N. – TOBIAŠOVÁ, E. 2009. *Pedológia a základy geológie*. Nitra: SPU. 2009. 399 s. ISBN 978-80-552-0207-5.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná projektom VEGA 1/0084/13 MŠVVŠ SR.

INDEX KVALITY OVZDUŠIA AKO NÁSTROJ KOMPLEXNÉHO HODNOTENIA ENVIRONMENTÁLNEHO RIZIKA ZO ZNEČISTENIA OVZDUŠIA

Hana Stanková, Alexandra Benová, Radoslav Chudý, Martin Iring, Richard Feciskanin, Miroslav Kožuch, Eva Mičietová, Jerguš Moravčík, Vladimír Pelech, Tomáš Schmidt, Juraj Vališ

*Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15,
e-mail: stankova@fns.uniba.sk*

Abstrakt: Indexy kvality ovzdušia predstavujú nástroj pre komplexné hodnotenie znečistenia ovzdušia viacerými znečisťujúcimi látkami a zároveň nástroj komunikácie informácií o kvalite ovzdušia pre verejnosť. V rámci projektu Vedeckého parku Univerzity Komenského v Bratislave boli získané údaje o priemerných ročných koncentráciách oxidu dusičitého, oxidu siričitého, prízemného ozónu a jemných prachových častíc, na základe ktorých boli vypočítané priemerné ročné indexy kvality ovzdušia v Slovenskej republike v rokoch 2004 až 2012. Údaje o kvalite ovzdušia boli zverejnené aj na mapovom portáli projektu.

Kľúčové slová: index kvality ovzdušia, environmentálne riziko, znečistenie ovzdušia

Abstract: Air quality indexes represent a tool for the complex evaluation of air pollution by different pollutants as well as a communication tool for distribution of air quality information to the public. Within the project of Science park, Comenius University in Bratislava, year average concentrations of nitrogen dioxide, sulfur dioxide, ground ozone and particulate matter were obtained and used for a computation of year average air quality indexes in the Slovak Republic in the years 2004 to 2012. Air quality data were then published on the project map portal.

Keywords: air quality index, environmental risk, air pollution

ÚVOD

Znečistenie ovzdušia patrí k najvýznamnejším environmentálnym hrozbám súčasnosti. Hoci v Európe bolo znečistenie ovzdušia z priemyslu v poslednom období vďaka zelenej politike znížené, stále dochádza k ohrozeniu obyvateľstva smogom, ako napr. v marci roku 2015 v Paríži. Ani na Slovensku nie je situácia ideálna. Hlavným problémom je znečistenie ovzdušia jemnými prachovými časticami spolu s prízemným ozónom a oxidom dusičitým na miestach s vysokou intenzitou dopravy (Závodský, 2010). K ďalším zdrojom znečistenia patrí spalovanie domového odpadu, ktoré sa v súčasných ekonomických podmienkach rozširuje (Krajčovičová *et al.*, 2014). Takisto nedávna štúdia vedcov z medzinárodného inštitútu pre aplikované systémové analýzy (IIASA) v Rakúsku dokazuje, že najmä znečistenie ovzdušia jemnými prachovými časticami bude aj v budúcnosti spôsobovať problémy na mnohých miestach Európy, okrem iného napr. aj v mestách južného Poľska (Kiesewetter *et al.*, 2015).

Indexy kvality ovzdušia predstavujú nástroj na komplexné hodnotenie znečistenia ovzdušia viacerými znečisťujúcimi látkami a zároveň nástroj komunikácie informácií o kvalite ovzdušia pre verejnosť. Na Slovensku neboli informácie o znečistení ovzdušia v takejto komplexnej forme dosiaľ prezentované, preto sme sa v rámci projektu Vedeckého parku Univerzity Komenského v Bratislave (VP UK) zamerali na spracovanie údajov do podoby indexu kvality ovzdušia za dlhšie časové obdobie a jeho publikovania pre verejnosť. Príspevok rozoberá najpoužívanejšie indexy kvality ovzdušia a približuje problematické oblasti z hľadiska kvality ovzdušia na Slovensku.

MATERIÁL A METÓDY

Existuje viacero metód výpočtu indexov kvality ovzdušia, ktoré obyčajne rešpektujú národné štandardy ochrany ovzdušia. Všetky metódy sú založené na pomere medzi nameranými koncentráciami znečisťujúcich látok v ovzduší a ich limitnými koncentráciami, pričom sa berú do úvahy hodinové, denné alebo ročné priemerné koncentrácie. K najpoužívanejším indexom vo svete patrí index kvality ovzdušia podľa EPA a európsky index kvality ovzdušia (van den Elshout *et al.*, 2012). Air Quality Index (AQI) podľa EPA sa počíta na základe nespojitej lineárnej funkcie, pričom do výpočtu vstupuje 5 hlavných znečisťujúcich látok definovaných v tzv. Clean Air Act. Výsledné hodnoty AQI sa pohybujú v intervale od 0 do 500 a delia sa do 6 kategórií s priamou interpretáciou do oblasti environmentálneho zdravia obyvateľstva (EPA, 2013). Hodinové indexy kvality ovzdušia pre vybrané slovenské mestá vypočítané podľa metodiky EPA môžeme nájsť na internetovej stránke čínskeho projektu World Air Quality Index (<http://waqi.info/>), ktorá zverejňuje aktuálnu svetovú mapu kvality ovzdušia.

Európsky index kvality ovzdušia (Common Air Quality Index, CAQI) sa počíta z hodinových, denných aj ročných koncentrácií znečisťujúcich látok. Aby bol výpočet porovnateľný pre rôzne európske mestá, hodinové a denné indexy sa počítajú pre dva druhy situácií. Pozadový index vyjadruje všeobecnú situáciu v danej aglomerácii, kým cestný index reprezentuje situáciu na cestách s vysokou intenzitou dopravy. Hodnoty indexov sa delia do 5 kategórií, pričom hraničné hodnoty zohľadňujú krátkodobé limitné hodnoty platné v európskej legislatíve. Priemerný ročný európsky index kvality ovzdušia (Year Average Common Air Quality Index, YACAQI) sa takisto počíta na základe meraní z pozadových a cestných monitorovacích staníc, princíp výpočtu sa však líši od krátkodobých indexov. YACAQI predstavuje vzdialenosť od cieľovej hodnoty, ktorá je odvodená z európskych štandardov, t. j. limitných hodnôt pre dlhodobé znečistenie ovzdušia (tab. 1).

Tab. 1. Limitné hodnoty jednotlivých znečisťujúcich látok v ovzduší a výpočtová schéma YACAQI (Zdroj: van den Elshout *et al.*, 2012)

Znečisťujúca látka	Limitná hodnota	Výpočet
NO ₂	ročný priemer 40 µg/m ³	ročný priemer / 40
PM ₁₀	ročný priemer 40 µg/m ³	ročný priemer / 40
PM ₁₀ denné	max. 35 dní s denným priemerom nad 50 µg/m ³	Log(počet dní + 1) / Log(36)
O ₃	max. 25 dní s 8-hodinovým priemerom ≥ 120 µg/m ³	počet dní / 25
PM _{2,5}	ročný priemer 20 µg/m ³	ročný priemer / 20
SO ₂	ročný priemer 20 µg/m ³	ročný priemer / 20
benzén	ročný priemer 5 µg/m ³	ročný priemer / 20

Výsledný mestský pozadový index je aritmetickým priemerom subindexov NO₂, PM₁₀ (ročný aj denný) a O₃, kým pre dopravný index sa priemerujú subindexy NO₂ a PM₁₀ (ročný aj denný). Ostatné znečisťujúce látky sa používajú pri prezentácii YACAQI, ak sú k dispozícii vstupné údaje, čo nie je pravidlom pri všetkých mestách. Ak je hodnota YACAQI väčšia ako 1, znamená to, že jedna alebo viacero znečisťujúcich látok nesplnilo cieľové limitné hodnoty. Ak je YACAQI menší ako 1, v priemere boli limitné hodnoty splnené. Krátkodobé aj dlhodobé indexy pre vybrané európske mestá sa zverejňujú na stránke Air Quality in Europe (<http://www.airqualitynow.eu/>), slovenské mestá však medzi nimi chýbajú.

Na Slovensku bol výpočet indexu znečistenia ovzdušia stanovený vyhláškou MŽP SR č.112/1993, ktorá však stratila platnosť 1. 9. 2002 a odvtedy sa index kvality ovzdušia nezverejňuje. Sledovaním kvality ovzdušia sa na Slovensku zaoberá Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ), ktorý na svojej webovej stránke zverejňuje hodinové koncentrácie vybraných znečisťujúcich látok merané na monitorovacích staniciach. Zároveň každoročne zverejňuje aj podrobné hodnotiace správy o kvalite ovzdušia v SR, v ktorých je zataženie územia Slovenska jednotlivými znečisťujúcimi látkami v ovzduší vyjadrené formou mapových výstupov (SHMÚ, 2015). Syntetické mapy zataženia územia Slovenska základnými

znečisťujúcimi látkami vydáva Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP) v nepravidelných intervaloch v rámci environmentálnej regionalizácie SR (informačné brožúry za rok 2002, 2008 a 2010 sú dostupné na stránke SAŽP, 2015).

V Českej republike vznikli dve metódy výpočtu indexov kvality ovzdušia, prvá na pôde Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a druhá na pôde Státního zdravotního ústavu v Prahe. ČHMÚ počíta krátkodobý index na základe hodinových koncentrácií znečisťujúcich látok. Státní zdravotní ústav pod vedením Kotlíka (Kotlík, 1997) navrhol index kvality ovzdušia (IKO) koncipovaný ako otvorený systém lineárnych nespojitých závislostí, ktorého hodnotiaci škála je nezávislá na počte a druhu zahrnutých látok. Do výpočtu tak môžu byť zahrnuté všetky znečisťujúce látky so stanovenými limitnými hodnotami pre hodinové, denné alebo ročné koncentrácie. Index sa vypočíta podľa vzorca:

$$IKO = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{k_i}{K_i} \right)}{n} \quad (1)$$

kde k_i je nameraná alebo odvodená hodnota koncentrácie i -tej látky zahrnutej do výpočtu, K_i je hodnota prípustnej koncentrácie (imisného limitu) i -tej látky, a n je počet zahrnutých látok. Pri súbežnom hodnotení polietavého prachu a oxidu siričitého je nutné ako ďalší člen zahrnúť synergický vplyv oboch látok vyjadrený ako podiel súčtu nameraných koncentrácií týchto látok a prípustnej koncentrácie jednej z nich. Pri rozdielnych imisných limitoch sa berie imisný limit s nižšou hodnotou.

Výsledná hodnota indexu je definovaná nespojito, preto sa pre určenie definovaných úrovní IKO používajú nasledovné lineárne nespojité funkcie:

$$IKO_1 = IKO \cdot 3 \quad \text{pre hodnoty } IKO < 1 \quad (2)$$

$$IKO_2 = IKO + 2 \quad \text{pre hodnoty } 1 \leq IKO < 2 \quad (3)$$

$$IKO_3 = \frac{(IKO + 10)}{3} \quad \text{pre hodnoty } 2 \leq IKO < 5 \quad (4)$$

$$IKO_4 = \frac{(IKO + 20)}{5} \quad \text{pre hodnoty } IKO \leq 5 \quad (5)$$

Na základe spočítanej výslednej hodnoty IKO možno stav ovzdušia vyjadriť 6 úrovňami, ktoré sú charakterizované pomocou popisných kategórií, vyjadrujúcich environmentálne riziko (tab. 2).

K dispozícii sme mali údaje o priemerných ročných koncentráciách oxidu dusičitého (NO_2), oxidu siričitého (SO_2), prízemného ozónu (O_3), polietavého prachu s veľkosťou častíc do $10 \mu m$ (PM_{10}) a do $2,5 \mu m$ ($PM_{2,5}$). Údaje boli získané z SHMÚ vo forme pravidelného gridu s rozstupom 1 km za roky 2004 až 2012, ktorý je výstupom z numerických modelov CEMOD a IDW-A navrhnutých na SHMÚ. Na základe vstupných údajov sme zvolili metodiku výpočtu IKO podľa Kotlíka (1997), ktorá je flexibilná čo sa týka zahrnutých znečisťujúcich látok. Európsky priemerný ročný index YACAQI vyžaduje aj údaje o počte dní s prekročenými dennými limitnými hodnotami PM_{10} a O_3 , ktoré sme však v čase riešenia projektu nemali k dispozícii.

Tab. 2. Interpretácia hodnôt indexu kvality ovzdušia – IKO (Zdroj: Kotlík, 1997)

Interval IKO	Kvalita ovzdušia
$0 \leq IKO < 1$	čisté ovzdušie, priaznivé pre zdravie
$1 \leq IKO < 2$	vyhovujúce, zdravé ovzdušie
$2 \leq IKO < 3$	mierne znečistené, zdravotne prijateľné ovzdušie
$3 \leq IKO < 4$	znečistené ovzdušie, ohrozujúce citlivé osoby
$4 \leq IKO < 5$	silne znečistené ovzdušie, ohrozujúce celú populáciu
$5 \leq IKO < 6$	veľmi silne znečistené ovzdušie, zdraviu škodlivé

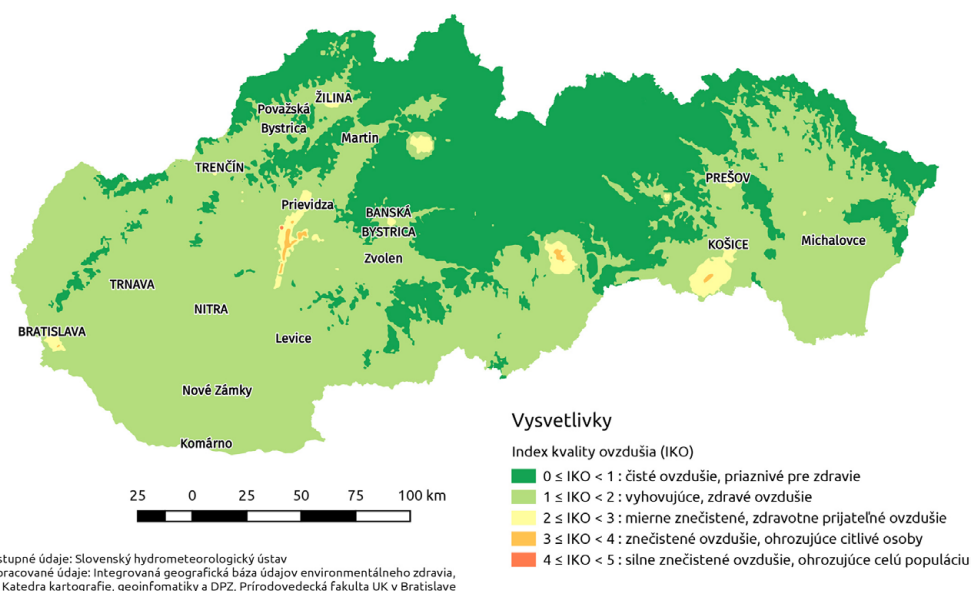
Rastrové vrstvy IKO s rozlíšením 1 km boli vypočítané za roky 2004 až 2012 na základe znečisťujúcich látok NO_2 , SO_2 a PM_{10} . Následne z nich boli generované vektorové databázové štruktúry ako vstupy do Integrovannej geografickej bázy údajov environmentálneho zdravia (IGBÚ EZ), ktorá bola vytvorená v rámci projektu VP UK a obsahuje širokú paletu environmentálnych, ako aj zdravotných indikátorov.

V prostredí IGBÚ EZ boli vypočítané aj priemerné IKO za obce. Mapy priemerných ročných IKO aj IKO za obce sú dostupné aj pre verejnosť na mapovom portáli projektu VP UK (Mapový portál projektu, 2015), ktorý disponuje nástrojmi na interaktívne dopytovanie a získavanie nových, odvodených informácií na poli environmentálneho zdravia. Funkcionalita mapového portálu je bližšie popísaná v práci Benová a Feciskanin (2014).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Index kvality ovzdušia umožňuje síce zjednodušený, ale zároveň komplexný pohľad na kvalitu ovzdušia na Slovensku. Mapa kvality ovzdušia v SR v roku 2012 (obr. 1) ukazuje, že ovzdušie na väčšine územia Slovenska môžeme charakterizovať ako vyhovujúce, nepredstavuje teda žiadne zdravotné riziko. V niektorých oblastiach ako napr. Vysoké a Nízke Tatry, Levočské vrchy, hrebeň Veľkej a Malej Fatry, Oravské Beskydy, Javorníky, Veporské a Volovské vrchy, Slanské vrchy či Vihorlat, je ovzdušie čisté, priaznivé pre zdravie.

Naopak k najviac znečisteným oblastiam patrí už dlhé roky oblasť Hornej Nitry, okolie závodu U.S.Steel južne od Košíc, okolie Žiaru nad Hronom, hlavné mesto SR Bratislava, ako aj niektoré ďalšie mestá ako Žilina, Ružomberok, Banská Bystrica či Nitra. V oblasti Hornej Nitry sú vysoké hodnoty IKO dôsledkom každoročného prekračovania limitných hodnôt SO_2 v okolí hnedouhoľnej elektrárne v Zemianskych Kostolnoch. Treba však poznamenať, že vo výpočte indexov kvality ovzdušia sa používa limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie SO_2 pre vegetáciu ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), keďže ročná limitná hodnota SO_2 pre ochranu ľudského zdravia nie je stanovená. Súčasné použitie prísneho limitu pre vegetáciu s menej prísnyimi limitmi pre PM_{10} a NO_2 spôsobuje zvýraznenie vplyvu SO_2 na úkor ostatných znečisťujúcich látok. Slabinou zvoleného IKO je aj ďalšie zvýraznenie vplyvu SO_2 zahrnutím tejto látky do výpočtu dvakrát (samostatne aj spolu s PM_{10}). Keďže IKO bol navrhnutý v čase, kedy bol ťažký priemysel významným znečisťovateľom ovzdušia, kladie dôraz práve na oxid siričitý. V súčasnej situácii pri zmenených primárnych zdrojoch by bolo vhodnejšie použiť v prípade dostupnosti vstupných údajov európsky index YACAQI (Stanková *et al.*, 2015).



Obr. 1. Priemerný ročný index kvality ovzdušia na území Slovenska v roku 2012

Čo sa týka vývoja kvality ovzdušia, od roku 2006 sa kvalita ovzdušia na Slovensku postupne zlepšovala. Súvisí to najmä s environmentálnymi opatreniami v rámci boja proti globálnemu otepľovaniu, ako aj s ekonomickou krízou a znížením výrobných kapacít niektorých priemyselných podnikov. Ani v súčasnosti však nemožno považovať kvalitu ovzdušia za vyhovujúcu, pretože napríklad denné limitné hodnoty polievavého prachu PM_{10} sú každoročne prekračované na mnohých miestach Slovenska viac ako povolených 35 dní v ro-

ku, čo predstavuje najväznejší problém znečistenia ovzdušia. Túto skutočnosť použitý IKO neodzrkadľuje, na rozdiel od európskeho indexu YACAQI, ktorý berie do úvahy aj prekračovanie denných limitov PM_{10} a O_3 .

Obsahové bohatstvo databázy IGBÚ EZ umožňuje odvodiť aj ďalšie poznatky kombinovaním priestorových informácií z rôznych oblastí týkajúcich sa environmentálneho zdravia. Príkladom môže byť zistenie administratívnych jednotiek (okresov, obcí alebo základných sídelných jednotiek), v ktorých bola v danom roku zhoršená kvalita ovzdušia. Takisto môžeme identifikovať oblasti súvislej zástavby, či úžitkovej vegetácie, ktoré boli potenciálne ohrozené zhoršenou kvalitou ovzdušia.

ZÁVER

Príspevok prezentuje index kvality ovzdušia ako nástroj na komplexné hodnotenie znečistenia ovzdušia viacerými znečisťujúcimi látkami a zároveň nástroj komunikácie informácií o kvalite ovzdušia pre verejnosť. V rámci projektu Vedeckého parku Univerzity Komenského v Bratislave boli spracované údaje o znečistení ovzdušia v rokoch 2004 až 2012 do podoby indexu kvality ovzdušia. Výsledky boli v mapovej podobe publikované aj pre verejnosť na Mapovom portáli projektu VP UK.

LITERATÚRA

- BENOVÁ, A. – FECISKANIN, R. 2014. Hodnotenie webových mapových aplikácií so zameraním na environmentálne zdravie a rizika z hľadiska ich kompozície a funkčnosti. *AGUC* 58(2), s. 193–227.
- EPA. 2013. *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index*. 26 s.
- KIESEWETTER, G. *et al.* 2015. Modelling street level PM10 concentrations across Europe: source apportionment and possible futures. *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 2015, s. 1539–1553.
- KOTLÍK, B. 1997. *Index kvality ovzdušia – IKO* [online]. [cit.2015 – 08-05]. <https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/Seminare/SSP/2001/010327/Kotlik.pdf>
- KRAJČOVIČOVÁ, J. – KREMLER, M. – MATEJOVIČOVÁ, J. 2014b. Local PM10 source apportionment for non-attainment areas in Slovakia. *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 54, No. 2/3/4, s. 166 – 174.
- MAPOVÝ PORTÁL PROJEKTU. 2015. *Enviromedicína pre 21.storočie – geografický info-systém a environmentálne zdravie* [online]. Vedecký park Univerzity Komenského v Bratislave. [cit. 2015 – 10-29]. <https://uvp.geonika.sk/map/>
- SAŽP. 2015. *Environmentálna regionalizácia SR* [online]. [cit.2015 – 10-29]. <http://www.enviroportal.sk/informacny-system-zp/spravy-o-stave-zp/environmentalna-regionalizacia-sr>
- SHMÚ. 2015. *Hodnotenie kvality ovzdušia v Slovenskej republike 2013*. 70 s.
- STANKOVÁ, H. *et al.* 2015. Index kvality ovzdušia v Slovenskej republike ako faktor environmentálneho zdravia. *Meteorologický časopis*, roč. 18, v tlači.
- VAN DEN ELSHOUT, S. *et al.* 2012. *CAQI Air Quality Index* [online]. European Union (European Regional Development Fund), 2012, 38 s. [cit. 2015 – 10-29]. http://www.airqualitynow.eu/download/CITEAIR-Comparing_Urban_Air_Quality_across_Borders.pdf
- ZÁVODSKÝ, D. 2010. História monitoringu a hodnotenia kvality ovzdušia na Slovensku. *Meteorologický časopis*, roč. 13, č. 4, s. 117 – 125.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná projektom: *Univerzitný vedecký park Univerzity Komenského v Bratislave, ITMS 26240220086* spolufinancovaným zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a projektom *APVV-0326 – 11 „Hodnotenie kvality geografických informácií pre tvorbu environmentálnych rozhodnutí“*.

STANOVENIE DRSNOSTI POVRCHU PÔDY A JEJ VÝZNAM PRI MODELOVANÍ VODNEJ ERÓZIE

Karol Šinka, Luboš Moravčík

*Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU Nitra, Tulipánová 7, 949 76 Nitra,
e-mail: karol.sinka@uniag.sk, lubos.moravcik@uniag.sk*

Abstrakt: Návrh protieróznych, či protipovodňových opatrení sa spravidla realizuje v závislosti o charakteristikách povrchového odtoku. K odhadu týchto ukazovateľov je nutné (okrem iných) poznať aj drsnosť pôdneho povrchu. Hodnota drsnosti sa definuje ako miera nerovnosti, resp. rozrušenosti pôdneho povrchu v mierke, ktorá je príliš podrobná nato, aby mohla byť zachytená prostredníctvom topografických máp. Dostupné sú predovšetkým prostredníctvom tabuľkových hodnôt podľa Manninga, Bazina, alebo ako Allmaras-ov ukazovateľ náhodnej drsnosti, definovaný pomocou mikro-reliefu (pin) metra odvodením štandardnej odchýlky z nerovností povrchu. V poslednej dobe sa táto metóda nahrádza terestrickým laserovým skenovaním (TLS), ktorá ako moderná informačná technológia je v súčasnosti intenzívne využívaná v rámci modelovania povrchov, umožňujúc generovanie digitálneho modelu terénu. Tento článok sa zameriava na tvorbu mikro-digitálneho modelu vymedzenej časti ornej pôdy s využitím TLS, výpočet drsnosti ako štandardnej odchýlky zo zaznamenaných elevácií, porovnanie výsledkov s tzv. idealizovaným pin metrom, ako aj na využitie hodnoty drsnosti v modelovaní vodnej erózie.

Kľúčové slová: drsnosť, povrch pôdy, laserové skenovanie, štandardná odchýlka, erózia.

Abstract: Erosion control or flood protection measures are frequently designed according to characteristics of overland flow. To estimate these values, it is necessary to know (among others) of soil surface roughness. The roughness value is defined as rate of disturbance or irregularity of the soil surface at such a scale which is generally too small to be captured by conventional topographic maps. It is described predominately with table values as Manning, Bazin or Allmaras's Random Roughness index, which is calculated as standard deviation from surface irregularities by micro-relief (pin) meter. Recently, this method is replaced by terrestrial laser scanning (TLS), which as a modern information technology is nowadays intensively used within surface modeling, enabling generation of digital terrain model (DTM). This paper deals with TLS to obtain a digital micro-relief model of defined part of arable land, calculation the roughness value as the standard deviation of elevation, its comparison with idealized pin meter, as well as the utilizing the roughness value in water erosion modeling.

Keywords: roughness, soil surface, laser scanning, standard deviation, erosion.

ÚVOD

Drsnosť povrchu pôdy výrazne ovplyvňuje ako erózne (vodná erózia – faktor C, veterná erózia – aerodynamická drsnosť), tak aj hydrologické procesy (povrchová akumulácia, rýchlosť povrchového odtoku, doba koncentrácie,...). Kým drsnosť pre otvorené, človekom upravené korytá je dosť podrobne spracovaná a publikovaná, v prípade orných pôd (ale aj ostatných prvkov krajinej štruktúry) sú k dispozícii menej podrobné tabuľkové hodnoty (bez „časovej“ špecifikácie), či už Manningovho alebo Bazinovho súčiniteľa drsnosti povrchu pôdy. A práve v prípade orných pôd dochádza v priebehu roka, resp. vegetačného obdobia k najvýraznejším zmenám, ktoré sú okrem pôdnych vlastností funkciou charakteristík dažďa. Cieľom príspevku je prostredníctvom moderných technológií prezentovať presný a časový málo náročný spôsob stanovenia drsnosti pôdneho povrchu, vstupujúceho okrem iných aj do revidovanej univerzálnej rovnice straty pôdy v rámci výpočtu vegetačného faktora (C-faktor).

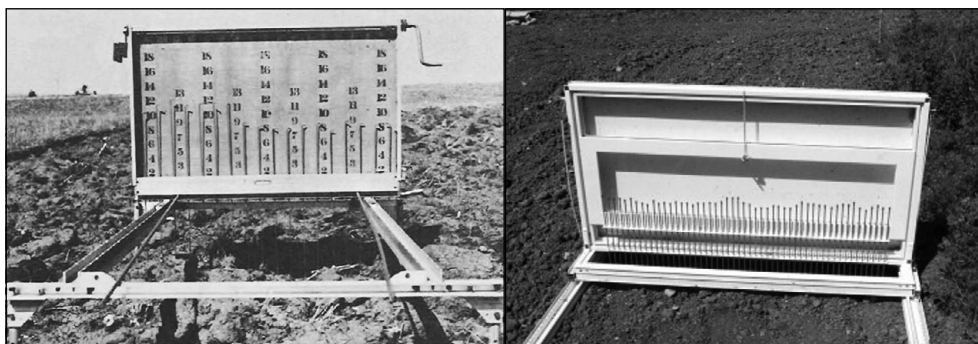
MATERIÁL A METODIKA

Termín drsnosti pôdy sa používa na popis nerovnosti alebo rozrušenosti povrchu pôdy v mierke, ktorá je príliš podrobná na to, aby mohla byť zachytená prostredníctvom bežných topografických máp. Römken a Wang (1986) rozlišujú 4 typy drsností:

1. variácie mikroreliefu (microrelief variations), ktoré sú spôsobené jednotlivými zrnami alebo mikroagregátmi,
2. náhodná drsnosť (random roughness), ktorá sa týka pôdnych hrúd,
3. orientovaná drsnosť (oriented roughness), ktorá popisuje systematické variácie reliéfu vytvárané nástrojmi na obrábanie (orba),
4. vyšší stupeň drsnosti (higher order roughness), reprezentovaný výškovými zmenami na úrovni pozemkov, povodí alebo krajiny ako takej.

Výskum drsnosti a jej účinkov na ornej pôde sa zvyčajne koncentruje na náhodnú a orientovanú drsnosť, pretože tie typy drsností sú ďaleko viac dôležité než variácie mikroreliefu, zatiaľ čo vyšší stupeň drsnosti je adekvátne popísaný prostredníctvom bežných topografických máp (t.j. vrstevnice). Počas posledných rokov široký okruh techniky bol použitý na meranie drsnosti povrchu od jednoduchých, ručne riadiacich po viac zdokonalených, bezkontaktných.

Allmaras *et al.* (1966) vyvinul ukazovateľ náhodnej drsnosti (random roughness index) na popis nerovností povrchu pôdy spôsobenú agregátmi. Inými slovami povedané sleduje drsnosť vytvorenú činnosťou nástrojov na obrábanie. Niekedy ju v literatúre nájdeme pod pojmom „cloddiness“. Napriek rozvoju drsnostných ukazovateľov v poslednom desaťročí, tento index je stále najviac a široko používaný. Náhodná drsnosť predstavuje dôležitý prvok vo výpočte pomeru straty pôdy (t.j. výpočet faktora ochranného vplyvu vegetácie, resp. C-faktora revidovanej univerzálnej rovnice pôdy – RUSLE), naproti tomu orientovaná drsnosť (hriadky, brázdy) sú súčasťou faktora účinnosti protierózných opatrení (P-faktora) v RUSLE. Samotné meranie sa pôvodne uskutočnilo prostredníctvom mechanického prístroja, zvaného „microrelief meter“, resp. „pin meter“, predstavujúci modernejšiu reprezentáciu (obr. 1).



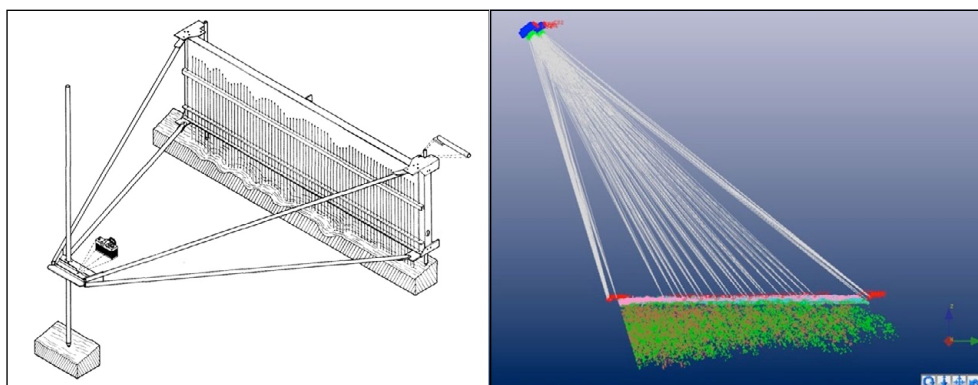
Obr. 1. *Microrelief meter* (Allmaras *et al.*, 1966) a *pin meter* (G. Moreno *et al.*, 2010) v poľných podmienkach

Prístroj „pin meter“, ako ho vidíme na obr. 1 (vpravo), bol špeciálne navrhnutý na prevádzkovanie na ploche 1 m² pozemku. Pozostával z jedného radu 35 cm vysokých „kolíkov“, umiestnených v konštrukcii, v ktorom sa vedeli hore i nadol posúvať, t.j. prispôbovať sa nerovnostiam povrchu. Vrch kolíkov bol označený modrou stuhou za účelom lepšej vizualizácie ich pozície počas kontaktu s pôdou. Pin meter bol vyvinutý tak, aby mohol byť horizontálne posunutý bez narušenia sústavy kolíkov. Celková výška prístroja, ktorá bola vyhotovená z hliníka, predstavovala 85 cm. Rad (os x) pozostával presne z 50 kolíkov s 2 cm odstupom od seba, t.j. na 1 m šírky pripadlo 50 meraní elevácie. Po odčítaní hodnôt došlo k posunu radu kolíkov v smere osy y o 2 cm a opäť sa zaznamenali namerané hodnoty. Tento proces sa zopakoval celkovo 50× (50 posunov po 2 cm = 1 m). Tým pádom sa na 1 m² vytvorilo pravidelné bodové pole elevácií so sieťou 20 × 20 mm, s celkovým počtom 2500 meraní, ktoré následne boli použité na stanovenie náhodnej drsnosti skúmanej plochy.

Pôvodný prístroj, t.j. „microrelief meter“ (obr. 1, vľavo) bol vyvinutý na meranie elevácií povrchu

pôdy so sieťou 2×2 palcov ($5,08 \times 5,08$ cm) na ploche s rozmermi 40×40 palcov ($101,6 \times 101,6$ cm). Samotná konštrukcia je autormi veľmi detailne popísaná (pozri Allmaras, *et al.*, 1966, časť: prílohy). Síce oba prístroje sa prevádzkujú na rovnakom princípe a takmer na rovnakej rozlohe, ale presnosť „pin metra“ je neporovnateľne väčšia, nakoľko „microrelief meter“ pozostáva z radu iba 20 kolíkov (18 palcov dlhých), z čoho vyplýva celkovo 400 meraní elevácií naproti 2500 meraniam.

V snahe zdokumentovať široký rozsah pomerov povrchu, od najhladšieho po najdrsnejší, a tak vyhovieť potrebe rýchleho poľného stanovenia náhodnej drsnosti pri nedostatku vhodných prístrojov, sa vytypovalo 9 rôznych pozemkov v rámci výskumného areálu „the Palouse Conservation Field Station“ vo Washingtone (USA). Na každom z 9 pozemkov sa uskutočnilo meranie náhodnej drsnosti na ploche meracej 1×1 m, princípom vyššie popísaním a mierne odlišným prístrojom: tzv. „rill meter“, (73 kolíkov, s odstupom od seba $1/2$ palca, t. j. 1,27 cm, počet priečných rezov, transketov predstavovalo 10. Na zaznamenanie nerovností povrchu (popísanej kolíkmi) bola použitá 35 mm jednooká zrkadlovka (fotoaparát) so širokouhlou šošovkou (obr. 2, vľavo). Následne sa vyhotovili čierne-biele zväčšené snímok, 8×12 palcov, na ktorých došlo k digitalizovaniu vrcholov kolíkov, t. j. k stanoveniu elevácií (Renard, *et al.*, 1997). Digitalizovanie sa uskutočňovalo v prostredí softvéru Profile meter program (podrobnejšie viď Wagner, Yiming, 1991), ktorý bol vyvinutý v roku 1992 (USDA).



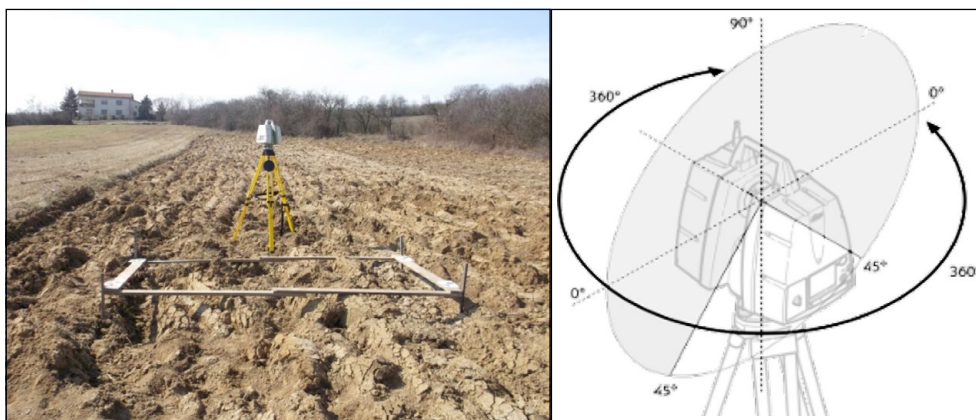
Obr. 2. Meranie drsnosti povrchu pôdy: rill meter (vľavo) a digitálna fotogrametria (vpravo)

S rozvojom moderných technológií sa čoraz viac dostáva do popredia (jednak) digitálna fotogrametria predstavujúca súbor časovo nenáročných metód pre získanie kartografických alebo geodetických súradníc objektov (v našom prípade povrchu pôdy, ale samozrejme aj stavieb, kultúrnych pamiatok, a pod.) na základe digitálnej fotografie. Spracovaním fotografií v prostredí softvéru (napr. PhotoModeler Scanner, AgisSoft Photoscan) získame husté mračná bodov (XYZ), presne popisujúce tvar rôznych povrchov pôd (obr. 2, vpravo).

Okrem digitálnej fotogrametrie sa vyznačuje aj terestrické laserové skenovanie (TLS) ako časovo efektívna alternatíva k tradičným meračským metódam skúmania drsnosti pôd. TLS je založené na automatickom získavaní veľkého množstva dát o priestorových komplexných povrchoch bezkontaktným spôsobom. Súčasný laserové skenery sú schopné generovať priestorové súradnice mapované vo sférickom súradnicovom systéme (meraním horizontálneho a vertikálneho uhla) a vzdialenosti medzi referenčným počiatkom skenera a pozorovaným bodom. Súčasný **pulzný** (time-of-flight) laserové skenery dokážu zmerať polohu cca. 10 000 až 100 000 bodov za 1 sekundu. Skenery s meraním na báze **fázových** posunov majú výkon až 1 milióna meraní za sekundu, na úkor menšieho dosahu a presnosti. Hustotu skenovaných bodov (tzv. rozlíšenie mračna bodov) je možné užívateľsky nastaviť. Tento parameter je determinovaný minimálnym uhlovým inkrementom stroja (v našom prípade $8''/8''$). Hlavným kritériom presnosti merania je vzdialenosť skenera a meraného bodu na ploche. Presnosť merania je závislá na textúre a farbe odrazivej plochy, ktoré ovplyvňujú spôsob reflexie laserového lúča. V prípade použitia špičkových pulzných skenerov sa dosah merania pohybuje v rozmedzí až 200 – 300 m, fázové skenery majú akčný rádius do 100 – 120 m. Najmodernejšie multifunkčné laserové skenery s integrovaným fotoaparátom a zabudovaným hardiskom ponúkajú možnosť tzv. true-color skenovania (TCTLS). Tento typ skenovania

ja založený na generovaní fotografií s vyšším rozlíšením v kombinácii s presným mapovaním textúry na mračná bodov, čím je možné získať presné fotorealistické zobrazenie 3D-modelu.

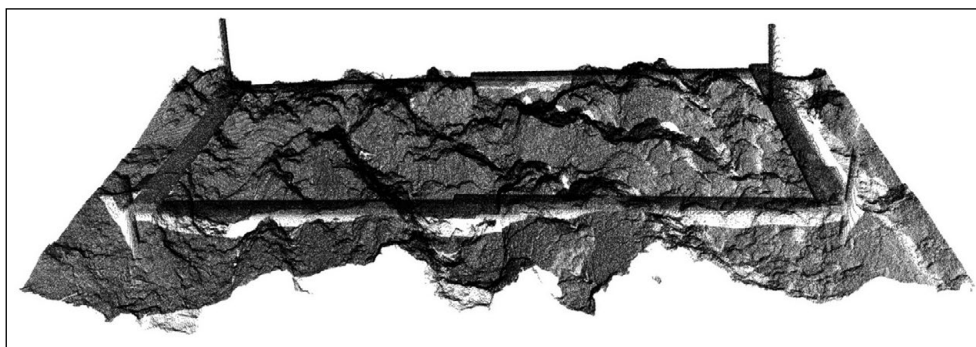
Na stanovenie drsnosti povrchu pôdy, prezentovanej v tomto príspevku bol použitý pulzný laserový skener Leica P20 (obr. 3), ktorý disponuje technológiou skenovania WFD (Waveform Digitizing) s maximálnou rýchlosťou merania až 1 000 000 bodov za sekundu pri vzdialenosti do 120 m.



Obr. 3. Výskumná lokalita a schematizácia procesu laserového skenovania

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výskum drsnosti povrchu pôdy terestrickým laserovým skenovaním sme začali realizovať dňa 17. marca 2015 na pozemku (orná pôda) v zoranom stave, situovanej v katastrálnom území Jelenec (okres Nitra). Výskumná lokalita s vnútornými rozmermi 140 × 300 cm bola lokalizovaná na svahovej dĺžke 90 m (hornú hranicu pozemku tvorí v 60. rokoch 20. storočia vybudovaná odvádzacia priekopa (obr. 3). Zaujímavé územie bolo skenované z dvoch protiláhlých pozícií skenera, nakoľko laser zachytáva iba body viditeľného povrchu. Z tohto dôvodu je nutné zmeniť pozíciu skenera na poskytnutie dostatočného pokrytia skúmanej lokality. Za účelom správneho vyhodnocovania dosiahnutých výsledkov, t.j. mračna bodov, boli použité tri 6" reflexné čiernobiele terčiky. Maximálna lineárna vektorová chyba registrácie predstavovala 1,0 mm. Akvizícia mračna bodov, reprezentujúca povrch terénu (obr. 4) bola snímaná s hustotou bodového pola 3,1mm@10m. Vyčistené mračno bodov napokon pozostávalo z 399 116 bodov. Globálna pozícia výskumnej lokality (SJTSK) bola meraná pomocou GNSS Rover – Leica GS-08Plus RTK, s presnosťou 6 mm+0.



Obr. 4. Mračno bodov zo zoraného povrchu (predmetom analýz iba vnútorná časť)

Z matematického pohľadu je mračno bodov jednoduchá dátová štruktúra. Aby bolo možné analyzovať charakter a tvar skenovaného povrchu, je nutné previesť nepravidelné bodové pole do mikro-digitálneho modelu reliéfu s cieľom rekonštrukcie povrchu. Táto rekonštrukcia musí byť zabezpečená vhodnou interpolačnou metódou, uskutočnenou napr. v prostredí GIS. Nami použitá interpolačná metóda Topo to Raster predstavuje diskretnú metódu spline s modifikáciou kritéria "roughness penalty" (dovoľuje

modelovať náhle zmeny reliéfu, Wahba, 1990). Použitím štatistických nástrojov sa na úrovni výskumnej lokality vypočítala štandardná odchýlka, definovaná vzťahom:

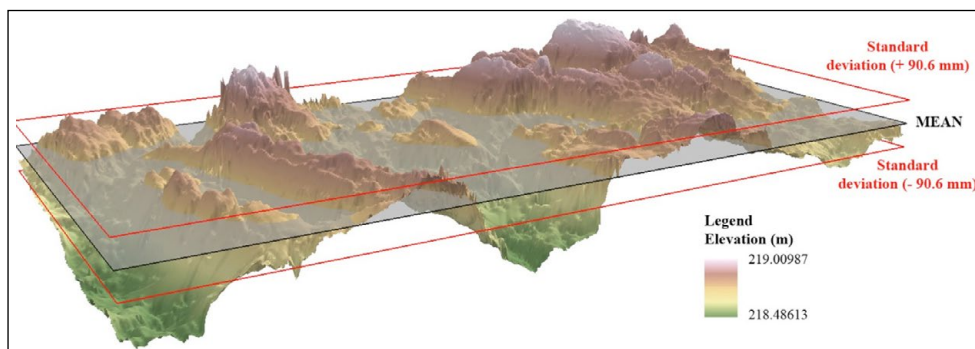
$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [(x_i) - \bar{x}]^2}$$

kde: SD – štandardná odchýlka (najväčšia pravdepodobnosť rozptylu (–)

x_i – nameraná výška (elevácia) v bode „i“ (m; cm; mm)

\bar{x} – aritmetický priemer nameraných výšok (m; cm; mm)

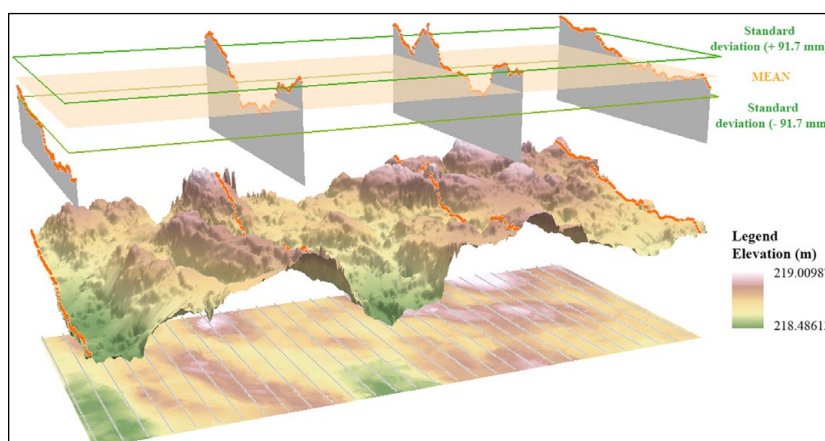
N – počet bodov, resp. buniek rastrového modelu.



Obr. 5. Mikrodigitálny model reliéfu a náhodná drsnosť zoraného povrchu

Ako z obr. 5 (rekonštruovaný povrch) vyplýva, hodnota štandardnej odchýlky, a tým aj hodnota náhodnej drsnosti z výskumnej plochy s rozlohou 4,2 m² predstavuje ± 90,6 mm.

Následne sme pristúpili k porovnaniu dosiahnutých výsledkov s idealizovaným (teoretickým) pin metrom, ktorý pozostával z radu 140 kolíkov s odstupom 1 cm v rade. Pre každý kolík sa stanovila znovu s využitím štatistických nástrojov GIS hodnota elevácie. Tieto “merania” sa zopakovali 30 krát, a to po posunutí pin metra vždy o 10 cm v medziradi. Týmto spôsobom sme dosiahli celkovo 4200 (= 140 × 30) meraní výšok. Výsledná štandardná odchýlka, a teda aj hodnota náhodnej drsnosti bola ± 91,7 mm (obr. 6; z 30 profilov sa kvôli prehľadnosti vizualizujú iba 4). Tým sme dosiahli veľmi podobný výsledok, ako zo spracovania takmer 400 000 bodov mračna. Či nami dosiahnutá podobnosť výsledkov je náhoda alebo pravidlo, potvrdí až ďalší výskum.



Obr. 6. Náhodná drsnosť zoraného povrchu s aplikáciou idealizovaného pin metra

Už v tejto chvíli však môžeme konštatovať, že stanovenie drsnosti povrchu pôdy laserovým terestrickým skenovaním je neporovnateľne menej časovo náročné ako získavanie dát prostredníctvom reálneho pin metra, ktorý od idealizovaného sa odlišujem predovšetkým v zahĺbení kolíkov po povrch pôdy, pritom toto zahĺbenie nemožno všeobecne považovať za konštantné. Ďalšou nevýhodou reálneho pin metra je spracovanie nameraných dát, ktoré v dnešnej dobe sa môže efektívne realizovať iba s využitím moderných technológií (napr. fotogrametria).

ZÁVER

Príspevok prezentuje možnosti stanovenia drsnosti pôdneho povrchu s využitím moderných technológií, a to terestrického laserového skenovania, vyúsťujúceho do mračna bodov, následne interpolovania rastrového (uzavretého) modelu a odvodenia štandardnej odchýlky z jednotlivých elevácií. Týmto spôsobom vypočítaná hodnota náhodnej drsnosti má svoje opodstatnenie nielen v hydrologických analýzach, ale aj vo výpočte straty pôdy.

Drsný povrch má mnoho depresí a bariér, ktoré počas zrážkovej udalosti zachytávajú vodu (povrchový odtok), ako aj sedimenty. Dochádza tým k nižšej intenzite erózie, ako v prípade hladkých povrchov za podobných podmienok. Zvýšenie drsnosti povrchu znižuje transportnú kapacitu, a to znížením rýchlosti odtoku. Drsnosť pôd taktiež ovplyvňuje mieru a intenzitu tmelenia pôdy, tvorby pôdneho prísušku dopadom dažďových kvapiek. Pôdy ponechané v drsnom stave majú z toho dôvodu zvyčajne vyššiu intenzitu infiltrácie.

Nemožno pritom tvrdiť, že iba drsnosť ovplyvňuje vodnú eróziu, ale aj naopak, vodná erózia, resp. povrchovo odtekajúca voda ako dôsledok zrážkových udalostí má podstatný vplyv na zmenu drsnosti. Táto zmena však nemusí znamenať iba zníženie drsnosti, najmä ak dochádza k tvorbe mikrorýh, ktoré opäť zvyšujú drsnosť pôdy (hoci v negatívnom smere). Naším zámerom je preto dlhodobé sledovanie drsnosti povrchu pôdy za účelom odvodenia závislosti medzi iniciálnou drsnosťou a aktuálnou drsnosťou, „modifikovanou“ zrážkovými udalosťami.

LITERATÚRA

- ALLMARAS R. R. *et al.* 1966. Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. *USDA Conserv. Res. Rep.* 7. s.1 – 22.
- GARCIA MORENO R. *et al.* 2008. A shadow analysis method to measure soil surface roughness. *Geoderma* 146, s. 201–208.
- FRÖHLICH, C. – METTENLEITER, M. 2004. Terrestrial Laser Scanning – New Perspectives in 3D Surveying. In: *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* Vol. XXXVI – 8/W2. Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment 03 – 06 October, 2004. Freiburg, Germany, s. 7 – 13.
- KONC, L. 2008. Analysis of soil conditions in land consolidation projects using the example of the cadastral area of Horne Hamre. In *Ekologické štúdie VII*. Bratislava: SEKOS pri SAV, s. 103 – 111. ISBN 978-80-968901-5-6 (in Slovak)
- KONDRLOVÁ, E. – IGAZ, D. *et al.* 2013. Surface cover roughness assessment for riparian zones river channels with various channel management. In *Növénytermelés*. ISSN 0546 – 8191. ISSN 2060-8543 (Online), vol. 62, suppl., s. 359 – 362.
- LEMMENS M. 2011. *Geo-information, Geotechnologies and the Environment 5*. Springer Science+Business Media B.V. DOI 10.1007/987-94-001-1667-4_6. Chapter: Terrestrial Laser Scanning, s.101 – 120.
- MUCHOVÁ, Z. – LEITMANOVÁ, M. – PETROVIČ, F. 2014. Process of land consolidation in Slovakia (Case study of Veľké Vozokany). In *Advances in educational research*. Vol. 49 (2014), s. 69 – 76. ISSN 2160-1070.
- RENARD, K. *et al.* 1997. *Agriculture Handbook*. U. S. Department of Agriculture. 703 s.
- RÖMKENS, M. J. M. – WANG, J. Y. 1986. Effect of tillage on surface roughness. *Trans. ASAE* 29: s. 429–433.
- WAHBA, G. 1990. *Spline models for Observational data*. Paper presented at CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics. Philadelphia: Soc. Ind. Appl. Maths.
- ZOBECK T. M. – ONSTAD C. A. 1987. Tillage and rainfall effects on random roughness: A review. *Soil and Tillage Res.* 9. s.1 – 20.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná projektmi VEGA č. 1/0656/12 a VEGA č. 1/0268/14.

HODNOTENIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB (REKREAČNÉ A NEÚŽITKOVÉ HODNOTY) V NÁRODNOM PARKU MALÁ FATRA

Juraj Švajda, Ivan Vološčuk

*Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Tajovského ul. 41, 974 00 Banská Bystrica,
e-mail: juraj.svajda@umb.sk, ivoloscuk@azet.sk*

Abstrakt: Príspevok prináša prvé predbežné výsledky hodnotenia rekreačných a neúžitkových ekosystémových služieb Národného parku Malá Fatra. Výskum bol založený na dotazníkovom prieskume návštevníkov Národného parku Malá Fatra, kde sa nachádza 160 km značených turistických chodníkov. Priemerná ročná návštevnosť je približne 500 000. Otázky sa vzťahovali na ochotu platiť za vstup do národného parku, na poznanie národného parku, na obľúbené aktivity, na náklady súvisiace s návštevou územia národného parku, na ochotu podieľať sa na financovaní činnosti ochrany prírody a na demografické charakteristiky návštevníkov. Získané predbežné výsledky boli porovnané s publikovanými výsledkami z územia Národného parku Veľká Fatra, Slovenský raj, Muránska planina a poľského Tatranského národného parku. Výskum bude pokračovať v roku 2016 s cieľom rozšíriť počet respondentov.

Kľúčové slová: ekosystémové služby, národný park, turistická návštevnosť, hodnotenie

Abstract: This work reports the first preliminary results of recreation and non-use ecosystem services in Malá Fatra National Park. The research was based on a questionnaire survey of visitors of the National Park Malá Fatra, where is 160 km marked hiking trails. Average annual attendance in National Park is about 500,000 visitors. The questions concerned the willingness to pay for entrance to the national park, to the knowledge of the national park, favorite activities, the costs concerning of visits to the territory of the national park, willingness to participate in financing the activities of nature protection and demographic characteristics of visitors. Preliminary results obtained were compared with the published results of the National Parks Veľká Fatra, Slovenský raj, Muránska planina and Polish Tatras National Park. Research will continue in 2016 in order to expand the number of respondents.

Keywords: ecosystem services, national park, tourist traffic, valuation

ÚVOD

Ekosystémové služby sa chápu ako tovary a služby, ktoré poskytuje príroda pre udržanie života ľudskej spoločnosti na Zemi. Miléniové hodnotenie ekosystémov (MEA, 2005) rozlišuje 4 skupiny ekosystémových služieb: podporné, zásobovacie, regulačné a kultúrne. Kultúrne služby sú nemateriálne prínosy a úžitky, ktoré človek získava z ekosystémov. Súčasťou kultúrnych služieb je aj rekreácia, estetické zážitky v prírode a ekologická turistika (Vološčuk, 2013). V súčasnosti sú dostupné tri medzinárodné klasifikácie ekosystémových služieb: Miléniové hodnotenie ekosystémov (MEA), Ekonomika ekosystémov a biodiverzity (TEEB) a Spoločná medzinárodná klasifikácia ekosystémových služieb (CICES). V podstate sa všetky navzájom prekrývajú.

V druhej polovici 20. storočia sa v USA a Európskej vedeckej oblasti začala formovať ekonomická ekológia, ktorá považuje úžitky prírody za oceniteľné a vymeniteľné služby (Odum, H. T., 1996; Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997; Muradian *et al.*, 2009; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). V Čechách sa toto problematikou zaoberali najmä Seják (2012), Seják *et al.* (2010) a vo vzťahu k lesným ekosystémom Šišák (1993, 1994), Vyskot, Schneider, 2012) a iní autori. Na Slovensku oceňovaním lesných ekosystémov sa zaoberali Papánek (1978), Čaboun *et al.* (2010) a iní. Oceňovaním poľnohospodárskych pôd sa zaoberal Vilček (2006) a iní. Teoretický prehľad ekosystémových služieb a funkcií lesných ekosystémov publikoval Vološčuk (2013).

Z doteraz známych metód oceňovania ekosystémových služieb možno uviesť preferenčné (dotazníkové, dopytové) metódy, nákladové expertné metódy, metódy analýzy vlozenej energie, kombináciu biofyzikálneho prístupu a náhrady nákladov.

V príspevku sa zameriavame na hodnotenie rekreačnej a turistickej hodnoty Národného parku Malá Fatra.

METODIKA

Dôležitou súčasťou celkovej ekonomickej hodnoty ekosystémových služieb v chránených územiach sú aj rekreačné a neúžitkové hodnoty (MEA, 2005; Švajda, Sabo, 2013). Na zber dát sme použili v NP Malá Fatra metodický rámec vytvorený a adaptovaný pre karpatské chránené územia (Bucur, Strobel, 2012). Dotazníkový prieskum bol vykonávaný priamo v teréne medzi návštevníkmi chráneného územia a zameriaval sa na zisťovanie preferencií návštevníkov, pričom sa využívala metóda na zisťovanie ochoty platiť (WTP) vstupný poplatok na udržanie NP, vrátane rekreačných a neúžitkových hodnôt. Dotazníkový prieskum sa realizoval v mesiacoch júl až august 2015 na chatách Klačianska Magura, Pod Suchým / Pod Chlebom na vzorke 67 respondentov (zo Slovenska 50, Českej republiky 16, Poľska 1). Počet respondentov nie je vysoký, v každom prípade však výsledky prinášajú aspoň rámcový obraz o situácii na území NP Malá Fatra.

Štandardizovaný dotazník obsahoval otázky, ktoré boli zamerané aj na zisťovanie preferencií návštevníkov – ich ochoty platiť za ochranu prírody (WTP). Spolu bolo položených 26 otázok (uzavretých, poloopených a otvorených). Cieľom bolo zistiť povedomie návštevníkov o NP, zistiť viac o ich návšteve a obľúbených aktivitách. Ďalšie otázky boli smerované na ich náklady v súvislosti s návštevou NP a sledovali ich ochotu podieľať sa na financovaní ochrany prírody resp. ich postoje k financovaniu ochrany prírody. V dotazníku boli najmä otázky na motívy platieb a financovanie ochranných aktivít škálované v rámci 5bodovej stupnice (1 – plne súhlasím až 5 – úplne odmietam). Súčasťou otázok boli aj vybrané demografické charakteristiky respondentov ako pohlavie, vek, počet osôb žijúcich v spoločnej domácnosti, celkový príjem na domácnosť, vzdelanie a súčasné zamestnanie. Podobné otázky boli respondentom položené aj v iných chránených územiach, čo umožňuje porovnávanie návštevníkov a ich postojov.

Hodnotu rekreácie/cestovného ruchu VRT v NP Malá Fatra sme vypočítali podľa vzorca:

$$VRT = SM * DM * NV,$$

kde SM je stredná hodnota výdavkov na osobu a deň, DM je priemerná dĺžka pobytu návštevníka, NV je priemerný počet návštevníkov národného parku.

Existenčnú hodnotu VE sme vypočítali pomocou kontingenčného ocenenia (contingent valuation) podľa vzorca:

$$VO = NP * WTP_m * SE,$$

kde NP je počet obyvateľov krajiny nad 14 rokov, WTP_m je priemerná hodnota ochoty platiť za osobu, SE je podiel respondentov, ktorí považujú motív za prioritný. Zdroje dát: národné štatistiky, dotazník.

Hodnota zachovania NP Malá Fatra pre budúce generácie VB bola vypočítaná pomocou kontingenčného ocenenia podľa vzorca:

$$VB = NP * WTP_m * SB,$$

kde SB je podiel respondentov, ktorí považujú motív za prioritný.

Opčná hodnota VO v NP Malá Fatra bola vypočítaná pomocou kontingenčného ocenenia (contingent valuation) podľa vzorca:

$$VO = NP * WTP_m * SO,$$

kde SO je podiel respondentov, ktorí považujú motív za prioritný.

VÝSLEDKY

Rekreačné a neúžitkové hodnoty

Analýza potenciálu NP Malá Fatra

Rekreačná návštevnosť má dva hlavné sezónne cykly (leto, zima), pričom na letné obdobie pripadá väčší podiel návštevnosti (Pagáč, Vološčuk *et al.*, 1983). Najviac navštevovanou a hlavnou turistickou destináciou je Vrátna dolina (70 % celkového počtu návštevníkov). Z celkového počtu návštevníkov tvoria denní návštevníci t. j. bez prenocovania cca 60 % celkového počtu návštevníkov. K hlavným rekreačným aktivitám na území NP patrí pešia turistika (cca 50 % návštevníkov), celkovo je na území 160 km značkovaných turistických chodníkov. Z ďalších aktivít možno spomenúť cykloturistiku a zjazdové lyžovanie. Výhodou NP je relatívna dostupnosť lokalít v rámci územia, nedostatočným sa stále javí väčšia propagácia a zatraktívnenie lokalít v rámci NP, čo by zvýšilo resp. naplnilo doteraz nevyužitý potenciál územia v oblasti mäkkého turizmu. Priemernú ročnú návštevnosť NP Malá Fatra sme na základe viacerých údajov (Janiga *et al.*, 2012, Sibilová, 2014) odhadli na minimálne 500 000 ľudí.

Všeobecné otázky o environmentálnych hodnotách a návštevnosti chráneného územia

Návštevníci územia preukazujú strednú úroveň informovanosti o rôznych aspektoch NP (cieľoch, druhoch a programoch na ochranu prírody, aktivitách a možnostiach v cestovnom ruchu, edukačných ponukách NP). V priemere respondenti uviedli informovanosť o cieľoch NP na 3,48 bodov, o druhoch a programoch na ochranu prírody 3,62 bodov, o rekreačných aktivitách a možnostiach 2,48 bodov a o kultúrnych a vzdelávacích ponukách NP 3,34 bodov (priemer odpovedí respondentov na 5bodovej škále, kde 1 – veľmi dobre informovaný až 5 – vôbec neinformovaný). Tieto výsledky ukazujú, že informačné povedomie o NP Malá Fatra je porovnateľné s predošlými hodnotenými územiami (Veľká Fatra, Slovenský raj, TANAP, Muránska Planina). Predsa však treba posilniť informačné aktivity hlavne v oblasti cieľov a funkcií NP, ako aj o možných aktivitách pre návštevníkov. Pre vhodné spravovanie chráneného územia je dôležitý fakt, že návštevníci sú si vedomí cieľov chráneného územia a majú o ňom aspoň základné znalosti.

Respondenti si mali ďalej vybrať 4 z 13 položiek, o ktorých si myslia, že sú z hľadiska cieľov NP najdôležitejšie a naopak také, ktoré by vylúčili. Respondenti najčastejšie označili za najdôležitejšie ochranu prirodzených biotopov a druhov (54), vzdelávanie a informovanie v ochrane prírody (40), zabezpečenie informačných zariadení pre návštevníkov (28) a udržateľné lesníctvo (27). Naopak vylúčili by zväčšovanie lyžiarskych stredísk (52), novú turistickú infraštruktúru v podobe hotelov a reštaurácií (40), poľovníctvo a rybárstvo (31) a budovanie nových ciest a chodníkov (21). Napriek nie ideálnej informovanosti o cieľoch NP sa teda zdá, že návštevníci majú viac-menej jasný obraz o tom, ktoré ciele manažmentu by mala plniť NP podľa definície IUCN pre kategóriu II. Z tohto pohľadu je do budúcnosti potrebné viac podporiť rozvoj miestnej ekonomiky založenej na mäkkom cestovnom ruchu.

Pokiaľ ide o návštevnosť, veľká väčšina respondentov uviedla, že navštívili NP 5 a viac krát (82,1 %), pravidelní návštevníci územia teda výrazne prevládali. Priemerná doba trvania pobytu v NP Malá Fatra je 3,33 dňa (smerodajná odchýlka 4,95 dňa). V porovnaní s ostatnými územiami možno uvažovať, že hodnotená lokalita nie je typickou destináciou pre dlhšiu dovolenku, ale skôr pre krátkodobé pobyty (napr. víkend), alebo jednodňové pobyty bez prenocovania. K faktorom, ktoré to ovplyvňujú patrí sezónnosť, atraktivita územia, ponuky v ňom, ako aj vzdialenosť a poloha k blízkym urbanizovaným centráram.

NP Malá Fatra ponúka niekoľko zaujímavostí a možností využitia voľného času. Medzi hlavné a najobľúbenejšie činnosti v NP patrí podľa odpovedí respondentov najmä turistika (62), iné športové aktivity napr. cyklistika, beh (25) a zhodne po 19 – pozorovanie rastlín a živočíchov ako aj návšteva reštaurácií a chat, čo súvisí s podmienkami, ktoré toto územie ponúka resp. spôsobom zberu údajov (chaty). Zvýšenie podielu kultúrnych aktivít resp. návštev zariadení a výstav orientovaných na územie je možné dosiahnuť pravdepodobne bohatšou ponukou a propagáciou. Rovnako sa ukazuje, že výrazne treba po-

silniť podujatia a programy organizované NP zamerané na prírodné a kultúrne hodnoty územia, ako aj využitie infocentra resp. ekocentra. V okolitých krajinách patria informačné centrá medzi najobľúbenejšie zastávky pre turistov.

Motívy pre návštevu chránených území a cestovné náklady návštevníkov

Pre ocenenie rekreačných hodnôt návštevníkov v chránených územiach je veľmi dôležité rozlišovať medzi návštevníkmi, ktorí prišli len na návštevu NP, a tými, ktorí mali iné motívy návštevy regiónu. V prvom prípade cesta do tejto oblasti úzko súvisí s existenciou chráneného územia (cieľom návštevy je práve NP), zatiaľ čo druhý prípad obsahuje motívy návštevy, ktoré nesúvisia priamo s ponukou NP (napr. zástavka po ceste do inej destinácie, návštevy rodiny a priateľov a pod). Pokiaľ ide o rekreačnú hodnotu, zisťovanie nákladov na dopravu (cestovné náklady) je zvyčajne považované za spoľahlivý nástroj, kde motív návštevy tejto oblasti úzko súvisí s chráneným územím. V opačnom prípade sú náklady na dopravu hradené kvôli iným motívom, a preto sa len čiastočne pripočítavajú k rekreačnej hodnote chráneného územia (Getzner, 2010).

Ďalšia otázka ilustruje motívy respondentov pre návštevu NP v čase výskumu. Až 47,8 % uviedlo, že prišli osobitne za účelom návštevy NP, zatiaľ čo zvyšná časť respondentov navštívila územie s ďalšími motívmi (napr. návšteva priateľov, rodiny, profesionálne dôvody). Podiel respondentov, ktorí prišli len za účelom návštevy chráneného územia, je porovnateľný s ostatnými hodnotenými národnými parkami.

Najviac respondentov bolo zo Slovenska (74,6 %), nasledovali respondenti z ČR (23,9 %) a z Poľska (1,5 %). Len 7,5 % návštevníkov cestuje osamote, väčšina respondentov (46,3 %) je na cestách s priateľmi (nasleduje rodina a partneri). Predpokladáme, že organizované výlety sú najmä v letnom období zanedbateľné. Skupiny boli v priemere zložené z 3,23 osôb (smerodajná odchýlka 2,44 osôb). Najdôležitejším dopravným prostriedkom bol osobný automobil (35,8 %) a 25,4 % respondentov použilo na cestu vlak. Veľmi zaujímavou a významnou skupinou boli ľudia, ktorí prišli na bicykli (28,4 %) – pravdepodobne z okolia NP. V priemere trvala respondentom cesta do NP 2,72 hodiny (smerodajná odchýlka 1,96 hodiny). Národný park je v priemere vzdialený od domova respondentov 114,14 km (smerodajná odchýlka 168,16 km). Predchádzajúce prieskumy vykonávané v iných územiach uvádzajú spravidla dlhší čas aj väčšie vzdialenosti. Tieto rozdiely sa môžu vysvetliť aj tým, že Malá Fatra sa považuje za miesto vhodné na krátkodobý pobyt. Ide o obľúbenú destináciu pre ľudí predovšetkým z okolia Martina, Žiliny a Dolného Kubína. Tatranský národný park alebo NP Slovenský raj lákajú spravidla návštevníkov aj zo vzdialenejších končín.

Zisťovanie cestovných nákladov sa v dotazníku vykonalo podľa viacerých výdavkových kategórií (ubytovanie, strava, nákupy, vstupné poplatky, múzeá, miestne poplatky, športy a iné). Celkovo návštevníci minuli v území priemerne 22,8 €/deň/osoba počas svojho pobytu v NP (smerodajná odchýlka 50,7 €). Keď sa brali do úvahy len výdavky spojené s návštevou územia, stredná hodnota výdavkov na osobu a deň bola 2,8. V priemere sa návštevník v regióne zdržal 3,33 dňa. Preto môžeme odhadnúť celkové výdavky v priemere vo výške 75,9 resp. 9,3 €/osoba/pobyt.

Pre hodnotenie potenciálu ekonomického významu chráneného územia pre región sme analyzovali miesto prenocovania resp. ubytovania. Až 59,7 % návštevníkov bolo jednodňových, čiže nevyužívali ponuky na prenocovanie v tomto regióne. Celkový počet návštevníkov v NP Malá Fatra sme odhadli na 500 000 za rok.

Celková hodnota rekreácie/cestovného ruchu pre NP Malá Fatra predstavovala

$$\text{VRT} = \text{SM} * \text{DM} * \text{N} = 22,8 * 3,33 * 500\ 000 = 37\ 962\ 000\ \text{€}$$

Keď berieme do úvahy len výdavky spojené s návštevou územia, stredná hodnota je nasledovná:

$$\text{VRT} = \text{SM} * \text{DM} * \text{N} = 2,8 * 3,33 * 500\ 000 = 4\ 662\ 000\ \text{€}$$

Výpočet existenčnej hodnoty v NP Malá Fatra

Ochota platiť (WTP) za udržiavanie chráneného územia a environmentálne hodnoty

V dotazníku sa vysvetľuje, že finančné prostriedky poskytované štátom sú neisté a preto sa responden-

ti mohli vyjadriť či a koľko by boli ochotní zaplatiť ako vstupný poplatok (za deň a dospelú osobu) určený na udržanie NP. V priemere boli respondenti ochotní zaplatiť 2,29 € (smerodajná odchýlka 3,18 €) na zabezpečenie financovania NP. Respondentom bola v tejto časti dotazníka položená aj otázka, čo by očakávali v NP za ochotu prispieť na jeho chod. Najväčšie preferencie medzi respondentmi dosiahla lepšia kvalita chodníkov (27), lepšie značenie (23) a viac informácií o území (17). Za úvahu by stála ponuka sprievodcovských služieb, ktorá okrem iného zabezpečí lepšiu interpretáciu cieľov územia ale aj lepšiu komunikáciu s návštevníkmi.

Ďalšia otázka sa dotýkala dôvodov ochoty resp. neochoty platiť. Väčšina respondentov uvádza stredné preferencie týkajúce sa platieb a financovania, pričom miera odmietavých ponúk (odmietnutej ochoty platiť bez hlbšieho uvažovania) je pomerne nízka. Návštevníci rovnako uvádzajú, že ochrana prírody by mala byť verejným záujmom a nemala by byť závislá na jednotlivých príspevkoch. Okrem toho respondenti uvádzajú, že už teraz platia mnohé výdavky, alebo ich príjem je príliš nízky, aby si mohli dovoliť ďalšie výdavky. Porovnateľné výsledky boli dosiahnuté v predchádzajúcich štúdiách v ostatných chránených územiach Slovenska.

Dotazník bol tiež zameraný na všeobecné preferencie. Tieto sú pomerne vysoké v zmysle ochrany prírody a zachovania druhov a naznačujú, že príroda a zachovanie druhov je dôležité, bez ohľadu na cenu (2,42 bodov). Na druhej strane, respondenti dosiaľ neuvažovali, koľko by boli ochotní za ochranu prírody platiť (2,03 bodov) a niekedy hovoria o ochrane prírody so svojimi priateľmi a rodinou (2,85 bodov). Výsledky z iných území sú viac či menej podobné, ale je tu väčší počet ľudí, ktorí už uvažovali o (finančnej) podpore ochrany prírody.

Ďalšie otázky boli zamerané na preferencie návštevníkov k otázkam dočasných alebo trvalých obmedzení k prístupu do územia a alternatívnym aktivitám k návšteve územia. Rovnako boli zisťované motívy ochoty k plateniu (WTP) na financovanie chráneného územia a teda existenčná hodnota, hodnota zachovania a opčná hodnota.

Ak hovoríme o ochote respondentov platiť (WTP) dôležité je tiež, či respondenti uvažovali aj o alternatívnej návšteve k návšteve NP Malá Fatra. Ak respondenti vnímajú iné oblasti ako adekvátne náhrady, môže byť ich ochota platiť za ochranu prírody v NP nižšia. Všeobecne platí, že respondenti sú ochotní prijať časové a priestorové obmedzenia z dôvodu ochrany prírody a nemalo by to vplyv na ich ochotu navštíviť národný park aj v budúcnosti (2,92 bodov). Iba menšina respondentov by sa rozhodla kvôli tomu stráviť svoju dovolenku na iných miestach v rámci SR resp. v zahraničí, alebo dokonca úplne zmeniť svoje plánované aktivity (3,94 – 4,05 bodov).

To možno interpretovať tak, že návštevníci slovenských národných parkov sú zvyknutí na určité obmedzenia z titulu ochrany prírody a väčšina z nich to akceptuje. Je to zrejme preto, lebo na Slovensku je dlhodobá ochrana prírody postavená na systémoch obmedzenia. Predpokladáme, že situácia je viac či menej porovnateľná vo všetkých slovenských národných parkoch. Návštevníci tiež vnímajú pobyt v niektorých územiach ako pomerne unikátny, bez mnohých alternatív pobytu v iných územiach.

V Malej Fatre sú hlavnými motívmi ochoty k plateniu (WTP) na financovanie národného parku „právo na existenciu“ (motív existencie) pre 13,3 % respondentov, záujem zachovania prírody pre ich deti (motív zachovania pre budúce generácie) pre 75 % respondentov – motív zachovania prírody pre budúce generácie je teda najsilnejší pre ochotu na zaplatenie. Voľba hodnoty (osobný prospech v budúcnosti) je hlavným motívom len pre 11,7 % respondentov. Jednotlivé WTP zistené v prieskume sme zhrnuli dohromady, čím vznikla možnosť zistiť ochotu k plateniu za existenčnú, opčnú hodnotu a hodnotu zachovania pre budúce generácie (neúžitkové hodnoty) pre NP Malá Fatra v rámci celej populácie Slovenska.

Existenčná hodnota NP Malá Fatra predstavuje sumu 1 339 650 € a hodnota zachovania NP pre budúce generácie 7 728 750 €. Opčná hodnota predstavuje sumu 1 133 550 €.

Neúžitkové hodnoty boli vypočítané na cca 9,06 miliónov € za rok, z čoho najväčší podiel tvorí hodnota zachovania pre budúce generácie.

Demografické (socio-ekonomické) hodnoty respondentov

Pomer pohlaví respondentov bol takmer vyrovnaný (60 % muži: 40 % ženy) a priemerný vek 32,11

rokov. Vyššie zastúpenie medzi respondentmi mali stredoškolsky vzdelané osoby (49,2 %). Priemerný čistý mesačný príjem pre domácnosť respondentov v prieskume bol najčastejšie nad 1500 € mesačne.

ZÁVER

Stanovenú rekreačnú hodnotu (38 mil. € ročne) a neúžitkové hodnoty (približne 10 mil. € ročne) NP Malá Fatra je možné porovnať s predošlými prácami pre ostatné chránené územia Karpát, realizované rovnakou metodikou (Getzner, 2010, Považan, 2013, Švajda *et al.*, 2013). Z nich vyplýva rekreačná hodnota NP Veľká Fatra (53 mil. € ročne), NP Slovenský raj (152 mil. € ročne) a TPN Poľsko (519 mil. € ročne). Neúžitkové hodnoty sa pohybovali v uvedených územiach nasledovne: 117 mil. € ročne, 76 mil. € ročne a 216 mil. € ročne. Pre NP Muránska planina boli vypočítané len rekreačné hodnoty na úrovni približne 4 mil. € ročne (Považan *et al.*, 2015). Janiga *et al.* (2012) vypočítali analýzou výnosov právnych subjektov podnikajúcich v chránených územiach SR približné ročné tržby subjektov CR na území NP Malá Fatra na úrovni viac ako 10 mil. €. Výsledky výskumu umožňujú na základe ocenenia vybraných ekosystémových služieb tieto zahrnúť do nákladov a cien spravovania chráneného územia ako aj zobektivizovať a zefektívniť plánovací a rozhodovací rozvoj v území.

Vzhľadom na ročnú návštevnosť územia pri výskume v budúcich rokoch bude potrebné doplniť veľkosť vzorky respondentov na postačujúcu pre dosiahnutie intervalu spoľahlivosti $95\pm 5\%$, rovnako aj zlepšiť spôsob zberu dát (lokality nielen na chatách a vyplňanie v zmysle pokynov pre zber). Nízky počet respondentov môže skresliť niektoré výsledky (smerodajné odchýlky). Rovnakou zaujímavou metodikou vzhľadom na náplň projektu VEGA bude hodnotenie preferencií návštevníkov NP Malá Fatra vo vzťahu k zmene krajinného obrazu v posledných desaťročiach (Getzner, Švajda, 2015).

LITERATÚRA

- BUCUR, C. – STROBEL, D. 2012. *Valuation of Ecosystem Services in Carpathian Protected Areas – Guidelines for rapid assessment*. Braşov: Green Steps. 26 s.
- GETZNER, M. 2010. Ecosystem services, financing, and the regional economy: a case study from Tatra National Park (Poland). *Biodiversity* 11, s. 55–61.
- GETZNER, M. – ŠVAJDA, J. 2015. Preferences of tourists with regard to changes of the landscape of the Tatra National Park in Slovakia. *Land Use Policy*, Volume 48, s. 107–119.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.R. – DE GROOT, R. – LOMAS, P.L. – MONTES, C. 2010. The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: From Early Nations to Markets and Payment Schemes. *Ecological Economics*, 69: s. 1209 – 1218.
- JANIGA, M. *et al.* 2012. Výnosy právnych subjektov podnikajúcich v chránených územiach Slovenskej republiky. *Oecologia Montana*, Vol. 21, No 2, s. 1-33. ISSN 1210-3209.
- MEA 2005. *Ekosystémy a lidský blahobyt: Syntéza. Millenium Ecosystem Assesment, World Resource Institute*. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí. Univerzita Karlova v Prahe. 138 s.
- MURADIAN, R. – CORBERA, E. – PASCUAL, U. – KOSOY, N. – MAY, P.H. 2009. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics* 69, s. 1202 – 1208. ISSN 0921-8009.
- PAGÁČ, J. – VOLOŠČUK, I. *et al.* 1983. *Malá Fatra. Chránená krajinná oblasť*. Bratislava: Vydavateľstvo Príroda. 356 s.
- POVAŽAN, R. – GETZNER, M. – ŠVAJDA, J. 2014. Value of Ecosystem Services in Mountain National Parks. Case Study of Veľka Fatra National Park (Slovakia). *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 23, no. 5, 1699–1710. ISSN 1230-1485.
- POVAŽAN, R. – GETZNER, M. – ŠVAJDA, J. 2015. On the valuation of ecosystem services in Muránska Planina National Park (Slovakia). *Eco.mont*, vol. 7, no. 1, s. 61–69.

- 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*. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP. ISBN 978-80-7414-235-2.
- SEJÁK, J. 2012. Oceňování ekosystémů, ekosystémové služby a ochrana přírody. In: MACHAR, I., DROBILOVÁ, L. *et al.* *Ochrana přírody a krajiny v České republice. Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení. I. díl*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 218–222. ISBN 978-80-244-3041-6.
- SIBILOVÁ, L. 2014. *Monitoring návštevnosti 2014 – závěrečná správa*. ŠOP SR Správa NP Malá Fatra, 12 s.
- ŠÍŠÁK, L. 1993. Ochota potenciálně platit jako metoda oceňování významu sociálních stránek funkcí lesa. *Lesnictví – Forestry*, 39, (3–4), s. 151–160.
- ŠÍŠÁK, L. 1994. Cena sociálních stránek funkcí lesa a její souměřitelnost s cenou ekonomických stránek funkcí lesa. *Lesnictví – Forestry*, 40, (3), s. 85–92.
- ŠVAJDA, J. – GETZNER, M. – POVAŽAN, R. 2013. Visitors' perceptions and economic effects of the Tatra National Parks in Poland and Slovakia. In: ŠAUER P., DVOŘÁK A., LISA A. (eds.) *Visegrad countries – Environmental Problems and Policies*. Cenia Prague, s.118–126.
- ŠVAJDA, J. – SABO, P. 2013. *Manažment chránených území*. Banská Bystrica: FPV UMB. 128 s. ISBN 978-80-557-0618-4
- VILČEK, J. 2006. *Energetický potenciál poľnohospodárskych pôd: kritérium hodnotenia a využívania krajiny*. Bratislava: VÚPOP. 82 s. ISBN 80-89128-25-4.
- VOLOŠČUK, I. 2013. *Teoretické princípy ekologických procesov, funkcií a služieb ekosystémov*. Banská Bystrica: UMB Fakulta prírodných vied, Belianum. 266 s. ISBN 978-80-557-0683-2.
- VYSKOT, I. – SCHNEIDER, J. 2012. Funkce lesů a polyfunkční hospodaření v lesích. In: MACHAR, I., DROBILOVÁ, L. *et al.* 2012. *Ochrana přírody a krajiny v České republice*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 240–265. ISBN 978-80-244-3041-6.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná vedeckým grantom VEGA č. 1/0255/14 Dynamika krajinskej štruktúry, diverzity fytoocenóz a indikácia rozptylu slnečnej energie vo vybraných ekosystémoch Národného parku Malá Fatra.

SOCIOEKOLOGICKÉ HODNOTENIE ALUVIÁLNEJ LÚKY

Vladimíra Vargová, Milan Michalec, Zuzana Kováčiková

NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36,
Banská Bystrica, e-mail: vargova@vutphp.sk

Abstrakt: Cieľom tohto príspevku bolo zhodnotiť vplyv dlhodobého hnojenia na zmeny v botanickom zložení údolnej lúky. Pokus bol založený v západnej časti Zvolenskej kotliny vo výške 350 m n. m. Experiment sa skladá zo 6 variantov hnojenia: nehnojený, PK hnojený trávny porast a trávne porasty hnojené 50, 100, 150 a 200 kg N.ha⁻¹. Trávne porasty boli kosené trikrát. Pred každou kosbou sa stanovuje botanické zloženie porastu metódou projektívnej dominancie podľa Malocha (1953). Výsledky pokusu ukázali, že najvyššie hodnoty Jaccardovho indexu ($IS_j = 95,65\%$) kvalitatívnej podobnosti boli pri aplikácii dusíka v dávke 150 kg.ha⁻¹, 22,5 kg P.ha⁻¹, 60 kg K.ha⁻¹ pri porovnaní s variantom 6. Gleason index ($IS_{j/G} = 100\%$) mal najvyššiu hodnotu na variantoch hnojených dávkou 100 kg a 150 kg N.ha⁻¹ pri porovnaní s variantom s dávkou 200 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹, 80 kg K.ha⁻¹.

Kľúčové slová: aluviálna lúka, hnojenie, kvalitatívna podobnosť, kvantitatívna podobnosť, trávny porast

Abstract: The purpose of this study was to evaluate the impact of long term fertilization on the botanical composition on an alluvial meadow. A field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 6 treatments of fertilization: unfertilized grass swards, PK fertilized grass swards and grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg N.ha⁻¹. Grass swards were cut three times. At each of the cuts, botanical composition of sward is determined by the method of projective dominance (Maloch, 1953). The results of this study showed that nitrogen application at the rate of 150 kg N.ha⁻¹, 22.5 kg P.ha⁻¹, 60 kg K.ha⁻¹ produced the highest value ($IS_j = 95.65\%$) of Jaccard index qualitative similarity when compared to treatment 6. Considering the Gleason index quantitative similarity was highest value ($IS_{j/G} = 100\%$) in the treatments fertilized rate of 100 kg N.ha⁻¹ and of 150 kg N.ha⁻¹ when compared to the rate of 200 kg N.ha⁻¹, 30 kg P.ha⁻¹, 80 kg K.ha⁻¹.

Keywords: alluvial meadow, fertilization, quantitative similarity, qualitative similarity, grass sward

ÚVOD

Trávne porasty sú zdrojom tradičných rastlinných druhov, prírodného bohatstva krajiny a svojou rôznorodosťou predstavujú najvyššiu diverzitu rastlinných druhov na poľnohospodárskej pôde (Novák, 2008 cituje Krajčovič, 2000). Druhové zloženie trávnych porastov je výsledkom pôsobenia interakcií všetkých ekologických faktorov celého ekosystému a podmienok využívania (Gaisler *et al.*, 1998; Mrkvička a Veselá, 2002). Botanické zloženie trávnych porastov nie je v priebehu rokov stabilné, mení sa v závislosti od ekologických faktoroch (Mrkvička a Veselá, 2002). Kvalitatívne druhové zloženie vyjadruje menovite druhy rastlín, ktoré dané spoločenstvo svojimi populáciami tvoria (Moravec *et al.*, 1994). Zmeny v botanickom zložení údolnej lúky za roky 2006 – 2014 sme hodnotili pomocou ekologických indexov – Jaccardov index kvalitatívnej (IS_j) podobnosti a Gleason index kvantitatívnej ($IS_{j/G}$) podobnosti.

MATERIÁL A METÓDY

Pokusné stanovište sa nachádza v západnej časti Zvolenskej kotliny, v katastri obce Veľká Lúka, v nadmorskej výške 350 m n.m. Trávny porast bol charakterizovaný z fytocenologického hľadiska ako zväz *Alopecurion pratensis* Passarge 1964: *Alopecuretum pratensis* Steffen 1931. Pokus bol založený v roku 1961 blokovou metódou s veľkosťou 32 m² v štyroch opakovaniach.

Variety hnojenia sú uvedené v tabuľke 1. Fosfor a draslík bol aplikovaný v celej dávke spolu s dusíkom na začiatku vegetačného obdobia. Dávka dusíka bola delená na dve časti, 65 % z celkového množstva bola aplikovaná na začiatku vegetačného obdobia a 35 % po prvej kosbe. Porasty sa využívali tromi kosbami. Prvá kosba – začiatok klásenia prevládajúcich druhov tráv, druhá kosba – 6 až 8 týždňov po prvej kosbe, tretia kosba - 8 až 10 týždňov po predchádzajúcej. Pred každou kosbou sa robil fytoecologický zápis metódou projektívnej dominancie podľa Malocha (1953). Pomocou ekologických indexov sme vypočítali kvalitatívnu a kvantitatívnu podobnosť na základe vzájomného porovnávania jednotlivých spoločenstiev rastlín na variantoch (porovnanie každý s každým).

Tab. 1. Varianty hnojenia

Dodané živiny (kg.ha ⁻¹)	Varianty					
	1	2	3	4	5	6
N	0	0	50	100	150	200
P	0	22	7,5	15	22,5	30
K	0	41,5	20	40	60	80

Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti (Moravec *et al.*, 1994):

$$IS_j = \frac{C}{A+B-C} \cdot 100$$

kde: A – predstavuje počet druhov v snímke A (variant, ktorý sa porovnáva s ostatnými variantmi)
 B – označuje počet druhov v snímke B (druhý porovnávaný variant)
 C – je počet spoločných druhov

Gleasonov index kvantitatívnej podobnosti (Moravec *et al.*, 1994):

$$IS_{jic} = \frac{\sum c_i}{\sum a_i + \sum b_i + \sum c_i} \cdot 100$$

kde: a_i – pokryvnosť druhov prítomných iba v snímke A
 b_i – pokryvnosť druhov prítomných iba v snímke B
 c_i – pokryvnosť spoločných druhov

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V prvom roku 2006 sme pozorovali reakciu trávneho porastu na aplikované dávky živín v botanickom zložení. Na variante 2 nastal pokles trávnych druhov v druhej kosbe na 30 % s následným poklesom na 13 % v tretej kosbe. Podobné zníženie v druhej kosbe bolo aj na variante 1 (34 %), kde sa v tretej kosbe podiel tráv zvýšil o 9 %. Z floristickej skupiny tráv v prvej kosbe dominovala *Anthoxanthum odoratum* L. s najvyššou pokryvnosťou 26 % na variante 4. Ďalším dominantným trávny druhom bola *Poa pratensis* L. (8 – 12 %). V poraste sa vyskytovali aj *Arrhenatherum elatius* L. a *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. V druhej kosbe dominovala *Arrhenatherum elatius* L. s najvyššou prezenciou 27 % na variante 6. Zastúpenie *Poa pratensis* L. sa v priebehu vegetácie znížilo na všetkých variantoch, ale ku koncu vegetácie došlo k jej zvýšeniu. Pokryvnosť leguminóz (40 %) bola najvyššia na variante 2 v druhej kosbe. Na nehnojenom variante sa zistil 18 % podiel leguminóz a na variantoch 3 až 6 bol v rozpätí od 5 do 11 %. V tretej kosbe ich zastúpenie výrazne kleslo, až o 20 % na variante 2. Z leguminóznych druhov dominovala *Trifolium repens* L. v prvej kosbe a v druhej kosbe *Trifolium pratense* L., najviac na variante 1. Floristická skupina bylín oscilovala v rozpätí od 24 do 48 %. Najvyššia pokryvnosť bola na variante 3 a to 48 %. Z 19 bylínnych druhov v poraste dominovali *Leontodon hispidus* L., *Plantago lanceolata* L., *Achillea millefolium* L. a *Leucanthemum vulgare* Lam.

Vplyvom teplého počasia v roku 2014 sa prvá kosba uskutočnila začiatkom mája. Na nehnojenom

a PK hnojenom variante sa zistil najnižší výskyt tráv (52 % a 53 %) a najvyšší podiel leguminóz (27 % a 23 %), rovnako ako aj podiel bylín (20 % a 25 %). Prvá kosba bola charakteristická dominanciou *Anthoxanthum odoratum* L. na variante 2 a 1 s 22 % a 21 % zastúpením. Vyššie zastúpenie *Alopecurus pratensis* L. sa zistilo na variantoch so 150 a 200 kg dávkou dusíka. Ďalšími druhmi, ktoré sa v trávnom poraste vyskytovali, boli *Arrhenatherum elatius* L., *Poa pratensis* L., *Agrostis stolonifera* L., *Fetuca pratensis* Huds. Leguminózy boli zastúpené najmä *Trifolium pratense* L. s najvyšším podielom na nehnojenom a PK hnojenom variante (12 % a 15 %). Z bylinných druhov v poraste prevládali *Leontodon hispidus* L. a *Taraxacum officinale* auct. non Weber.

Na základe floristického zloženia trávneho porastu sa vyhodnotila podobnosť pomocou ekologických indexov – Jaccardov index kvalitatívnej (IS_J) podobnosti a Gleasonov index kvantitatívnej ($IS_{J/G}$) podobnosti. Pri porovnaní početnosti druhov v botanickom zložení na začiatku (2006) a na konci (2014) sledovania sa stanovila kvalitatívna podobnosť floristických snímok na základe Jaccardovho indexu (tab. 2). V roku 2006 najvyššia hodnota Jaccardovho indexu podobnosti 85,71 % sa dosiahla pri porovnaní variantov 4 a 6, ktoré mali najvyšší počet spoločných druhov (24). Celkovo najnižšiu kvalitatívnu podobnosť vykazoval variant 1 pri porovnaní s variantom 2 (46,60 %). Najmenší počet spoločných druhov (14 – 18) sa zistil na všetkých hnojených variantoch v porovnaní s variantom 1. V roku 2014 pri porovnaní s prvým rokom sledovania sme zistili zvýšenie hodnôt indexu podobnosti na nehnojenom variante na 51,72 do 68,97 %. Rovnako sa zvýšil aj počet spoločných druhov na 15 – 20 druhov. Pri porovnaní variantu 2 s variantmi 4, 5 a 6 sme zaznamenali mierne zníženie indexu kvalitatívnej podobnosti. Najvyššia hodnota Jaccardovho indexu kvalitatívnej podobnosti bola pri porovnaní variantov 5 a 6 (95,65 %) s počtom spoločných druhov 22.

Tab. 2. Jaccardov index kvalitatívnej podobnosti IS_J – 1. kosba 2006 a 1. kosba 2014

Varianty	Spoločné druhy												
	2006						2014						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
IS_J	1	0	14	15	18	14	16	0	17	20	15	19	18
	2	46,60	0	17	20	19	20	62,96	0	19	16	18	18
	3	46,88	58,62	0	22	20	20	68,97	73,08	0	20	22	22
	4	58,06	71,42	73,33	0	22	24	51,72	66,67	80,00	0	19	19
	5	43,75	73,07	68,96	75,86	0	22	67,85	72,00	84,62	79,17	0	22
	6	51,61	76,92	66,66	85,71	81,48	0	64,28	75,00	88,00	82,61	95,65	0
Druhy celkom	23	21	25	27	24	25	27	20	29	25	27	28	

Vyhodnotením Gleasonovho indexu kvantitatívnej podobnosti ($IS_{J/G}$) sa zistila medzi variantmi vyššia podobnosť, ako pri kvalitatívnej podobnosti (Jaccardov index). Najnižšie hodnoty $IS_{J/G}$ (tab. 3) v prvej kosbe roku 2006 sa pozorovali na nehnojenom variante 68,20 až 81,30 %. Variant 2 vykazoval najvyšší index kvantitatívnej podobnosti 96,9 % v porovnaní s variantom 6. Najnižšia podobnosť sa zaznamenala na variante 3 v porovnaní s variantom 5. Na konci sledovaného obdobia sa zistilo zvýšenie Gleasonovho indexu kvalitatívnej podobnosti takmer na všetkých variantoch okrem variantu 2. Pri porovnaní variantu 2 s variantom 4 sme zaznamenali mierne zníženie indexu o 3,46 %. Najvyšší index kvantitatívnej similarity (100 %) vykazoval variant 4 a 5 pri porovnaní s variantom 6. Vysoké hodnoty indexu $IS_{J/G}$ sa zistili aj na variante 3 pri porovnaní sa variantom 5.

Tab. 3. Gleasonov index kvantitatívnej podobnosti $IS_{J/G}$ – 1. kosba 2006, 1. kosba 2014

Varianty		2006						2014					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
$IS_{J/G}$	1	O						O					
	2	76,50	O					96,50	O				
	3	74,40	91,90	O				86,50	88,44	O			
	4	81,30	95,40	95,00	O			85,50	93,47	97,00	O		
	5	68,20	94,90	89,90	92,90	O		91,00	94,47	1,00	1,00	O	
	6	71,20	96,90	90,50	95,90	94,90	O	87,00	96,48	98,00	1,00	1,00	O
Pokryvnosť celkom		100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ZÁVER

Príspevok prezentuje podobnosť floristického zloženia trávneho porastu pomocou Jaccardovho indexu kvalitatívnej podobnosti a Gleasonovho indexu kvantitatívnej podobnosti. Najvyššia hodnota Jaccardovho indexu kvalitatívnej podobnosti bola pri porovnaní variantu 5 (150 kg N; 22,5 kg P; 60 kg K) s variantom 6 (200 kg N; 30 kg P; 80 kg K). Z hľadiska kvantitatívnej podobnosti (Gleasonov index) najvyššia similarita sa zistila na variante 4 (100 kg N; 15 kg P; 40 kg K) a 5 pri porovnaní s variantom 6. Za sledované obdobie 2006 až 2014 sa zvýšili indexy podobnosti na variantoch hnojených dusíkom. Najnižšie hodnoty indexov podobnosti z kvalitatívnej a kvantitatívnej stránky sa zaznamenali na variante s PK hnojením.

LITERATÚRA

- GAISLER, J. – FIALA, J. – SPOUSTOVÁ, B. 1998. The changes of botanical composition yield in dependence on the type of grassland and fertilization. In *Rostlinná výroba*, vol. 44, n. 1, s. 39 – 44.
- MALOCH, M. 1953. *Krmovinnárstvo*. II. diel Bratislava: SPN, 616 s.
- MAGLOCKÝ, Š. *et al.* 2000. *Ochrana flóry v Slovenskej republike*. Nitra: SPU, 180 s.
- MORAVEC, J. – BLAŽKOVÁ, D. – HEJNY, S. – HUSOVA, M. – JENIK, J. – KOLBEK, J. – KRAHULEC, F. – KRČMER, V. – KORPAČ, Z. – NEUHAUSL, R. – NEUHAUSLOVA-NOVOTNA, Z. – RYBNIČEK, K. – RYBNIČKOVA, E. – SAMEK, V. – ŠTĚPAN, J. 1994. *Fytocenologie (nauka o vegetaci)* Praha: Academia, 403 s.
- MRKVIČKA, J. – VESELÁ, M. 2002. The influence of long-term fertilization on species diversity and yield potential of permanent meadow stand. In *Rostlinná výroba*, roč. 48, č. 2, s. 69 – 75. ISSN 0370-663X.
- NOVÁK, J. 2008. *Obnova pasienkov na Karpatkých salašoch*. Bratislava: NOI-ÚVTIP, 200 s. s. ISBN 978-80-89088-64-5.

Podakovanie

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore projektu APVV-14-0843 *Úskum možností pestovania borievky (*Juniperus communis* L.) na produkciu plodov*.

EKOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA LESNÝCH EKOSYSTÉMOV V OBLASTI VYBRANÝCH PRÍRODNÝCH KATASTROF NÁRODNÉHO PARKU MALÁ FATRA (ZÁPADNÉ KARPATY)

Ivan Vološčuk², Martina Škodová¹, Peter Sabo¹, Juraj Švajda¹

¹Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, 974 00 Banská Bystrica, e-mail:

martina.skodova@umb.sk; peter.sabo@umb.sk; juraj.svajda@umb.sk

²Tatranská Lomnica 66, e-mail: *ivoloscuk@azet.sk*

Abstrakt: Prírodné katastrofy v Kreminej doline v roku 1848 a pod Hromovým v roku 2014 boli výsledkom synergie vplyvov substrátovo-geomorfologicko-klimatického komplexu a charakteru vegetácie. Zníženie rizika realizácie takýchto hrozieb si vyžaduje efektívny manažment ekosystémov. Ten v oblasti Poludňových skál a Kreminej doliny spočíva v ich ponechaní na prirodzenú sukcesiu, s vylúčením turizmu. Na holiach medzi Chlebom a Poludňovým Grúňom je potrebné vybrať najzácnejšie ekosystémy pre usmernenú starostlivosť a ostatné ponechať na prirodzený vývoj, podobne aj lesné ekosystémy pod terajšou hornou hranicou lesa, ktoré poskytujú široké spektrum významných ekosystémových služieb.

Kľúčové slová: prírodné hazardy, katastrofy, ekologická charakteristika, lesné ekosystémy, národný park, Krivánska Fatra

Abstract: The natural catastrophs in Kreminná valley in 1848 and in Hromové in 2014 were the results of synergy of the substrate-geomorphological-climatic complex impacts and the character of vegetation. To decrease the risk of realising these hazards an effective ecosystem management is needed. This in the area of Poludňové skaly rocks and Kreminna dolina valley consists in leaving ecosystems in the natural succession, with an exclusion of tourism. In the case of grassland slopes between Chleb and Poludňovy Gruň it is necessary to prevent the artificial afforestation by the scrub mountain pine, and to select the rarest ecosystems for a streamlined care, while others should be left to their natural development. In a similar way should be treated forest ecosystems under the current timberline, which provide important ecosystem services.

Keywords: natural hazards, catastrophs, ecological characteristic, forest ecosystems, national park, Krivánska Fatra Mts.

ÚVOD

Prírodné hrozby (hazardy) predstavujú také prírodnými procesmi podmienené potenciálne disturbance, ktoré predstavujú závažné ohrozenie ľudí, majetku alebo životného prostredia (Šabo, 2010). Takýto jav sa vyskytuje vo vymedzenom priestore krajiny, ktorý sa nachádza v latentnom štádiu vývoja (napr. potenciálny zosuv) a susedné územie je ním ohrozené v prípade aktivizácie javu. Takto ohrozené územie sa z pohľadu aktivít človeka označuje ako rizikové (Jakál, 1998). Riziko sa hodnotí podľa pravdepodobnosti realizácie hrozby a podľa rozsahu a závažnosti následkov príslušnej udalosti. V prípade, ak má táto udalosť závažné negatívne následky na ľudí, majetok alebo na životné prostredie hovoríme o prírodnej katastrofe.

V tejto súvislosti je dôležitá reziliencia ekosystémov (a krajiny) a zraniteľnosť spoločnosti (Šabo, 2010). Pod rezilienciou ekosystémov a spoločnosti sa tu rozumie ich schopnosť čeliť príslušnej katastrofe a obnoviť svoje funkcie po jej odznení. Z hľadiska prevencie a zníženia následkov prírodných katastrof je dôležité znižovať ich riziko (*disaster risk prevention*): tak pravdepodobnosť výskytu katastrofy ako aj jej následky (Šabo, 2010).

Veľkú skupinu hrozieb predstavujú geomorfologické hrozby, ktoré vychádzajú z nestability geologic-

kého podložja (sliene, slienité vápence, bridlice) a extrémnych meteorologických udalostí (mimoriadne vysoké a dlhotrvajúce zrážky). Napr. také prírodné hazardy a udalosti, akými sú vodnoerózne procesy a sutinové prúdy, môžu znížiť prah únosnosti príslušného krajinného typu pre jednotlivé aktivity človeka až na minimum (Midriak, 1998).

Predmetom výskumu bola Krivánska Fatra, ktorá sa nachádza v severnej časti Slovenska. Príroda a krajina tohto horstva od roku 1988 je národným parkom. Celé územie sa vyznačuje nielen veľkou atraktivnosťou pre turistiku, ale aj mimoriadnou geodiverzitou, na ktorú sa viaže osobitne bohatá biodiverzita. Krivánska Fatra z tohto pohľadu predstavuje jeden z najcennejších regiónov Západných Karpát (Šibík *et al.*, 2015).

V Krivánskej Fatre sa vyskytli dve významné ukážky prírodných katastrof. Prvou ukážkou je udalosť, ktorá sa odohrala v Kremínnej doline medzi hrebeňom Poludňových skál a Skalným mestom pod Veľkým Rozsutcom dňa 11. júna 1848, kedy bola osada Štefanová, vtedy umiestnená pri vyústení Kremínnej doliny, postihnutá prívalovým hlinito-kamenitým prúdom s katastrofálnymi následkami. Po prudkej búrke v noci z 10. na 11. júna 1848 so zrážkami viac ako 20 mm.h^{-1} zišiel hlbokou eróznou stržou v Kremínnej doline prívalový hlinito-kamenitý prúd. Približne $25\,000 \text{ m}^3$ kašovitej hmoty s balvanmi a po-lámanými kmeňmi stromov zavalilo vtedajšiu dedinu, zničilo jej väčšiu časť a spôsobilo smrť 14 ľuďom. Hoci je tento prípad jediný, môžu sa podobné prívalové prúdy vyskytnúť aj dnes (Baliak *et al.*, 1981).

Druhou ukážkou dlhodobého prírodného hazardu, ktorý v roku 2014 vyústil do prírodnej katastrofy, je svahový pohyb typu plazenia horniny okolo kóty Hromové (1636 m n. m.). Na riziko odtrhnutia celého svahu upozornili odborníci už v roku 1981 (Baliak *et al.*, 1981).

V rámci riešenia grantového projektu *Dynamika krajinnej štruktúry, diverzity fytoocenóz a indikácia rozptylu slnečnej energie vo vybraných ekosystémoch Národného parku Malá Fatra* osobitná pozornosť bola venovaná ekologickej únosnosti a stabilite (dynamickej ekologickej rovnováhe) krajinného systému Krivánskej Fatry. Hranice prípustnej zaťažiteľnosti (únosnosti) krajinného systému sú prahmi, za ktorými sa prerušujú vývojové trajektórie a reprodukčné cykly organizmov a ekosystémov, prudko klesá produktivita ekosystémov a ich kapacita poskytovať ekosystémové služby. Dynamickú rovnováhu tu zabezpečujú vnútorné auto-regulačné mechanizmy, ako aj kontrola a riadenie zvonku (Míchal, 1992; Morin, 1999). Z analýzy literatúry venovanej týmto otázkam Huba (1988) vyabstrahoval všeobecne uznávané faktory podmieňujúce stabilitu a únosnosť krajinného systému, z nich štyri najvýznamnejšie sú: (1) diverzita a heterogenita, (2) komplexita, (3) ustálenosť pôsobenia vonkajších podmienok, 4) tendencia k vzájomnému viazaniu vlastností a prvkov geoeologickej štruktúry.

Porovnanie morfofenézy povrchu vysokohorského krajinného systému Krivánskej Fatry a ostatných vysokých pohorí Slovenska ukazuje, že uvedený krajinný systém je mimoriadne náchylný na deštrukčné morfofenetické procesy. Z celkovej plochy územia nad hornou hranicou lesa je tu lavínami postihnutý väčší podiel než vo Vysokých Tatrách (Midriak, 1983, 1998, 2003). Priemerný odnos pôdy je na stráňach Krivánskej Fatry tretí najvyšší zo všetkých našich vysokých pohorí. Rozvoj morfofenetických procesov podporuje synergický komplex substrátovo-geomorfologicko-klimatických vplyvov (náchylnosť hornín k erózii, extrémny sklon svahov, pozitívna zrážková anomália, cirkulácia ovzdušia) a stav vegetačného krytu.

Z pohľadu nerovnovážnej termodynamiky sú disturbancie prirodzeným mechanizmom uvoľnenia v systéme naakumulovanej energie. Základným princípom je tu maximalizácia produkcie entropie (Kleidon, 2009), či už ide o uvoľnenie energie naakumulovanej na styku tektonických blokov zemetrasením, alebo polohovej energie hornín na zemskom povrchu uvoľňovanej ich zvetrávaním, zrážkami a svahovými zosuvmi. V skúmaných územiach hrozby zosuvov zvyšuje slienité podložie a strmé svahy.

MATERIÁL A METÓDY

Pre vypracovanie ekologickej charakteristiky lesných ekosystémov v lesných porastoch Národnej prírodnej rezervácie Rozsutec (v oblasti Kremínnej doliny) boli založené dve výskumné plochy: plocha 3RV

– *Fageto-Aceretum superiora* Zl. 59 pod Skalným mestom na ľavej strane doliny a plocha 4RV – *Fagetum dealpinum superiora* Zl. 59. pod Poludňovými skalami na pravej strane doliny. V Národnej prírodnej rezervácii Chleb boli založené plochy v zachovalých lesných ekosystémoch pod terajšou hornou hranicou lesa: 1 CH, 25 CH – *Fageto-Aceretum humile* Zl. 59 a plochy 8 CH, 20 CH, 21 CH – *Acereto-Piceetum* Zl. 59.

Ako vstupné údaje nám slúžili fytoocenologické zápisy z plôch veľkosti 400 m², pričom sme použili rozšírenú stupnicu abundancie a dominancie (van der Maarel, 2007). Zápisy sme uložili v databázovom programe TURBOWIN (Hennekens, 1995). Nomenklatúra rastlinných taxónov je zjednotená podľa práce Marhold, Hindák (1998). Syntaxonomické názvoslovie lesných spoločenstiev používame v zmysle prác Zlatníka (1959, 1978). Pôdna nomenklatúra je podľa Šályho *et al.*, 2000. Na vyhodnotenie fytoocenologických zápisov sme použili program JUICE (Tichý, 2002) a tabuľku Ellenbergových indikačných hodnôt (Ellenberg *et al.*, 1992). Na hodnotenie druhej diverzity sme použili Shannonov index (Shannon, Weaver, 1949).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Geologická stavba Krivánskej Fatry poskytuje mnohým svahom priaznivé predpoklady na vznik rozsiahlych pohybov, pri ktorých sa premiestňujú horniny pozdĺž šikmo sklonených vrstevných plôch. Prítomnosť ílovitých hornín vo vápencovo-dolomitových komplexoch vytvára pre tieto javy veľmi vhodné podmienky. Na relatívne strmých svahoch (nad 30°) môžu tieto zosuvné pohyby prebiehať aj značnou rýchlosťou, prechádzať čiastočne do pohybov typu planárneho rútenia a nadobudnúť tak katastrofálny charakter.

Pomerne plochá, k SZ mierne sklonená vrcholová časť hrebeňa medzi Chlebom a Stenami, je tu rozčlenená sústavou trhlín, ktoré v oblúku presahujú hrebeň a pokračujú ďalej po južnom strmom svahu smerom do doliny Vrátna. Trhliny, väčšinou skryté v tráve, sa miestami rozširujú až asi na 1 m, v ich stenách sú obnažené skalné východy, sú však zasypané sutinami, takže otvorené trhliny málokde prevyšujú hĺbku 1 m. Juhovýchodný okraj kóty Hromové končí strmou stenou, pod ňou je časť masívu kóty Hromové rozbitá niekoľkými ďalšími trhlinami na čiastkové bloky, ktoré sú voči sebe rôzne poklesnuté a posunuté.

Rozvoľnenie horninového masívu v hrebeňovej časti sa vysvetľuje ako následok krípových (tlakových) deformácií plastického prostredia v podloží mohutného vápencového komplexu, ktorý tvorí hrebeňovú časť svahu. V ílovitých horninách werfěnských bridlíc v dolnej časti svahu prebieha plastické pretváranie, vyvolávajúce v nadloží vznik trhlín, pozdĺž ktorých potom prebieha diferencovaný pohyb jednotlivých porušených okrajových častí. Tento proces má povahu prechodného typu medzi rozvoľnením horských masívov a gravitačným pohybom blokového typu. Krajné čelá blokov, v ktorých vystupujú vápencovo-slienité súvrstvia sa rozpadajú tak, že nastáva padanie úlomkov a občasné rútenie skál. Rozvoľnený materiál sa hromadí dolu na svahu, kde porušením rovnováhy vzniká zosúvanie podmienené plazivými vlastnosťami zvetralín ílovitých werfěnských bridlíc.

Typické sutinové prúdy (mury) ako prírodná katastrofa sa udiali pod hrebeňom Hromového 21. júla 2014 medzi 15. a 18. hodinou v dôsledku zrážkových anomálií. Úhrn zrážok na hydrometeorologickej stanici vo Vrátnej v ten deň bol 67 mm za 3 hodiny (Liščák *et al.*, 2014). Z eróziou obnaženého skalného podkladu Hromového sa hlinito-kamenitý sutinový prúd spojil v lievikovitých dolinách približne 560 m od údolnej stanice lanovky. Niekoľko desiatok menších sutinových zosunov sa vyskytlo pod hrebeňom medzi Hromovým a Stenami na ploche asi 50 ha. Celková kubatúra premiestneného materiálu sa odhaduje na 100 000 m³. Tento hlinito-kamenitý masív po odtrhnutí v oblasti Hromového nabral rýchlosť až 40 km za hodinu a spôsobil vo Vrátnej veľké škody.

Iným príkladom klasického typu svahovej deformácie je porušenie severného svahu Chlebu (1646 m n. m.). Nápadné „vyhryznutie“ vrcholu Chlebu kotlovitého tvaru viedlo mnohých autorov k domnienke, že ide o typický ladovcový kar a tým aj o dôkaz o zaľadnení Krivánskej Fatry. Svahová

deformácia na severnom svahu Chlebu má formu skalného zosunu po predisponovaných vrstevných plochách. Ide teda o starý fosílny a erozívno-denudačnými pochodmi značne rozrušený a zastretý zosun (Baliak *et al.*, 1981).

Vybrané dve najvýznamnejšie lokality prírodných katastrof (prívalový prúd v Kreminej doline v roku 1848 a svahový zosun pod Hromovým v roku 2014) sa navzájom odlišujú nielen časovým odstupom, ale najmä odlišnými geologickými a reliéfovými podmienkami.

Sutinový prúd v roku 1848 v Kreminej doline zasiahol úzku a hlbokú dolinovú strž na podloží slienitých bridlíc, pričom nebol zasiahnutý dolomitový masív chočského príkrovu (hrebeň Poludňových skál a Skalné mesto pod Veľkým Rozsutcom) s veľkou členitosťou georeliéfu. Na strmých skalných komplexoch je tu konzervovaná vzácna reliktná vegetácia. Južne orientované svahy medzi hrebeňom Poludňových skál a hlbokou roklinou Kreminného potoka sa vyznačujú pestrosťou vegetácie s prevahou travinno-bylinných spoločenstiev reliktných vápencových bučín (*Fagetum dealpinum superiora*). Pôda je sutinová rendzina. Významné je tu početné zastúpenie kalcikolných termofytov spolu s horskými druhmi (Šibík *et al.*, 2015) a výskytom hybridogénnych druhov rodu *Sorbus*, ktoré reprezentujú špecifické západokarpatské ružovokvitnúce populácie *Sorbus haljamove* a *Sorbus graeca* (Bernátová *et al.*, 1998, Šibík *et al.*, 2015). Možno predpokladať, že sutinové ryhy zbiehajúce spod hrebeňa Poludňových skál, ktoré vznikli po roku 1848, sa práve vďaka viac ako storočným sukcesným procesom travinno-bylinnej vegetácie postupne stabilizujú. Intenzita zliezania drobného i hrubšieho štrkového materiálu od hrebeňa Poludňových skál do Kreminného potoka v transportnej časti so sklonom 35 – 40° sa vďaka vegetácii spomaľuje, avšak silný turistický ruch na bývalom značenom chodníku zo Štefanovej na Poludňové skaly tento stabilizujúci proces vegetácie v minulosti spomaľoval (zošľapovanie vegetácie a hrdnutie štrkových sutín turistami). Zrušenie tohto značeného chodníka v nedávnej minulosti vytvorilo predpoklad pre postupnú plynulú sekundárnu sukcesie travinno-bylinnej vegetácie. Plocha 3RV predstavuje *Fageto-Aceretum superiora* Zl. 59 pod Skalným mestom na ľavej strane doliny. Bukové javoriny vyššieho stupňa sa vyskytujú v 6. smrekovo-bukovo-jedľovom vegetačnom stupni na stanovištiach predstavujúcich prechod od živného k nitrofilnému radu. Dominujú jedľa biela (*Abies alba*) a buk lesný (*Fagus sylvatica*). Plocha 4RV predstavuje *Fagetum dealpinum superiora* Zl. 59. pod Poludňovými skalami na pravej strane doliny. Vápencová bučina vyššieho stupňa sa vyskytuje v 5. jedľovo-bukovom vegetačnom stupni). Dominuje buk, ktorému karbonátové podložie vyhovuje, vďaka čomu tu čisté bučiny vystupujú vyššie ako na živných alebo kyslých stanovištiach. Na miestach s hlbšou pôdou sú zapojené bučiny, na plytkých pôdach buk nie je schopný vytvoriť zapojené porasty, čo vytvára podmienky pre existenciu ďalších druhov drevín (najmä cenných listnáčov).

Podľa výsledkov Ellenbergových ekologických indexov (tab. 1) vápencová bučina pod Poludňovými skalami (plocha 4RV) a bukovo-javorina pod Skalným mestom (plocha 3RV) vo vzťahu k svetlu majú prevahu druhov polotieňomilných (korunový kryt drevín je 60 – 70 %), vo vzťahu k tepote prevažujú druhy mierneho tepla, suboceánické, druhy čerstvo vlhkých a mierne kyslých až neutrálnych pôd, ktoré indikujú stredne bohaté pôdy. Z hľadiska stupňa ekologickej stability je ekosystém vápencovej bučiny veľmi krehký, nachádza sa v počiatočnej fáze štádia dorastania, kedy síce pružne reaguje na vonkajšie stresy, avšak nevyznačuje sa vysokou rezistenciou. Ekosystém bukovej javoriny je ekologicky stabilný a nachádza sa vo vývojovom štádiu optima. Porasty drevín obidvoch plôch majú prvoradú pôdochrannú funkciu.

Tab. 1. Výskumné plochy v NPR Rozsutec: 3RV *Fageto-Aceretum superiora*, 4RV *Fagetum dealpinum superiora*

Plocha	Svetlo	Teplota	Kontinentálna	Vlhkosť	Pôdna reakcia	Živiny	Druhové bohatstvo	Index druhovej diverzity	Druhová vyrovnanosť
3 RV	4,9	4,9	3,5	5,1	6,1	5,1	45	2,91	0,76
4 RV	4,8	4,7	3,5	5,1	6,2	5,0	35	2,36	0,66

Pomerne vysoké indexy diverzity aj vyrovnanosti svedčia o nevyhnutnosti zabezpečiť nerušený vývoj ekosystémov v oblasti Poludňových skál a Skalného mesta v NPR Rozsutec.

V Národnej prírodnej rezervácii Chleb boli založené plochy v zachovalých lesných ekosystémoch pod terajšou hornou hranicou lesa: 1 CH, 25 CH nízke (zakrpatené) bukové javoriny *Fageto-Aceretum humile* Zl. 59 (6. lesný vegetačný stupeň smrekovo-bukovo-jedľový) a plochy 8 CH, 20 CH, 21 CH javorové smrečiny *Acereto-Piceetum* Zl. 59 (7. lesný vegetačný stupeň smrekový). Nízka buková javorina je viazaná na hornú hranicu lesa, ktorá bola znížená v dôsledku pastvy. Hlavnými faktormi podmieňujúcimi vznik tejto podskupiny sú vietor a námraza. Dominantný je buk lesný (*Fagus sylvatica*). Javorová smrečina je tvorená dominantným smrekom (*Picea abies*) s prímiesou jarabiny vtáče (*Sorbus aucuparia*). Javor sa vyskytuje len ojedinele v krovinnej etáži.

Tab. 2. Výskumné plochy v NPR Chleb: 1 CH, 25 CH *Fageto-Aceretum humile*

Plocha	Svetlo	Teplota	Kontinentálnosť	Vlhkosť	Pôdna reakcia	Živiny	Druhové bohatstvo	Index druhovej diverzity	Druhová vyrovnanosť
1 CH	4,9	4,0	3,6	5,8	5,7	5,9	40	2,62	0,71
25 CH	4,1	4,4	3,2	5,6	6,2	6,2	20	2,12	0,71

Tab. 3. Výskumné plochy v NPR Chleb 8 CH, 20 CH, 21 CH *Acereto-Piceetum*

Plocha	Svetlo	Teplota	Kontinentálnosť	Vlhkosť	Pôdna reakcia	Živiny	Druhové bohatstvo	Index druhovej diverzity	Druhová vyrovnanosť
8 CH	5,3	3,6	3,4	5,8	5,8	5,2	46	2,76	0,72
20 CH	5,4	3,7	3,8	5,8	5,5	5,5	38	2,77	0,76
21 CH	5,0	3,9	3,6	5,8	5,8	5,5	38	2,52	0,69

Z porovnania Ellenbergových ekoindexov z plôch v NPR Rozsutec a NPR Chleb vyplýva, že plochy v NPR Chleb pod hornou hranicou lesa majú prevahu polotieňomilných druhov, indikujúce mierne teplo a vyžadujúce čerstvo vlhké až vlhké pôdy, pôdna reakcia ukazuje na mierne kyslé až neutrálne pôdy a vo vzťahu k živinám ide o stredne bohaté pôdy. Jemné rozdiely v ekočísloch ukazujú, že rozdiely teploty a vlhkosti (v tomto prípade odzrkadľujú rozdielny zrážkový režim) súvisia s vyššími nadmorskými výškami plôch v NPR Chleb.

Z koncepcie nerovnovážnej termodynamiky ekosystémov vyplýva, že prírodné disturbance, vrátane zosuvov sú prírodnými procesmi uvoľnenia energie, ktorých vzniku sa vždy zabrániť nedá. Analýza prírodných hazardov nad hornou hranicou lesa v oblasti Hromového ukazuje, že príčinou katastrofického zosunu pôdy v tejto oblasti bola synergia náchylnosti hornín k erózii (slienité vápence, bridlice) a dlhodobá erózia, extrémny sklon georeliéfu (nad 30°), pozitívna vysoká zrážková anomália, cirkulácia ovzdušia a charakter vegetácie, z hľadiska ekologickej komplexity výrazne narušená, oslabená vegetačná pokrývka.

Z našich vysokohorských oblastí Krivánska Fatra spolu s Veľkou Fatrou vykazuje najvyšší stupeň premeny hornej hranice lesa človekom, navyše s veľmi malou výmerou nesúvislých kosodrevinových porastov. Dĺžka hornej hranice lesa akútne ohrozovanej deštrukciou je tu najväčšia zo všetkých vysokých pohorí Slovenska (Huba, 1988). Z hľadiska dispozície georeliéfu na pôdnodeštrukčné procesy v oblasti medzi Stohom a Veľkým Krivánom možno predpokladať, že k podobným procesom dochádzalo v Krivánskej Fatre v celom postglaciálnom vývoji. To mohlo viesť v subalpínskom pásme k opakovanému vzniku trvalých plôch bezlesia. Podľa niektorých autorov aj disturbance z roku 2014 je príkladom udržiavania primárneho bezlesia na lokálnej úrovni v niektorých častiach pohoria (Topercer *et al.*, 2004).

K sústavnému odlesňovaniu pásma kosodreviny a znižovaniu hornej hranice lesa v Krivánskej Fatre dochádzalo najmä od čias valašskej kolonizácie v 15. – 16. storočí. V snahe rozširovať pasienky (predovšetkým na vhodných lokalitách s podložím vápnatých hornín) domáce obyvateľstvo v subalpínskom stupni vyrubovalo a vypaľovalo kosodrevinu a postupne aj smrekové porasty pod pôvodným pásmom kosodreviny, čím sa výrazne znížila horná hranica lesa (Kučera, 2012). Prirodzené porasty sa zachovali hlavne na neprístupných miestach (strmé svahy, skalné bralá). Odstránením časti horských smrečín a kosodreviny vznikli koridory, ktorými sa šírili svetlomilné rastlinné druhy z nižších polôh do vyšších a naopak. Voľné miesta po odstránenej kosodrevine zaujali druhy pôvodných nelesných spoločenstiev z refugiálnych stanovišť, akými boli napríklad strmé skalné svahy, lavínové dráhy, závery úzkych dolín, sutiny a nezalesnené plochy, ktoré sa ako enklávy udržiavali jednak opakujúcimi sa lavínami a tiež bylinožravou zverou (Dobošová, 2002).

V ostatných 60. – 70. rokoch na väčšine holí Krivánskej Fatry došlo k ukončeniu pasenia. Časť holí bola umelo zalesnená. Najmarkantnejšie to vidno v priestore medzi Chlebom a Poludňovým Grúňom. Manažment hornej hranice lesa je potrebné diferencovať tak, aby časť ekosystémov bola ponechaná paušálne na sekundárnu sukcesiu a vybraná časť biologicky a z hľadiska ochrany biodiverzity najzaujímavejších sukcesných štádií bola manažovaná usmerneným pasením, kosením, alebo inak (Bernátová *et al.*, 1998; Dobošová, 2002). Súčasťou manažmentu má byť aj koncepcia usmernenej turistiky.

Lesné ekosystémy pod hornou hranicou lesa v Národnej prírodnej rezervácii Chleb na podloží vápnatých hornín reprezentujú zachované nízke (zakrpatené) bukové javoriny *Fageto-Aceretum humile* Zl. 59 a javorové smrečiny *Acereto-Piceetum* Zl. 59. Ich ekologická charakteristika pomocou Ellenbergových indexov je uvedená v tabuľkách 2 a 3. Vzhľadom k prirodzenej vysokej náchylnosti tohto územia na zvýšené hrozby zosuvov sa potom možno aj malé zníženie ekologickej komplexity a integrity môže prejavovať pri realizácii takejto udalosti, ako sa tomu (aj v dôsledku extrémne vysokých zrážok) stalo v júli 2014.

Na základe vyššie načrtnutých výsledkov výskumu a aplikujúc vysvetlenie disturbancií z pohľadu nerovnovážnej termodynamiky môžeme následne odvodiť niektoré hlavné princípy manažmentu ekosystémov, ktoré sú ohrozené veľkými prírodnými disturbanciami. Ide o to, že týmto disturbanciam úplne zabrániť nemôžeme, ale môžeme znížiť pravdepodobnosť rizika, že sa zrealizujú a súčasne zmierniť ich následky (pre prípady, keď nastanú).

V oboch prípadoch je kľúčom zvýšenie obsahu vysokokvalitnej energie (exergie) v disturbanciami ohrozených ekosystémoch a tým aj ich pufračnej schopnosti a reziliencie. V predmetnom území to dosiahneme predovšetkým podporou a ochranou produkcie biomasy aj biodiverzity. (1) Pravdepodobnosť rizika znížime zvýšením pufračnej kapacity ohrozených ekosystémov, k tomu je potrebné udržať a obnoviť prirodzenú vegetačnú pokrývku krajiny; o.i. zamedzením holorubov, najmä v blízkosti hornej hranice lesa, limitovaním rozvoja lyžiarskych stredísk na strmých svahoch a regulovaním, obmedzením aktivít, ktoré podporujú eróziu pôdy a hornín. (2) Následky rizika znížime zvýšením reziliencie, čoho základom nie je iba primeraný objem biomasy na svahoch, ale aj podpora biodiverzity (a tým dostupnosti informácie pre spontánne reorganizačné ekologické procesy po odoznení narušenia). Z tohto pohľadu je správne súčasné vylúčenie pešej turistiky v Kremínnej doline, ale riešiť treba aj eróziu na turistických chodníkoch nad hornou hranicou lesa a zamedziť aj ilegálnej cyklistike.

ZÁVER

Prírodné katastrofy v Kremínnej doline v roku 1848 a pod Hromovým v roku 2014 boli výsledkom synergického pôsobenia komplexu substrátovo-geomorfologicko-klimatických vplyvov podporujúcich rozvoj morfogenetických procesov a tiež charakteru vegetačných pomerov. Podobné prírodné hazardy sa pravdepodobne vyskytovali aj v minulosti a vysoko pravdepodobne ich nemožno vylúčiť ani v budúcnosti, čo potvrdzuje aj aplikácia koncepcie nerovnovážnej termodynamiky, ktorou sme sa pokúsili hlbšie vysvetliť tento jav. Predmetom efektívneho manažmentu ekosystémov v oblasti Poludňových skál a Kremínnej doliny je ponechanie ekosystémov na prirodzenú sukcesiu s vylúčením turistického ruchu.

LITERATÚRA

- BALIAK, F. – PAŠEK, J. – NEMČOK, A. 1981. Svahové deformácie v Krivánskej Malej Fatre. In: JANÍK, M. – ŠTOLLMANN, A. (eds.), *Rozsutec–Štátna prírodná rezervácia*. Martin: Osveta, s. 126–142.
- BERNÁTOVÁ, D. – UHLÍŘOVÁ, J. – TOPERCER, J. ml. 1998. Aktuálne poznatky o subalpínskej vegetácii Krivánskej Fatry a návrh na jej manažment. In KORŇAN, M., *Výskum a ochrana Krivánskej Fatry*. Správa národných parkov SR, Správa NP Malá Fatra, Varín, s. 49–51.
- DOBOŠOVÁ, A. 2002. Hole Národného parku Malá Fatra, aká je budúcnosť (pohľad botanika)? *Oecologia Montana*, 11: s. 36–37.
- ELLENBERG, H. et al. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropas. In *Scripta Geobotanica*, 18, Gottingen: Verlag Erich Goltze KG, 258 s.
- HENNEKENS, S. M. 1995. *TURBO(VEG) – Software package for imput, processing, and presentation of phytosociological data*. User's guide. Wageningen: IBN–DLO, 1995.
- HUBA, M., 1988. K hľadaniu miery únosnosti a efektívnosti využívania krajiny CHKO Malá Fatra a jej ochranného pásma. In *Vplyv ľudských aktivít na prírodu chránenej krajinnnej oblasti Malá Fatra*. Zborník zo seminára. ÚŠOP Správa CHKO Malá Fatra v Gbeľanoch, s. 39–45.
- JAKÁL, J. 1998. Extrémne geomorfologické procesy ako geomorfologické živly. In *Folia Geographica*, 2. Prešov: Prešovská univerzita, 1998, s. 297–304.
- JÖRGENSEN, S.E. – SVIREZHEV, Y. M. 2004. *Towards a Thermodynamic Theory for Ecological Systems*. Elsevier, Oxford, United Kingdom, 366 s. ISBN 0-08-044166-1.
- KLEIDON, A. 2009. Nonequilibrium thermodynamics and maximum entropy production in the Earth System. *Naturwissenschaften* 96, s. 653–667.
- KUČERA, P. 2012. *Vegetačný stupeň smrečín v Západných Karpatoch. Rozšírenie a spoločenstvá*. Botanická záhrada UK v Bratislave, pracovisko Blatnica, 342 s. ISBN 978-80-971057-0-9.
- LIŠČÁK, P. – JELÍNEK, R. – OLŠAVSKÝ, M. – ŽILKA, A. – MELICHERČÍK, J. 2014. *Hlinito–kamenité prúdy vo Vrátnej*. Informatívna správa z geologického prieskumu. http://www.geology.sk/new/sites/default/files/media/Aktuality/Vratna_dolina_2014/Vratna_informat%C3%ADvna_sprava_web.pdf
- MARHOLD, K. – HINDÁK, F. (eds.). 1998. *Checklist of Non–Vascular and Vascular Plants of Slovakia*. Bratislava: VEDA, 687 s. ISBN 80-224-0526-4.
- MIDRIAK, R. 1983. *Morfogenéza povrchu vysokých pohorí*. Bratislava: VEDA, 516 s.
- MIDRIAK, R. 1998. Súčasné reliéfovotvorné procesy v oblasti Rozsutcov. In: KORŇAN, M. *Výskum a ochrana Krivánskej Fatry*. Správa národných parkov SR, Správa NP Malá Fatra, Varín, s. 10–15.
- MIDRIAK, R. 2003. *The Mountain Areas of the National Parks in the Slovak Republic – The Monographical Studies on National Parks 4*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 58 s. ISBN 80-228-1357-5.
- MÍCHAL, I. 1992. *Ekologická stabilita*. Brno: Veronica, 243 s.
- MORIN, P.J. 1999. *Community Ecology* – Blackwell Science, Abington, UK, 424 s. ISBN 0-86542-350-4.
- PAGÁČ, J. – VOLOŠČUK, I. et al. 1983. *Malá Fatra, chránená krajinná oblasť*. Bratislava: Príroda. 356 s.
- SHANNON, C. E. – WEAVER, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, Illinois Univ. of Illinois Press, 1949.
- ŠABO, M. 2010. Úvod do problematiky hodnotenia prírodných hrozieb. *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, Vol. 54, 2010, No. 2, s. 193–205.
- ŠÁLY, R. – SOBOCKÁ J. – ŠURINA, B. (eds.). 2000. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia*. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy. 76 s. ISBN 80-85361-70-1.
- ŠIBÍK, J. – SENKO, D. – BERNÁTOVÁ, D. 2015. Centrá biodiverzity hlavného hrebeňa Krivánskej Malej Fatry. *Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti*, roč. 37, č. 1, s. 47–68. ISSN 1337-7043.
- TICHÝ, L. 2002. JUICE, software for veg. classification. *Journal of Vegetation Science*, vol. 13, no. 3, 2002. s. 451–453. ISSN 1654-1103.

- TOPERCER, J. ml. – KLIMENT, J. – BERNÁTOVÁ, D. 2004. Veternú ružicu asi neotočíme. Ale nezlomíme nad hoľami (pastiersku) palicu? In KADLEČÍK, J. (ed.), *Turiec a Fatra*. Zborník príspevkov z konferencie „Hole a horná hranica lesa vo Velkej Fatre. Problémy, ochrana a využívanie. ŠOP SR, Správa NP Velká Fatra, Vrútky, s. 47 – 55.
- VAN DER MAAREL, E. 2007. Transformation of cover–abundance values for appropriate numerical treatment – Alternatives to the proposals by Podani. *Journal of Vegetation Science*. vol. 18. Uppsala: Opulus Press, s. 767–770. ISSN 1654-1103.
- ZLATNÍK, A. 1959. *Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů*. Spisy věd. lab. biogeocenologie a typologie lesa, Brno, Lesnícka fakulta VŠZ. 195 s.
- ZLATNÍK, A. 1978. *Lesnícka fytoocenologie*. Praha: SZN, 495 s.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná vedeckým grantom VEGA č. 1/0255/14 Dynamika krajinej štruktúry, diverzity fytoocenóz a indikácia rozptylu slnečnej energie vo vybraných ekosystémoch Národného parku Malá Fatra.

PRIEREZOVÉ PRÁCE

NÁČRT ŠTÚDIE MANAŽMENTU EKOSYSTÉMOV VO VYBRANOM REGIÓNE Z HĽADISKA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

Denisa Bartakovičová

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja,
Mariánska 10, 949 01 Nitra, e-mail: denisagrznarova@hotmail.com*

Abstrakt: V súčasnosti sa spoločnosť orientuje na dosiahnutie udržateľnosti životného prostredia, ktorá je zároveň z veľkej časti zabezpečená udržiavaním služieb prírodných ekosystémov. Tie sú na základe charakteristického územia v zmysle ich potenciálu rozličné. Hlavným cieľom predkladaného príspevku je analýza súčasného trendu využívania ekosystémov vo vzťahu k ekosystémovým službám. Analýza sa vykonáva vo väzbe na udržateľný rozvoj. Záujmovým územím je skupina 19 obcí, tvoriaca mikroregión Tribečsko, rozprestierajúci sa pod úpäťm vrchov pohoria Tribeč a Pohronský Inovec. Naša úloha spočívala v upriamení pozornosti na potrebu aplikácie induktívneho prístupu „zdola-nahor“ a jeho rozpracovanie v metodických krokoch práce. Predkladaný príspevok poskytuje čiastkovú informáciu o aktuálne riešenej dizertačnej práci, ktorej výsledky budú dopracované v nadchádzajúcom čase.

Kľúčové slová: ekosystémové funkcie, ekosystémové služby, induktívny prístup, mikroregión Tribečsko

Abstract: Currently, human society is focused on achieving sustainable environment which is also largely secured by maintaining natural ecosystem services. These are according to characteristic area in terms of their potential different. The main aim of presented paper is the analysis of the current trend of using ecosystems in relation to ecosystem services. The analysis is carried out in relation to sustainable development. Area of our interest is a group of 19 municipalities forming mikroregión Tribečsko. Microregion is extending below mountain Tribeč and Pohronský Inovec. Our task was to draw attention to needed application of inductive approach “bottom-up” and elaboration of this approach in methodological steps of work. The present contribution provides partial information about the actual doctoral thesis which results will be finalized in the coming time.

Keywords: ecosystem functions, ecosystem services, inductive approach, microregion Tribečsko

ÚVOD

V súčasnosti sa téme predkladanej práce venuje veľký záujem odbornej verejnosti, a preto i k interpretácii pojmu ekosystémových služieb prispieva aktuálne množstvo odborníkov. Odhliadnuc od toho, ľudský blahobyť závisí od fungovania miestnych ekosystémov. Z toho dôvodu sme zvolili atomistický prístup (zdola-nahor) za prístup, ktorý je nutné aplikovať v danej práci. Vo veľkej miere je ekosystémový manažment navrhovaný v populárnej a odbornej literatúre ako moderný a odporúčaný spôsob riadenia prírodných zdrojov a ekosystémov (Lackey, 1998). Podľa Meffe-Carroll (1997) ide o prístup k udržaniu alebo obnoveniu zloženia, štruktúry a funkcie prírodných a modifikovaných ekosystémov s účelom dlhodobej udržateľnosti. Okrem charakteristiky, i zostaveniu princípov a cieľov ekosystémového manažmentu sa venovalo niekoľko odborníkov. Výber z nich, rovnako s ich vyjadreniami boli zosumarizované do nasledovných tabuliek (viď tab. 1, 2).

Tab. 1. Porovnanie vybraných klasifikačných systémov ekosystémového manažmentu

Grumbine – Soule (1992)	Meffe – Carroll (1997)	Cortner <i>et al.</i> (1998)	Quinn (2002)
princípy	princípy	princípy	princípy
udržať životaschopné populácie všetkých prírodných druhov in situ ochranou ich stanovišť	ciele musia vychádzať z hlbokého porozumenia ekologických vlastností daného systému	nutnosť spolupráce v rámci jurisdikcie, vládnych agentúr a priemyslu, čo vyžaduje významné inštitucionálne zmeny	implementácia ekosystémového manažmentu závisí od manažmentu sociálnych, ekonomických a inštitucionálnych faktorov
udržať evolučné a ekologické procesy, t. j. režimy narušenia (disturbancie udržiavajúce stabilitu systému), hydrologické procesy, cykly živín a pod.	hraničné ekologické procesy musia byť udržiavané		ekosystémy sú aj biofyzikálne aj socio-kultúrne systémy, preto majú aj sociálne a kultúrne využitie
obhospodarovať ekosystémy po dostatočne dlhú dobu tak, aby sa udržal evolučný potenciál druhov a ekosystémov	nutnosť zachovať vývojové procesy		rozvoj prírodných zdrojov by sa mal uskutočňovať v rámci ekosystémových hraníc, nie administratívnych
usporiadať využívanie a obsadenie ekosystémov človekom v rámci vyššie uvedených obmedzení a tým zamedziť ekologickej degradácii	externé hrozby musia byť minimalizované a externé výhody/zisky maximalizované		
	manažment musí byť prispôsobivý		
Pozn.: upravené podľa Grumbine – Soule (1992), Meffe - Carroll (1997), Cortner <i>et al.</i> (1998), Quinn (2002)			

Tab. 2. Ciele ekosystémového manažmentu

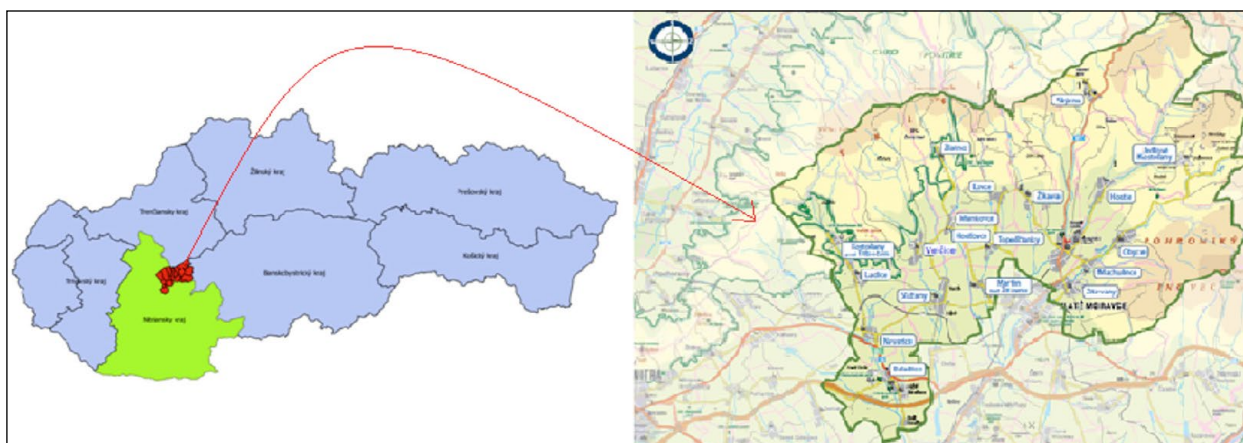
P. č.	Definícia cieľa	Autor
1.	zachovanie biologickej diverzity a ochranu hlavných služieb poskytovaných ekosystémami, zatiaľ čo sú napĺňané sociálne, ekonomické, politické a kultúrne potreby súčasných a budúcich generácií	Grumbine, 1994; Christensen <i>et al.</i> , 1996
2.	obnova a udržiavanie kvality, produktivity, biodiverzity ekosystémov a celkovej kvality života prostredníctvom takeého manažmentu prírodných zdrojov, ktorý je úplne integrovaný so sociálnymi a ekonomickými potrebami ľudí	Szaro <i>et al.</i> , 1998
3.	zachovanie alebo obnova ekosystémovej integrity a biologickej diverzity na všetkých priestorových a časových úrovniach	Ewert <i>et al.</i> 2004; Randolph, 2004
Pozn.: upravené podľa Grumbine (1994), Christensen <i>et al.</i> (1996), Szaro <i>et al.</i> (1998), Ewert <i>et al.</i> (2004), Randolph (2004)		

De Groot (2010) definuje ekosystémové funkcie ako „kapacitu prírodných procesov a komponentov poskytovať tovary a služby, ktoré uspokojujú ľudské potreby priamo alebo nepriamo“. Pri všeobecnej klasifikácii funkcií vegetácie v životnom prostredí sa pod funkciou chápe vonkajší prejav vlastností vegetácie v danom systéme vzťahov. Eliáš (1983) rozlišuje dve základné skupiny funkcií vegetácie nasledovne, **ekologické (biologické) funkcie**, dôležité pre fungovanie ekosystémov i celej biosféry a **spoločenské (so-**

cio-ekonomické) funkcie, ktoré sú výsledkom spoločenských potrieb, využiteľných vlastností a účinkov vegetácie. Definícia ekosystémových služieb sa v priebehu času menila v závislosti od kladenia dôrazu na ekologický alebo ekonomický základ. Široký rámec ekosystémových služieb stanovený Miléniovým posúdením ekosystémov sveta (2005), bol ďalej zdokonaľovaný až po súčasnú verziu CICES V4.3 (Haines, Potschin, 2013). Došlo k rozdeleniu služieb do 3 kategórií, a to provízne, regulačné a podporné, kultúrne. Hlavným cieľom predkladanej práce je analýza súčasného trendu využívania ekosystémov vo vzťahu k ekosystémovým službám. Pre naplnenie cieľa práce boli stanovené i čiastkové ciele – analýza a následne aktualizácia súčasného stavu využívania ekosystémov prostredníctvom spracovania dostupných podkladov, charakteristika SWOT súčasného využívania ekosystémov, identifikácia stretov záujmov v starostlivosti o lokálne ekosystémy a nakoniec vypracovanie návrhu riešenia konfliktov na dosiahnutie udržateľného rozvoja regiónu.

MATERIÁL A METÓDY

Pre účely výskumného projektu bolo zvolené územie 19 obcí v okrese Zlaté Moravce. Vymedzené územie je lokalizované v západnej časti Slovenska, v Nitrianskom kraji (viď obr. 1). Vyčlenené obce založili občianske združenie, mikroregión Tribečsko (MAS).



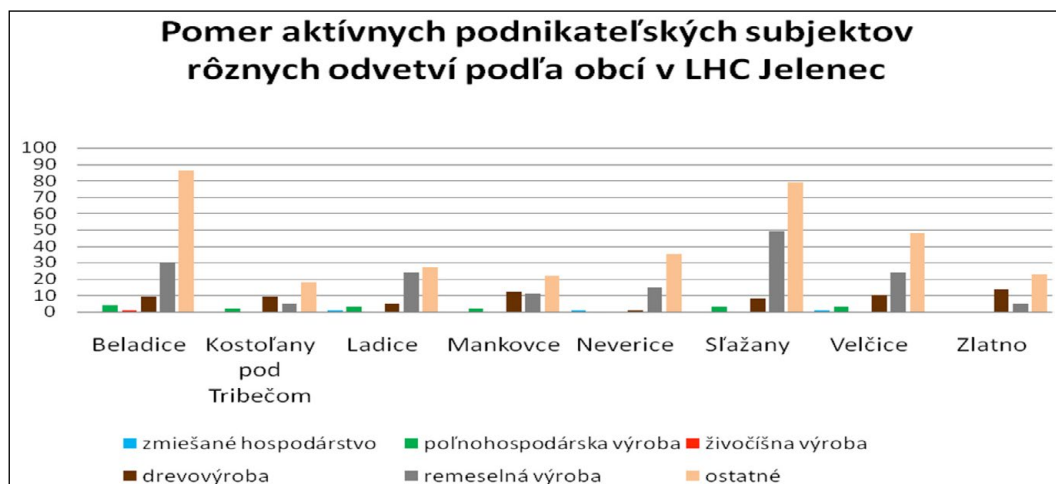
Obr. 1. Poloha mikroregiónu Tribečsko v rámci Nitrianskeho samosprávneho kraja (vlastné spracovanie, 2015)

Úlohou prvých dvoch krokov práce je analýza súčasného stavu využívania ekosystémov prostredníctvom spracovania dostupných podkladov a ich následná aktualizácia v teréne. Analýzu začíname prostredníctvom zberu a spracovania dostupných primárnych údajov o záujmovom území – domáce a zahraničné publikácie, odborné štúdie, legislatíva Slovenskej republiky a Európskej únie, databázy užívateľov ekosystémov a mapových podkladov, on-line mapové aplikácie a vrstvy geografického informačného systému v prostredí. Očakávaným výsledkom je pasportizácia miestnych ekosystémov, vedúca k tvorbe zoznamov ich užívateľov pre konkrétne katastrálne územia zvlášť. To znamená vytvorenie databáz jednotlivých ekosystémov na skúmanom území. V tejto počiatočnej fáze práce sme sa venovali spracovaniu teoretických poznatkov. Sekundárnymi zdrojmi údajov ktorými sa realizuje aktualizácia informácií z územia sú údaje získané na základe terénneho prieskumu. Jeho účelom bola cieľná rekognoskácia častí vymedzeného územia, počas ktorej boli výsledky dopĺňané do terénneho protokolu. Ďalej sme využili metódu semi-štruktúrovaných rozhovorov (starosta obce, urbár, predseda poľnohospodárskeho družstva, lesný hospodár, poľovnícky hospodár, správca povodia, včelár, zamestnanci okresného úradu Nitra a Zlaté Moravce), za účelom poznania vlastníckych vzťahov pôdy v rámci katastrálnych území obcí, ďalej kvantitatívnej špecifikácie štruktúry pôdneho fondu a za účelom poznania aplikovaných manažérskych postupov a ich dopadov aj v prípadnej podobe stretov záujmov (Bastian *et al.*, 2013). V rámci tejto úlohy bola taktiež využitá kombinácia dotazníkovej metódy (Bezáková, 2015) a expertnej metódy „focus group“ (Barbour, 2007; Kelemen, 2014), ktorá spočívala v diskusnom stretnutí medzi pozvanými akté-

ri riadenia ekosystémov (starosta obce, urbár, predseda poľnohospodárskeho družstva, lesný hospodár, poľovnícky hospodár, manažér mikroregiónu). Očakávaným výstupom diskusie je zhodnotenie kritérií ekosystémového manažmentu, vypracovanie prehľadu využívaných ekosystémových služieb v území a taktiež stanovenie silných a slabých stránok, možností, ohrození manažmentu ekosystémov (Haines, Potschin, 2013; Bastian *et al.*, 2013). Nasledujúcim krokom je identifikácia stretov záujmov v oblasti starostlivosti o lokálne ekosystémy. Identifikácia bude dosiahnutá v rámci vyhodnotenia semi-štruktúrovaných rozhovorov s respondentmi a zaznamenávanej expertnej diskusie. Očakávaným výstupom je lokalizovanie stretov priamo v teréne, pomocou mapovej aplikácie ArcMap 10.2.2, čoho výsledkom bude vlastná mapa s vyznačenými priaznivými a nepriaznivými prvkami využívania ekosystémov (Cheng, Jan, 2000). Posledným čiastkovým cieľom je vypracovanie návrhu riešenia konfliktov na dosiahnutie udržateľného rozvoja regiónu, ktorý bude zhotovený na základe aktívneho postavenia sa autora práce k problému, čerpania návrhov z prác zahraničnej a domácej literatúry (Young *et al.*, 2005; Halada, 2006), ako i na základe spolupráce s miestnymi aktérmi počas rozhovorov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe spracovania teoretickej časti práce v podobe vstupných informácií z rozličnej literatúry, databáz a čiastočne i terénu, boli doposiaľ spracované čiastkové výsledky dizertačnej práce, ktoré budú počas nasledovného roka 2016 dopĺňané do konkrétnych výstupov. V rámci primárneho spracovania sme sa v niektorých prípadoch zamerali prioritne na 8 obcí, patriacich do lesného celku Jelenec (Beladice, Kostofany pod Tribečom, Ladice, Mankovce, Neverice, Sľažany, Velčice, Zlatno). Štruktúra aktívnych podnikateľských subjektov v LC Jelenec je znázornená na obr. 2, pričom na osi y sa nachádza počet subjektov.



Obr. 2. Pomer aktívnych podnikateľských subjektov rôznych odvetví podľa katastrálnych území (vlastné spracovanie, 2014)

Nasledujúce tabuľky prezentujú prehľad princípov a stanovených kritérií ekosystémového manažmentu (viď. tab. 5) a miestnych ekosystémov a využívaných služieb identifikovaných v sledovanom území (viď. tab. 6). Zhodnotenie stavu využívania ekosystémových služieb, identifikácia stretov záujmov a vypracovanie návrhov na zlepšenie aktuálneho stavu je predmetom nadchádzajúceho času.

Tab. 5. Princípy a kritériá ekosystémového manažmentu

P. č.	Princíp	Kritérium (indikátory ŽP a TUR)
1.	Ochrana populácií a stanovišť prírodných druhov	Chránené druhy (Červené zoznamy); Územia Natura 2000; Výskyt CHÚ SR; CHÚ s radiáciami plánmi; Náklady na ochranu ŽP; Vedecký výskum, monitorovanie, hodnotenie stavu ekosystémov; Výmera poľnohospodárskej pôdy v ekologickom poľnohospodárstve
2.	Udržiavanie ekologických procesov (režimy narušenia, hydrologické procesy, cykly živín)	Ochranné lesy a ich % z celkovej výmery lesov; Environmentálne záťaže; Eutrofizácia povrchovej vody
3.	Zachovávanie evolučného potenciálu druhov (genotyp) a ekosystémov	Fragmentácia ekosystémov; Štruktúra pôdneho fondu; Úbytky pôdy pre priemyselnú výstavbu
4.	Zamedzenie ekologickej degradácii	Monitoring kvality poľnohospodárskej pôdy; Monitoring kvality povrchovej vody; Dodržiavanie limitov spotreby priemyselných hnojív/ pesticídov/ maštalného hnoja/ závlahy; Spôsob ťažby v lesných ekosystémoch
5.	Prispôsobivý manažment ekosystémov (sociálne, ekonomické, inštitucionálne faktory)	Kolaborácia medzi skupinami aktérov; Účasť aktérov na plánovaní, implementácii, monitorovaní a vyhodnocovaní procesu manažovania; Vedecký výskum, monitorovanie, hodnotenie stavu ekosystémov; Pripravenosť na prírodné katastrofy
6.	Nutnosť spolupráce v rámci manažmentu ekosystémov	Spolupráca medzi súkromným a verejným sektorom; Vypracovaná územno-plánovacia dokumentácia
7.	Rozvoj prírodných zdrojov v rámci ekosystémových hraníc	Štruktúra využívania poľnohospodárskej pôdy; Osevné postupy; Počty hosp. zvierat; Úrody poľnohospodárskych plodín; Ťažba drevnej hmoty (plánovaná, náhodná)
8.	Sociálne a kultúrne využitie ekosystémov	Rekreácia a turistika; Výskyt liečivých druhov rastlín; Hubárske oblasti; Cyklotrasy; Hrady/ zámky
Pozn.: upravené podľa Grumbine – Soule (1992), Meffe – Carroll (1997), Cortner <i>et al.</i> (1998), Quinn (2002)		

Tab. 6. Prehľad miestnych ekosystémov a využívaných služieb v mikroregióne Tribečsko

Ekosystém	ES služba	Indikátor ES služby
Lesný	Produkčná	Biomasa voľne rastúcich rastlín; Voľne žijúce živočíchy a ich produkty z nich; Vlákna a ďalšie rastlinné materiály na použitie alebo spravovanie; Genetický materiál bioty ďalej využiteľný v medicíne, chovných programoch
	Regulačná a podporná	Udržiavanie materských populácií a stanovišť
	Kultúrna	Voľno časové využívanie krajiny; Vzdelávacia; Zábavná; Estetická; Existenčná
Agroekosystém Poľnohospodárska pôda	Produkčná	Kultúrne plodiny; Hospodárske zvieratá a produkty z nich
Agroekosystém Vinice	Produkčná	Kultúrne plodiny; Biomasa voľne rastúcich rastlín
Agroekosystém Lúky a pasienky	Produkčná	Biomasa voľne rastúcich rastlín; Vlákna a ďalšie rastlinné materiály na použitie alebo spravovanie; Genetický materiál bioty ďalej využiteľný v medicíne, chovných programoch
	Kultúrna	Voľno časové využívanie krajiny; Vzdelávacia; Zábavná; Estetická

Tab. 6. Prehľad miestnych ekosystémov a využívaných služieb v mikroregióne Tribečsko (pokračovanie)

Ekosystém	ES služba	Indikátor ES služby
Vodný	Produkčná	Voľne žijúce živočíchy a produkty z nich
	Regulačná a podporná	Chemické vlastnosti sladkých vôd
	Kultúrna	Voľno časové využívanie krajiny
Pozn.: vlastné spracovanie (2015)		

ZÁVER

Príspevok prezentuje náčrt problematiky v rámci dizertačnej práce riešenej v rokoch 2014–2016, ktorá je v súčasnosti vo vývoji. Predkladaný materiál sa orientuje na zdôraznenie využitia induktívneho prístupu pri riešení aktuálnej problematiky, ekosystémových funkcií a služieb. Zdôrazňujeme nutnosť práce zdola-nahor, prostredníctvom kumulovania, analyzovania a vyhodnocovania informácií na lokálnej úrovni. Vo väčšej miere sa orientujeme na zhodnotenie súčasného stavu miestnych ekosystémov, ktoré sú poskytovateľom rôznych služieb. Našou snahou je vyhodnotiť a integrovať ekologickú, sociálnu a ekonomickú zložku ekosystémového manažmentu. Orientovali sme sa na prácu v teréne a s lokálnymi aktérmi. Po získaní údajov o aktivitách a subjektoch vstupujúcich do riadiaceho procesu ekosystémov, hodnotíme aktuálne využívanie ich služieb a napĺňanie predstavy udržateľného rozvoja. Domnievame sa, že ovplyvňovanie krajinného rázu a schopnosti ekosystémov zabezpečovať ich služby a tak napĺňať potreby ľudí, je primárne dôležitým prvkom ovplyvňujúcim potenciál budúceho rozvoja územia. Vzhľadom na rozpracovanosť zdrojovej práce, predkladaný príspevok doposiaľ predstavuje iba čiastkovú informáciu o prebiehajúcom výskume.

LITERATÚRA

- BASTIAN, O. 2013. Ecosystem services and energy crops – spatial differentiation of risks. *Ekológia (Bratislava)* [online], vol. 32, no. 1, s. 13–29. ISSN 1335-342X [cit. 2014 – 08–13]. http://www.familie-syrbe.de/Dateien/02_paper.pdf
- BARBOUR, R. 2007. *Doing Focus Groups*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- BEZÁKOVÁ, M. 2015. *Diverzita krajinných ekosystémov ako potenciál rozvoja vidieckeho regiónu v okrese Čadca*. Dizertačná práca. Nitra: SPU. 126 s.
- CORTNER, H. J. *et al.* 1998. Institutions matter: The need to address the institutional challenges of ecosystem management. In *Landscape and Urban Planning* [online], vol. 40, s. 159–166. ISSN 0169-2046. [cit. 2014 – 07–19]. http://research-legacy.arch.tamu.edu/epsru/pdf/plan641/readings/institutions_matter.pdf
- DE GROOT, R. S. *et al.* 2010. Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation. In: KUMAR, P. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations* [online]. London: Earthscan, s. 1–40 [cit. 2014–11–29]. <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/D0-Chapter-1-Integrating-the-ecological-and-economic-dimensions-in-biodiversity-and-ecosystem-service-valuation.pdf>
- ELIÁŠ, P. 1983. Ecological and Social Functions of Vegetation. *Ekológia (ČSSR)*, vol. 2, s. 93–104.
- EWERT, A. V. – BAKER, D. C. – BISSIX, G. C. 2004. *Integrated Resource and Environmental Management. The Human Dimension*. New York: CABI Publishing, 320 s. ISBN 978-08519-89-34-3.
- GRUMBINE, R. E. – SOULE, M. E. 1992. *Ghost bears: Exploring the biodiversity crisis*. Washington, D.C.: Island Press. 314 s. ISBN 978-15-596-3152-5.

- GRUMNINE, R.E. 1994. What is ecosystem management? In *Conservation Biology* [online], vol. 8, no. 1, s. 27–38 ISSN 1523–1739. [cit. 2014 – 06–13]. <http://math.unife.it/lm.ecologia/Insegnamenti/management-degli-ecosistemi/materiale-didattico/Grumbine%201994.pdf>
- HAINES-YOUNG, R. – POTSCHIN, M. 2013. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4* [online], [cit. 2014 – 09–10] www.cices.eu
- HALADA, L. 2006. Riešenie konfliktov medzi ochranou biodiverzity a ľudskými aktivitami – niektoré výsledky projektu BioForum. *Životné prostredie* [online], vol. 40, no. 5, s. 243–246. ISSN 0044–4863. [cit. 2014 – 02–06]. http://www.elis.sk/download_file.php?product_id=1271&session_id=eb6no26us9111nol9drk6i0u34
- CHENG, CH. – JAN J. F. 2000. Application of GIS to Measure and Evaluate Landscape Changes. *GIS Development ACRS* [online], [cit. 2014 – 02–13]. <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/>
- CHRISTENSEN, N. L. *et al.* 1996. The report of The Ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* [online], vol. 6, no. 3, s. 665–691. ISSN 1051–0761. [cit. 2014 – 3–6]. <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.2307/2269460>
- LACKEY, R. 1998. Seven Pillars of Ecosystem Management. In *Landscape and Urban Planning* [online], vol. 40, s. 21 – 30. ISSN 0169–2046. [cit. 2014 – 10–22]. http://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?dirEntryID=18052
- MEFFE, G. K. – CARROLL, C. R. 1997. *Principles of Conservation Biology*. 2nd ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 600 s. ISBN 0-87893-519-3.
- MEFFE, G. K. – NIELESN, L. A. – KNIGHT, R. L. – SCHENBORN, D. A. 2002. *Ecosystem Management: adaptive, community-based conservation*. Washington, DC: Island Press, 313 s. ISBN 1-55963-824-9.
- RANDOLPH, J. 2004. *Environmental Land Use Planning and Management*. Washington, DC: Island Press. 664 s. ISBN 1-55963-948-2.
- QUINN, M. S. 2002. Ecosystem-based management. In: THOMPSON, D. *Tools for environmental management: a practical introduction and guide*. Gabriola Island, BC: New Society Press, s. 370 – 382. ISBN 978-0889532892
- SZARO, C. R. – SEXTON, W. T. – MALONE, CH. R. 1998. The emergence of ecosystem management as a tool for meeting people's needs and sustaining ecosystems. *Landscape and Urban Planning* [online], vol. 40, s. 1 – 7. ISSN 0169-2046. [cit. 2014 – 10–23]. http://research.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/3390/Szaro.pdf
- YOUNG, J. *et al.* 2005. Towards sustainable land use: identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe. *Biodiversity and Conservation* [online], vol. 14, no. 7, s. 1641–1661. ISSN 0960-3115. [cit. 2014 – 02–06]. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-004-0536-z#page-1>

Podakovanie

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu VEGA č. 1/0813/14 „Ekosystémy a ich úžitky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“, ktorý sa rieši na Katedre ekológie FEŠRR SPU v Nitre s finančnou podporou vedeckej grantovej agentúry SAV a Ministerstva školstva SR VEGA v rokoch 2013 – 2016.

FUNKCIE A SLUŽBY EKOSYSTÉMOV V KRAJINE: OD DEDUKCIÍ K VÝSKUMU

Pavol Eliáš

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja,
Mariánska 10, 949 01 Nitra, e-mail: pavol.elias@uniag.sk*

Abstrakt: Biodiverzita ekosystémov a ekologické procesy, ekologické funkcie (*sensu* Eliáš, 1983a) ekosystémov, určujú / predstavujú kapacitu ekosystémov pre poskytovanie a využitie ako ekosystémové služby. Keď sa ekologické funkcie skutočne využívajú, stávajú sa spoločenskými, resp. spoločensko-ekonomickými funkciami (*sensu* Eliáš, 1983a). Súčasný postup na identifikáciu, mapovanie a hodnotenie ekosystémových služieb v krajine (napr. krajinná pokrývka, využitie zeme a pod.) sú nedostatočné, neprimerané či nevhodné, preto sa vyvíjajú nové prístupy a metódy. Deduktívne prístupy (zhora - nadol) odvodzujú ekosystémové služby v krajine od súčasných kategorizácií (napr. MA, 2005, TEEB, 2010) a klasifikácií (CICES, 2013 a i.) a na ich hodnotenie sa používajú súhrnné metódy. Induktívne prístupy (zdola - nahor) vychádzajú z poznania ekosystémov, ktoré sa vyskytujú v skúmanej krajine, z terénneho výskumu (biodiverzity, spoločenstiev), ich lokalizácie a plošnom výskyte, resp. rozšírení v území. Ekosystémové služby sa identifikujú podľa typu ekosystémov, ich biodiverzity a ekosystémových funkcií. Pri ich hodnotení sa uplatňujú atomistické metódy. Obidva prístupy sú diametrálne rozdielne, hoci sa niekedy môžu dopĺňať. V rámci výskumného projektu VEGA „Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“ rozpracovávame induktívny prístup k identifikácii, mapovaniu a hodnoteniu ekosystémových služieb a ich využívania vo vidieckych oblastiach.

Kľúčové slová: identifikácia, mapovanie, hodnotenie, ekosystémové služby, deduktívny prístup, induktívny prístup, biodiverzita, ekologické funkcie, spoločenské funkcie, vidiecka krajina

Abstract: Biodiversity, ecosystem processes, ecological functions (*sensu* Eliáš, 1983a) of ecosystems determine / represent the capacity of the ecosystems to provide of, and contribute to ecosystem services. When the ecological functions (the capacity) are actually used, they become social, or socio-economic functions (*sensu* Eliáš, 1983). Recent research approaches to identifying, mapping and valuating of ecosystem services in a rural landscape (e.g. land cover, land use etc.) are insufficient, not adequate or not acceptable, therefore, new approaches and methods are developing now. Deductive approaches („top-down“) are concerning with deducing ecosystem services in a landscape from current categorizations (e.g. MA, 2005, TEEB, 2010) and/or classifications (CICES, 2013) of ecosystem services and more general levels and methods are used for the service valuation. Inductive approaches („bottom-up“) are based on observations of ecosystems (biotic communities) which occur in the study area, on collecting relevant data, the localisation and geographical (spatial) distribution of the ecosystems in the area. Ecosystem services are identified by ecosystem types (structure, biodiversity), and their ecological functions. The atomistic approaches are applied in the valuation. Two research approaches are quite different, but they can also be complementary. Supporting ecosystem services are relevant to ecological functions defined by Eliáš (1983a) in a system of ecological relationships in which a human is one of many species. We compare the approaches to recognize advantages and disadvantages; empirical data collected in different regions of Slovakia, Central Europe, were used. In the research project of VEGA „Ecosystem and their effects - Ecosystem services in a rural landscape“ (2014 – 2016) the inductive approach to identifying, mapping and valuating of ecosystem services is developing. Results of plant communities research and their biodiversity in the microregion of Tribečsko (Zlate Moravce district, SW Slovakia) were used.

Keywords: identifying, mapping, valuating, ecosystem services, deductive approach, inductive approach, biodiversity, ecological functions, social functions, biodiversity, rural landscape

ÚVOD

Vidiecka krajina ako mozaika prírodných, poloprírodných a umelých ekosystémov (Eliáš, 2007; Forman, Godron, 2007) poskytuje viac alebo menej vhodné podmienky na kvalitný život ľudí (Eliáš, 2010a, 2011). Ekosystémy, ich biodiverzita, ekosystémové procesy a ekologické funkcie (*sensu* Eliáš, 1983a), určujú a predstavujú prírodný potenciál, kapacitu pre využitie ako ekosystémové služby. Konceptný model predpokladá, že ekosystémové služby sú závislé od ekologických procesov, ktoré prebiehajú v ekosystémoch (ekosystémové funkcie), a tie zasa od štruktúry a diverzity ekosystému (Eliáš, 2008; Bastian *et al.*, 2012; Grunevald, Bastian, 2013, 2015). Výskum biodiverzity preto významne prispieva k poznaniu a hodnoteniu fungovania ekosystémov a ich ekosystémových služieb (Eliáš, 2011; Bastian, 2013). Kvantitatívne vzťahy medzi biodiverzitou, štruktúrou a ekosystémovými procesmi a službami sú však stále nedostatočne preskúmané (De Groot *et al.*, 2010) a vyžadujú osobitnú pozornosť.

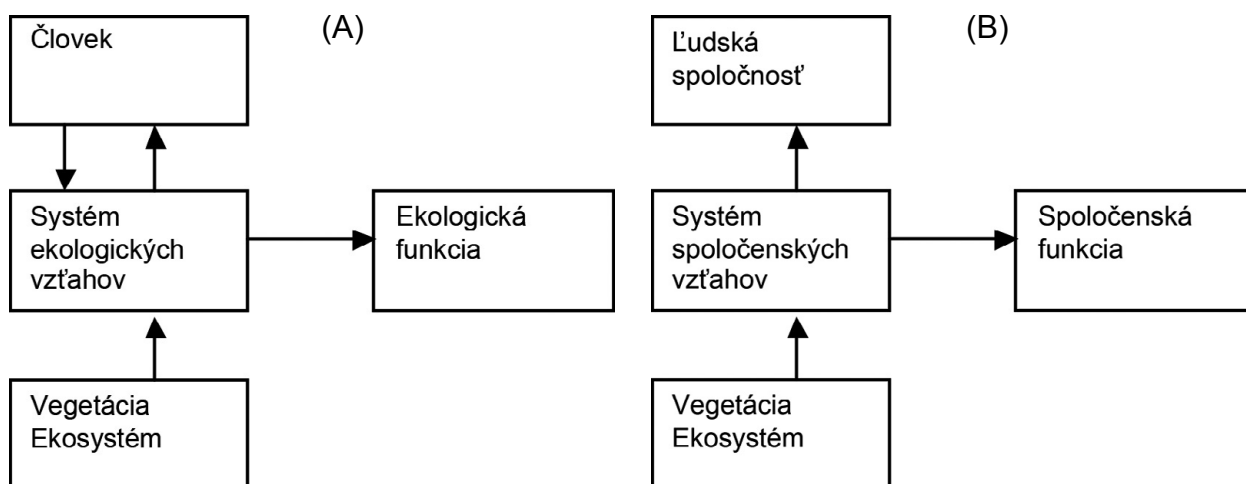
Ekologické a spoločenské funkcie ekosystémov

Hodnotenie a oceňovanie úžitkových funkcií ekosystémov ako prírodného kapitálu vyžaduje identifikáciu funkcií, ich bližšiu charakteristiku, kategorizáciu do skupín, ako aj výskum funkcií vedúci ku kvantifikácii a exaktnému zhodnoteniu (Eliáš, 2007).

Funkcie ekosystémov, rovnako tak vegetácie (rastlinných spoločenstiev), v životnom prostredí môžeme rozdeliť do dvoch základných skupín (typov) funkcií (Eliáš, 1978b, 1983a, Obr. 1A, B):

(a) **Ekologické** (biologické) **funkcie** sa uvažujú v systéme ekologických vzťahov a sú významné pre fungovanie ekosystémov ako takých a pre udržanie štruktúry, diverzity a procesov celej biosféry. Sú nezávislé od človeka, od jeho egoistických požiadaviek.

(b) **Spoločenské funkcie** sa uvažujú v systéme spoločenských vzťahov a sú preto determinované požiadavkami ľudskej spoločnosti. Chápeme ich ako produkt spoločenských potrieb/požiadaviek a využitelných vlastností a účinkov ekosystémov (vegetácie). Ide pritom o tie vlastnosti ekosystémov, vrátane vegetácie, ktoré sú schopné uspokojovať spoločenské potreby. Majú antropocentrický charakter. Eliáš (1983a) rozlišuje obecné, špeciálne a účelové klasifikácie spoločenských funkcií vegetácie.



Obr. 1 Schéma tvorby ekologických a spoločenských funkcií vegetácie/ekosystémov (Eliáš, 1983a).

Ekologické funkcie (*sensu* Eliáš, 1983a), určujú / predstavujú kapacitu ekosystémov pre poskytovanie a využitie ako ekosystémové služby. Keď sa ekologické funkcie skutočne využívajú, stávajú sa spoločenskými, resp. spoločensko-ekonomickými funkciami (*sensu* Eliáš, 1983a) a úžitky z nich ekosystémovými službami.

Účinnosť úžitkových funkcií môžeme objektívne stanoviť (zmerať), pri niektorých len približne určiť (odhadnúť). Ako uvádza Jurko (1990) zatiaľ u nás úžitkové funkcie nie sú dobre preskúmané pokiaľ ide o kvalitu, kvantitu, intenzitu, smer a dosah pôsobenia. Všetky úžitkové funkcie sú viac-menej interakčného a polyfunkčného charakteru, čo sťažuje ich kvantitatívne hodnotenie.

Identifikácia funkcií a služieb ekosystémov

Nedostatok informácií (údajov) pre hodnotenie ekosystémových služieb vedie obvykle k odvodzovaniu, odhadom, relatívnemu hodnoteniu, uplatňovaniu metód iného ako ekologického charakteru (expertízne hodnotenie, dotazník, riadený rozhovor), k semi-kvantitatívnym hodnoteniam (pomerné hodnotenie, tri či viac stupňov). Teoretické úvahy sa odvíjajú od súpisov funkcií a služieb, ich kategorizácií či klasifikácií.

Súčasný postup na identifikáciu ekosystémových služieb v krajine (napr. krajinná pokrývka, využitie zeme, a pod.) sú nedostatočné, neprimerané či nevhodné (Bastian a kol., 2012; Braat *et al.*, 2012; Eliáš, 2013, 2014, 2015a, b, c), preto sa vyvíjajú nové prístupy a metódy.

Deduktívne prístupy („zhora - nadol“) odvodzujú ekosystémové služby v krajine od súčasných kategorizácií (napr. MA, 2005; TEEB, 2010), resp. klasifikácií (CICES, 2013 a i.) ekosystémových služieb a na ich hodnotenie používajú súhrnné metódy. K poznaniu ekosystémových funkcií a služieb prispievajú málo alebo vôbec. Pritom len identifikovaním ich úžitkov v krajine môžu byť na udržateľnom princípe prijímané manažmentové environmentálne opatrenia (Eliáš, 2014; Petrášová, 2015).

Tab. 1. Porovnanie dvoch výskumných prístupov k identifikácii, mapovaniu a hodnoteniu ekosystémových služieb (Eliáš, 2013, 2014, 2015b,c,e).

Výskumný prístup	Charakteristika prístupu	Podklady pre identifikáciu ekosystémových služieb	Hodnotenie ekosystémových služieb
Deduktívny prístup (zameraný na ekosystémové služby)	Odvodenie ekosystémových služieb od súčasných kategorizácií a klasifikácií (zhora - nadol)	Kategorizácie a klasifikácie ekosystémových služieb Dotazníky, riadené rozhovory, expertízne hodnotenia	Súhrnné metódy (ekosystémové služby)
Induktívny prístup (zameraný na ekosystémy)	Sledovanie a poznanie ekosystémov, ktoré sa vyskytujú v sledovanom území (zdola - nahor)	Výsledky terénneho výskumu fytocenóz (biodiverzita ekosystémov) a ekologických funkcií ekosystémov	Atomistické metódy (znaky a vlastnosti ekosystémov)

Induktívne prístupy (zdola - nahor) vychádzajú z výskumu a poznania ekosystémov, ktoré sa vyskytujú v skúmanej krajine, z ich lokalizácie a plošnom výskyte, resp. rozšírení v území (Eliáš 2013, 2014). Ekosystémové služby sa identifikujú podľa ekosystémov, ich biodiverzity a ekosystémových funkcií, ktoré predstavujú kapacitu, potenciál ekosystémov pre využitie. Pri hodnotení sa uplatňujú atomistické metódy založené na znakoch a vlastnostiach ekosystémov.

Obidva prístupy sú celkom odlišné a protichodné, hoci sa niekedy môžu navzájom dopĺňať. Porovnanie je uvedené v tabuľke 1.

V rámci výskumného projektu VEGA „Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“ (2014 – 2016) rozpracovávame induktívny prístup k identifikácii, hodnoteniu a oceňovaniu ekosystémových služieb a ich využívania vo vidieckych oblastiach.

Induktívny prístup k identifikácii ekosystémových služieb

Induktívny postup k identifikácii, mapovaniu a hodnoteniu ekosystémových služieb pozostáva z piatich krokov (Eliáš 2013, 2014, 2015b,c,e; Eliáš *et al.*, 2015), ktoré sú prehľadne uvedené v tabuľke 2.

Tab. 2. Postupnosť identifikácie, mapovania a hodnotenia ekosystémových služieb indukčným prístupom (Eliáš, 2013, 2014, 2015b,c,e).

Krok	Pomenovanie	Terénny výskum	Databázy
1.	Identifikácia ekosystémov podľa rastlinných spoločenstiev	Fytocenologický výskum vegetácie	Databáza fytoecologických zápisov
2.	Hodnotenie výskytu a rozšírenia ekosystémov v území („mapovanie“)	Mapovanie reálnej vegetácie	Geobotanická mapa Slovenska Mapa lesných typov Slovenska (LGIS)
3.	Analýza ekologických a spoločenských funkcií ekosystémov podľa biodiverzity vegetácie	Terénny výskum ekologických funkcií	Ekočísla podľa Jurka (1990) Databázy znakov rastlín (TRY, LEDA ai.)
4.	Analýza poskytovania ekosystémových služieb	Terénny prieskum Verifikácia údajov v teréne	Štatistické ročenky Výkazy, hlásenia a výročné hodnotenia
5.	Analýza využívania funkcií ekosystémov (vegetácie) – identifikácia ekosystémových služieb	Verifikácia údajov v teréne	PSL (predtým LHP) Využitie zeme

(1) Prvý krok – identifikáciu ekosystémov - sme urobili podľa rastlinných spoločenstiev, ktoré sa v sledovanom území v súčasnosti vyskytujú. Vyžaduje terénny výskum vegetácie – fytoecologické snímkovanie vegetácie (Moravec *et al.*, 1994). Využívame údaje a informácie z fytoecologického výskumu, ktorý sa v sledovanom území uskutočnil v predchádzajúcom období. Viaceré výsledky boli publikované, nepublikované údaje z terénneho výskumu sú v databázach. Výstupom prvého kroku je prehľad rastlinných spoločenstiev (syntaxonomický prehľad), ktorý je možné usporiadať aj podľa skupín biotopov (Ružičková *et al.*, 1992, 1996). Odráža rôznorodosť prírodných podmienok územia a históriu ich využívania až do súčasnosti.

(2) V druhom kroku sme zhodnotili výskyt a súčasné rozšírenie identifikovaných spoločenstiev (biotopov, ekosystémov) v sledovanom území („mapovanie vegetácie“). Biotické spoločenstvá majú rôzny výskyt a rozšírenie – sú tu veľkoplošné, plošne rozšírené fytoecolózy, plošne obmedzené fytoecolózy, lemové (líniové) porasty, maloplošné fytoecolózy s lokálnym výskytom, ako aj fytoecolózy s jedinečným výskytom (viazané na jednu lokalitu). Osobitnú skupinu tvoria krátkožijúce (efemérne) spoločenstvá nízkych bylín na veľmi malých plochách (cf. Eliáš, 2014).

V predchádzajúcom období sa na celom území Slovenska uskutočnilo geobotanické mapovanie vegetácie (Michalko *et al.*, 1986, mapa potenciálnej vegetácie) a mapovanie lesných typov pre potreby lesného hospodárstva (Hančinský, 1972, 1988). Tieto údaje sme použili ako orientačné, s ktorými sme pracovali pri hodnotení súčasného výskytu a rozšírenia ekosystémov v území. Výsledkom takéhoto hodnotenia je mapa súčasnej (reálnej) vegetácie.

(3) Ekologické a spoločenské funkcie vegetácie / ekosystémov (Eliáš, 1983a) sme analyzovali podľa biodiverzity. Ekologické funkcie vegetácie vyplývajú zo štruktúrnych charakteristík, osobitne z diverzity rastlinných spoločenstiev. Druhové bohatstvo spoločenstiev zabezpečuje fungovanie ekosystémov a predstavuje potenciál pre využitie vegetácie (Eliáš 1983a, 2010, 2012).

Uplatnili sme postupy ekologického a socio-ekonomického hodnotenia vegetácie, ktoré rozpracoval Jurko (1990) pre štruktúrne charakteristiky (diverzita vegetácie), produkčné vlastnosti (produkcia fytomasy, krmný potenciál, medonosný potenciál, zásoba liečivých rastlín), genofond a významnosť vegetácie (úžitkové funkcie, významnosť pre ekológiu krajiny, významnosť v ochrane prírody). Niektoré postupy sme upravili pre potreby štúdie. Informácie o významnosti jednotlivých (skupín) rastlinných spoločenstiev vyjadrujú kapacitu a potenciál pre využitie ako ekosystémové služby.

Produkčné vlastnosti (produkcia fytomasy) vegetácie sú významné z hľadiska potravinových vzťahov v ekosystémoch, ale sú využiteľné spoločnosťou (zásoba dreva, krmný potenciál, medonosný potenciál, zásoba liečivých rastlín) (cf. Eliáš, 1983b; Jurko, 1990; Eliáš, Mariničová, 2015). Zásoba biomasy lesných

porastov v katastri podľa drevín je závislá od veku porastov. Genetická štruktúra populácií je dôležitá pre udržanie životaschopnosti populácií, ale genofond sa hodnotí v ochrane prírody z hľadiska ohrozenosti druhov. Má však význam aj z hľadiska praktického využitia, napr. v prípade zásob liečivých rastlín (Eliáš, 1978a, 1984; Jurko, 1990). Produkčný potenciál spontánnej vegetácie v kultúrnej krajine je vysoký a vyrovnaná sa produkcii kultúrnych plodín (Eliáš, 1983b).

Hodnotenie významnosti vegetácie (úžitkové funkcie, významnosť pre ekológiu krajiny, významnosť v ochrane prírody) sa prekrýva s nasledujúcim krokom. Tu však hodnotíme kapacitu spoločenstiev, ich potenciál poskytovať ekosystémové služby.

(4) Poskytovanie ekosystémových služieb v sledovanom území sme hodnotili podľa terénneho prieskumu, uzavretých hospodárskych zmlúv, výkazov, hlásení a výročných hodnotení subjektov, ako aj štatistických údajov, údajov z databáz inštitúcií. V prípade nemonetárnych služieb sme použili aj metódu dotazníkového prieskumu (obyvatelia a užívatelia, vlastníci) a metódu riadeného rozhovoru (so zástupcami inštitúcií, starostami obcí).

(5) V poslednom kroku sme analyzovali využívanie funkcií ekosystémov (vegetácie) v sledovanom území, t. j. úžitkov z ekosystémov ako ekosystémové služby. Ekologické funkcie vegetácie predstavujú podporné služby, ktoré zabezpečujú ostatné – zásobovacie, regulačné a kultúrne služby ekosystémov. Spoločenské funkcie sa využívajú v spoločensko-ekonomickom systéme vzťahov (Eliáš, 1983a). Pre túto analýzu sme využili údaje rôzneho charakteru – o využití zeme a krajiny pokrývke (Land use a Land Cover CORINE), o funkčnom využití lesných porastov (kategórie hospodárskych, ochranných lesov a lesov osobitného určenia) v Lesníckom informačnom systéme (LGIS) z databázy Lesoprojektu (Národné lesnícke centrum), štatistické údaje o využívaní pôdneho fondu farmármi a inými užívateľmi a súkromnými vlastníkmi, občianskymi združeniami a profesnými a záujmovými skupinami obyvateľstva (poľovníci, rybári ai.) (cf. Eliáš, 2012, 2014, 2015b,c,e; Eliáš *et al.*, 2015).

Hodnotili sme aj nevyužívanie spoločenských funkcií ekosystémov miestnymi obyvateľmi a prekážky, ktoré obmedzujú, resp. neumožňujú využívanie funkcie (Eliáš, 2013). V tejto súvislosti sme použili aj historické údaje v publikáciách a archívoch (Eliáš, 2012). Opúšťanie vinohradov (Eliáš, 2009) a pustnutie poľnohospodárskej krajiny (Midriak *et al.*, 2012).

Aplikácie induktívneho prístupu

Induktívny postup k identifikácii, mapovaniu a hodnoteniu ekosystémových služieb sme aplikovali pri výskume ekologických funkcií a služieb ekosystémov na území mikroregiónu Tribečsko v okrese Zlaté Moravce na juhozápadnom Slovensku (Eliáš 2013, 2014, 2015b,c,e; Eliáš *et al.*, 2015). Zásobovacie služby poskytujú lesné ekosystémy a agroekosystémy. Opadavé listnaté lesy sa využívajú ako hospodárske lesy (lesné spoločnosti, štátne lesy) a ako ochranné lesy s prevažujúcou protieróznou funkciou. Lúky a pasienky sa využívali na chov mladého dobytku a oviec v severnej časti územia. Poľnohospodársku pôdu využívali roľnícke družstvá, teraz farmy a súkromní vlastníci. Vinohrady v historických lokalitách využíva extenzívne iba malá časť súkromných vlastníkov, výnimkou sú moderné vinohradnícke hony v Ladicích a Topolčiankach. Kultúrne služby súvisia s historickým vývojom územia (hradiská, románsky kostolík v obci Kostolany pod Tribečom, hrady Jelenec, Čierny hrad a Hrušov). Turistika, vrátane religióznej a cykloturistiky, rekreácia (Jedliny, Topolčianky). V roku 1985 bola vyhlásená CHKO Ponitrie, neskôr Chránené vtáčie územie Tribeč (Natura 2000). Prevažná časť územia je v druhom stupni ochrany územia. Kostolianske lúky s výskytom ohrozených orchidey je európsky významné územie (SKUEV 0312). Návrh na vyhlásenie chráneného územia Ploská-Lysec (Eliáš, 1990) sa doposiaľ nerealizoval.

ZÁVER

Deduktívne prístupy („zhora – nadol“) uplatňované pri identifikácii, mapovaní, hodnotení a posudzovaní ekosystémových služieb v krajine, v ktorých sa odvodzujú funkcie a služby ekosystémov od

rôznych schém a kategorizácií či klasifikácií ekosystémových služieb, je treba nahradiť indukčnými prístupmi. Expertízne hodnotenia a dotazníkové akcie môžu byť podkladom pre formulovanie pracovných hypotéz a ďalšie skúmanie funkcií a služieb ekosystémov v území. Je potrebné skúmať ekosystémy a ich účinky, stanoviť (kvantifikovať) ekologické funkcie a kapacitu ekosystémov pre poskytovanie spoločenských funkcií, ekosystémových služieb.

Indukčný prístup k identifikácii ekosystémových služieb („zdola – nahor“) umožňuje posúdiť ekologické a spoločenské funkcie vegetácie na základe diverzity fytoocenóz a jej hodnotenia podľa fytoecologických zápisov. Identifikácia ekosystémových služieb vychádza z rastlinných spoločenstiev (vegetácie) vyskytujúcich sa v území, ich rozšírenia a ekologických funkcií. Rozborom druhovej diverzity a ďalších znakov/vlastností vegetácie hodnotíme ekologické a socio-ekonomické funkcie spoločenstiev. V systéme spoločenských, resp. spoločensko-hospodárskych vzťahov sa tieto uplatňujú a využívajú ako rôzne ekosystémové služby. Hodnotia sa jednotlivé funkcie podľa spoločenstiev. Postup je náročný na údaje získané vo vybranom území. Identifikácia ekosystémových služieb v lokálnej mierke však iné riešenie neumožňuje.

LITERATÚRA

- BASTIAN, V. 2013. The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. *Ecological Indicators*, 24, s. 12–22.
- BASTIAN, O. – HAASE, D. – GRUNEWALD, K. 2012. Ecosystem properties, potentials and services – the EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*, 21, s. 7–16.
- BRAAT, L.C. – DE GROOT, R.S. 2012. *The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy.*
- DE GROOT, R.S. – WILSON, M.A. – BOUMANS, R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Economics*, 41, s. 393–408.
- DE GROOT, R.S. – ALKEMADE, R. – BRAAT, L. – HEIN, L. – WILLEMEN, L. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex*, 7, s. 260–272.
- DE GROOT, R.S. et al. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services. *Ecosystem services*, 1, s. 50–61.
- CICES (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August–December 2012.* Report to the European Environment Agency. Revised January 2013.
- ELIÁŠ, P. 1978a. Ochrana prírodných zdrojov liečivých rastlín. *Naše liečivé rastliny*, 15, 2, s. 46–50.
- ELIÁŠ, P. 1978b. Ruderálne spoločenstvá a ich miesto v životnom prostredí človeka. In *Přírodní vědy ve škole*, 30, 3 (1978). s. 85–87. ISSN 1210-3349.
- ELIÁŠ, P. 1983a. Ecological and social functions of vegetation. *Ekologia (CSSR)*, 2, 1, s. 93–104.
- ELIÁŠ, P. 1983b. Produkčný potenciál spontánnej vegetácie v kultúrnej krajine. In: Repka, J. (ed.) *Produkčný potenciál poľnohospodárskych plodín.* Zborník referátov. Nitra: SPU, s. 84–92.
- ELIÁŠ, P. 2007. *Ekológia*. 3. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 216 s.
- ELIÁŠ, P. 2008. Biodiverzita a fungovanie ekosystémov. In *Ekologické štúdie*, 7, s. 5–12. ISBN 978-80-968901-5-6.
- ELIÁŠ, P. 2009. Opustené vinohrady: vznik, biodiverzita a význam. *Životné prostredie*, 43, 1, s. 24–28.
- ELIÁŠ, P. (ed.) 2010. *Ekologické služby.* *Životné prostredie*, Monotematické číslo, roč. 44, č. 2, 2010. ISSN 0044-4863. www.zivotneprostredie.sk
- ELIÁŠ, P. 2010a. Ekosystémové služby a kvalita života na vidieku. In *Rozvoj vidieka a štrukturálne zmeny v podnikateľských subjektoch v agrokomplexe.* Medzinárodná vedecká konferencia, Račkova dolina, 28.–29. apríla 2010. Nitra. 2010. s. 45–53. <http://www.slpk.sk/eldo/2010/zborniky/027-10/elias.pdf>.

- ELIÁŠ, P. 2010b. Od funkcií vegetácie k ekosystémovým službám. *Životné prostredie*, 44, 2, s. 59 – 64.
- ELIÁŠ, P. 2011. Ekologické determinanty kvality života na vidieku: faktory zlepšujúce a faktory zhoršujúce kvalitu života ľudí. In *Determinanty kvality života na vidieku*. Medzinárodná vedecká konferencia, Nitra, 21. – 23. september 2011. ISBN 978-80-552-0667-7. www.slpk.sk/eldo/2012/zborniky/001-12/elias.pdf.
- ELIÁŠ, P. 2012. Ekosystémové služby vo vidieckej krajine a ich využiteľnosť. In: *Venkovská krajina 2012*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, pp. 168 – 174. ISBN 978-80-244-3098-0. www.veronica.cz/dokumenty/Venkovska%20krajina_SBORNIK_2012.pdf.
- ELIÁŠ, P. 2013. Ecosystem services in rural landscape and their usability. In: *INTECOL 2013*. London. 2013. <http://eventmobi.com/INTECOL2013/#!/session/182728/>.
- ELIÁŠ, P. 2014. Identifikácia ekosystémových služieb vo vidieckej krajine. In *Venkovská krajina 2014*. České Budějovice: Česká spoločnosť pro krajinnou ekológiu, 2014, s. 20 – 27. ISBN 978-80-7458-056-7.
- ELIÁŠ, P. 2015a. Ako funguje ekosystém opadavý listnatý les v Nitrianskej pahorkatine alebo čo priniesol dlhodobý ekologický výskum v Babskom lese. In *EKOLOGIE 2015*. Sborník 5. konferencie Českej spoločnosti pro krajinnou ekológiu, České Budějovice, s. 63 – 64.
- ELIÁŠ, P. 2015b. Deductive and inductive approaches to identifying, mapping and valuating of ecosystem services in rural landscape. In *Ecology at the interface: science-based solutions for human well-being*. Abstract Book, Rome, s. 474.
- ELIÁŠ, P. 2015c. Ecological and social functions of plant communities and ecosystem services in rural landscape. In *Landscape and landscape ecology*. 17th Intern. Symposium, Bratislava: Institute of Landscape Ecology of Slovak Academy of Sciences, 2015, ISBN 978-80-89325-27-6.
- ELIÁŠ, P. 2015d. Hydric ecological functions of a temperate deciduous forest. In *Towards climatic services: international scientific conference*, 15th–18th September 2015, Nitra, Slovakia. <http://www.sbks.sk/doc/papers/Elias%20Hydric%20ecological.pdf>
- ELIÁŠ, P. 2015e. Výskum lesných ekosystémov a ekosystémové služby. In *Zborník vedeckých prác SSPLPVV SAV*. Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave. Zvolen. 2015. s. 45–51.
- ELIÁŠ, P. – MARINIČOVÁ, P. 2015. Krmný potenciál rastlinných spoločenstiev, jeho hodnotenie a využitie ako ekosystémovej služby (Na príklade vidieckeho mikroregiónu Tribečsko). In *Venkovská krajina 2015*. Praha: Česká spoločnosť pro krajinnou ekológiu, 2015, s. 34 – 43. ISBN 978-80-7458-070-3.
- ELIÁŠ, P. – PETRÁŠOVÁ, V. – ELIÁŠOVÁ, M. – REPÁKOVÁ, J. – BARTAKOVIČOVÁ, D. 2015. Ekologické funkcie vegetácie, ekosystémové služby, ich hodnotenie a využitie vo vidieckej krajine (Na príklade k.ú. Kostolany pod Tribečom). In *Venkovská krajina 2015*. Praha: Česká spoločnosť pro krajinnou ekológiu, 2015, s. 34 – 43. ISBN 978-80-7458-070-3.
- FORMAN, R.T.T. – GODRON, M. 1993. *Krajinná ekologie*. Praha: Academia. 584 s.
- GRUNEVALD, K. – BASTIAN, O. (eds.). 2013. *Ökosystemdienstleistungen: Konzept, Methoden und Fallbeispiele*. Springer Verlag, XII + 332 s.
- GRUNEVALD, K. – BASTIAN, O. (EDS.). 2015. *Ecosystem services – concept, method and case studies*. Springer Verlag, XII + 287 s.
- HANČINSKÝ, L. 1972. *Lesné typy Slovenska*. Bratislava: Príroda 307 s.
- MAES, J. et al. 2012. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services*, 1, s. 31–39.
- MEA (2003). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Washington, DC: Island Press, 245 s.
- MEA (2005). *Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005. 137 s.
- MIDRIAK, R. et al. 2011. *Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela. 401 s. ISBN 978-80-557-0110-3.

- MICHALKO, J. *et al.* 1986. *Geobotanická mapa ČSSR mierky 1: 200 000*. Mapová časť. Bratislava: VEDA.
- MORAVEC, J. *et al.* 1994. *Fytocenologie*. Praha: Academia. 404 s.
- PETRÁŠOVÁ, V. 2015. Ekosystémové služby, príležitosť pre rast zelenej ekonomiky. In *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*. Vol. 4, č. no. 2, s. 86-100. ISSN 1805-3246.
- RUŽIČKOVÁ, H. *et al.* 1996. *Biotopy Slovenska. Katalóg biotopov a metodika mapovania*. Bratislava: Ústav krajiny ekológie SAV, 192 s.
- TEEB 2010. *Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*.
- SAŽP (2013). *Aplikácia Corine Land Cover* [online]. Banská Bystrica: SAŽP [cit. 2014–16–01]. <http://geo.enviroportal.sk/corine/>

Podakovanie

Príprava a prezentácia príspevku bola financovaná z projektu VEGA č. 1/0813/14 „Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“, ktorý sa rieši na Katedre ekológie FEŠRR SPU v Nitre s finančnou podporou vedeckej grantovej agentúry SAV a Ministerstva školstva SR VEGA v rokoch 2014–2016.

EKOŠYSTÉMOVÉ SLUŽBY: IDENTIFIKÁCIA, VYUŽÍVANIE A OHROZENIE

Júlia Karasová

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja,
Mariánska 10, 949 01 Nitra, e-mail: j.repakova@gmail.com*

Abstrakt: Tento príspevok predstavuje informáciu o prebiehajúcom výskume dizertačnej práce. Poukazuje na zvolené metodiky a na aplikáciu induktívneho prístupu pri identifikácii a zhodnotení ekosystémových služieb vo vybranom vidieckom území. V čiastkových výsledkoch sa odvolávame na publikované výstupy práce. Ako príklad uvádzame identifikáciu lesných biotopov a stanovenie a porovnanie krmného potenciálu lesných spoločenstiev ako produkčnej ekosystémovej služby. Výsledky dizertačnej práce budú dopracované a prezentované v blízkej budúcnosti. Dizertačná práca je riešená v rámci vedeckého projektu VEGA č.1/0813/14 „Ekosystémy a ich úžitky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“ (1/2013 – 12/2016).

Kľúčové slová: ekosystémová služba, funkcia ekosystému, induktívny prístup

Abstract: This paper represents information on ongoing research dissertation. It highlights the chosen methodology and the application of inductive approach in the identification and evaluation of ecosystem services in selected rural areas. In the partial results of research we refer to published work output. Examples include identification of forest habitats and determination and comparison of feed potential forest communities as productive ecosystem services. The results of dissertation will be finalized and presented in the near future. Dissertation is addressed under the scientific project VEGA No.1/0813/14 “Ecosystems and their benefits – ecosystem services in rural country“ (1/2013 – 12/2016).

Keywords: ecosystem service, function of ecosystem, inductive approach

ÚVOD

Problematika ekosystémových služieb na národnej úrovni sa začína riešiť aj na Slovensku a stáva sa predmetom výskumných projektov. V súčasnosti sú jednotlivé metódy či už identifikácie alebo hodnotenia ekosystémových služieb vo vývoji a je potrebný výskum. Snaha o vytvorenie vhodnej jednotnej metodiky existuje už niekoľko desaťročí. Metódy sa líšia od úrovne identifikácie a mapovania ekosystémových služieb, cez klasifikáciu až po metódy hodnotenia a oceňovania služieb ekosystémov. Celosvetovým trendom je uplatňovať deduktívne prístupy (zhora-nadol), ktoré odvodzujú ekosystémové služby v krajine od súčasných kategorizácií (napr. MA, 2005; TEEB, 2010; CICES, 2013 a i.). Na ich hodnotenie sa používajú súhrnné metódy (Eliáš, 2014). V dizertačnej práci sa snažíme uplatňovať induktívne prístupy (zdola-nahor) vychádzajúce z poznania ekosystémov. Ekosystémové služby sa teda identifikujú podľa ekosystémov, ich biodiverzity a ekologických funkcií (Papánek, 1978, Eliáš, 1983).

V našom výskume za ekosystémové služby považujeme úžitky, ktoré spoločnosť získava z ekosystémov. Pričom ekosystémové funkcie chápeme ako kapacitu ekosystému pre poskytovanie produktov a služieb, ktoré naplňajú ľudské potreby či už priamo alebo nepriamo. Funkcie sú výsledkom procesov prebiehajúcich v ekosystémoch. Na rozdiel od funkcií sú služby podmienené ľudskou činnosťou.

Cieľom príspevku je poukázať na riešenej dizertačnej práce zameranej na identifikovanie a zhodnotenie ekosystémových služieb vo vybranom vidieckom mikroregióne na území juhozápadného Slovenska (Nitriansky samosprávny región). Naplnenie hlavného cieľa práce predpokladá: a) uskutočniť terénny prieskum mikroregiónu zameraný na vybrané ekosystémy a identifikáciu ekosystémových služieb, b) zhodnotiť využiteľnosť a súčasný stav využívania ekosystémových služieb, c) identifikovať a analyzovať ohrozenia ekosystémov a poskytovaných služieb pri ich hospodárskom využívaní. Tento príspevok

predstavuje informáciu o prebiehajúcom výskume, ktorého výsledky budú dopracované a prezentované v blízkej budúcnosti.

MATERIÁL A METÓDY

Zaujmové územie

Vybrané územie mikroregiónu Tribečsko sa nachádza na území Nitrianskeho samosprávneho kraja v okrese Zlaté Moravce. Administratívne vyčlenenie sledovanej časti mikroregiónu tvorí zoskupenie katastrálnych území 9 obcí patriacich do Lesného celku (LC) Jelenec. Medzi významné subjekty usilujúce sa o rozvoj sledovaného územia patrí občianske združenie Mikroregión TRIBEČSKO.

Územie je charakteristické podhorskými obcami horskej lesnej krajiny, ktorá zaberá takmer 2/3 územia na severe a nížinnou oráčinovou krajinou v obciach ležiacich na juhu sledovaného územia. Pohorie Tríbeč spolu s pohorím Pohronský Inovec tvoria prirodzenú dominantu celej oblasti. Najväčšiu časť pohoria Tribeč tvoria granodiority, ďalej kremence a vápence. Zrnitostné zloženie pôd predstavujú najmä piesočnato-hlinité pôdy a hlinité pôdy na svahoch s výskytom pôdných typov rendzina a nasýtených a nenasýtených hnedých pôd (Atlas SR, 2002). Južná časť mikroregiónu zasahuje do oblasti Podunajskej pahorkatiny a Podunajskej nížiny tvorenej eolickými a deluviálnymi sedimentmi. Územie spadá do mierne teplej klimatickej oblasti s miernou zimou s priemerným ročným úhrnom atmosférických zrážok 600 – 700 mm. Podľa fytogeograficko – vegetačného členenia územie zaraďujeme do dubovej zóny – horská podzóna (Atlas SR, 2002). Profil územia je pozoruhodný prírodnými a kultúrno – historickými danosťami, spadá do Chránenej krajinskej oblasti Ponitrie a Chráneného vtáčieho územia Tribeč a vytvára tak predpoklady pre zhodnotenie miestnych zdrojov.

Materiál a metódy

Pre naplnenie cieľa zdôrazňujeme použitie induktívnych prístupov (zdola-nahor) vychádzajúcich z poznania ekosystémov, vyskytujúcich sa v skúmanej krajine, z ich lokalizácie a plošnom výskyte na území. Ekosystémová služba sa identifikuje podľa ekosystémov, ich biodiverzity a ekologických funkcií. Postup pozostáva z piatich krokov:

- (1) identifikácia ekosystémov podľa rastlinných spoločenstiev, prípadne biotopov,
- (2) hodnotenie výskytu a rozšírenia ekosystémov na území,
- (3) analýza ekologických a spoločenských funkcií (Eliáš, 1983) ekosystémov podľa biodiverzity vegetácie,
- (4) identifikácia ekosystémových služieb,
- (5) analýza využívania funkcií ekosystémov (vegetácie). Hodnotia sa jednotlivé funkcie ekosystémov podľa spoločenstiev (Eliáš, Petrášová *et al.*, 2015).

Služby ekosystémov kategorizujeme podľa Kategorizácie ekosystémových služieb CICES (2013) upravených na lokálnu, resp. mikroregionálnu úroveň. Na sledovanom území identifikujeme potenciál vybraných ekosystémových služieb uvedených v tab. 1.

Na základe vybraných metód k identifikácii jednotlivých ekosystémových služieb overíme hypotézu *H1 Biotopy na území mikroregiónu Tribečsko predstavujú potenciál pre poskytovanie ekosystémových služieb uvedených v tab.1.*

Overenie hypotézy *H2 Stav biotopov je ovplyvnený využívaním ekosystémových služieb* budeme riešiť v rámci dvoch posledných metodických krokov Využívanie ES a Stav biotopov a ich ohrozenie.

Tab. 1. Prehľad vybraných ekosystémových služieb a indikátory potenciálu ich poskytovania

Produkčné ES	Indikátory potenciálu poskytovania ES
Plodiny	Pestovanie poľnohospodárskych plodín, Zber húb
Dobytok	Chov dobytka
Krmivo	Pestovanie poľnohospodárskych plodín (ako krmiva)
Komerčné rybárstvo	Rybárske revíry
Divoko rastúca potrava	Krmmý potenciál, Medonosný potenciál
Biomasa (les)	Odhad množstva biomasy v lesných porastoch
Biomasa (TTP)	Odhad množstva biomasy rastlinných spoločenskí
Medicínske zdroje	Zber liečivých rastlín
Genetické zdroje	Hodnotenie genofondu
Vodné zdroje	Vodné zdroje a ich ochranné pásma
Regulačné a podporné ES	
Protipovodňová ochrana	Brehoochranná funkcia vegetácie
Regulácia erózie	Protierózna funkcia vegetácia
Regulácia vody	Regulačná hydrická funkcia lesa
Vodoochranná	Vodoochranná hydrická funkcia
Kultúrne ES	
Rekreácia a estetické hodnoty	Dekoratívnosť rastlín
	Rekreačná funkcia lesov
	Prvky drobnej architektúry a technických úprav krajiny
	Infraštruktúra pre rozvoj rekreácie a turistiky
	Krajinársky a kultúrne významné stromy
	Estetická hodnota krajiny
Pozn.: vlastné spracovanie, 2014	

Pre identifikáciu typov biotopov, ich lokalizáciu a plošné zastúpenie vychádzame zo štúdia a analýzy existujúcich údajov:

- Komentovaný prehľad rastlinných spoločenskí (mikroregión Tribečsko) (Eliáš, 2014mscr); Rastlinné spoločensvá Slovenska: Hegedüšová Vantarová, Škodová eds. (2014); Jarolímek eds. (1997); Valachovič (2001) a Lesnícky GIS (digitálne mapy – vrstva lesných typov, porastová mapa). Uvedené zdroje informácií pracujú s rôznymi jednotkami, preto prevedieme údaje na biotopy, resp. rastlinné spoločensvá.

Pre zhodnotenie územia z hľadiska ekosystémových služieb využijeme primárne údaje:

- Údaje od obcí a príslušných lesných správ, získané štandardizovanými interview a cielenou metódou dotazníkov pre obyvateľov.
- Databázové a mapové podklady vo forme vrstiev Geografického informačného systému (GIS) – porastová mapa, vrstva lesných a pôdnych typov LC Jelenec (Národné lesnícke centrum Zvolen, 2014), vrstva typov krajinnej pokrývky (Esprit, 2014), zakúpené v rámci projektu VEGA č.1/0813/14. Analyzované a spracované sú v Quantum GIS a ArcView.

Ďalej využijeme sekundárne údaje ako:

- Knižné publikácie a odborné štúdie zo záujmového územia; publikácie domácich a zahraničných autorov v rámci problematiky ekosystémových služieb a legislatívu SR.

Cieľom terénneho prieskumu je aktualizácia a získanie údajov o vopred vybraných biotopoch, ich využívaní a stave pre potreby identifikácie ekosystémových služieb.

Metodika vychádza z metodík na mapovanie biotopov (Stanová, Valachovič, 2002) a metodiky na mapovanie a monitoring biotopov a druhov vypracovanej v rámci medzinárodných projektov EBONE a BioBio (Bunce *et al.*, 2011). Pre stanovenie potenciálu vybraných ekosystémových služieb (krmný potenciál, medonosný potenciál, zásoby liečivých rastlín, biodiverzita, hodnote genofondu, dekoratívnosť rastlín) využijeme metodiky podľa Jurka (1990). Pre tieto metodické postupy budú využité kvantitatívne záznamy vegetácie. Tie vyplynú zo spolupráce s botanikom v rámci projektu (Eliáš, 2014mscr).

Pri identifikácii protieróznej, brehoochrannej, regulačnej a vodoochrannej hydrickej funkcii jednotlivých biotopov ako potenciáloch pre ekosystémové služby využijeme metódu kľúčových kritérií základného rozhodovacieho systému možnosti a miery využitia funkčnej účinnosti lesných ekosystémov v krajine v rôznych ekologicko-funkčných a sociálno-ekonomických podmienkach (Čaboun, Tutka, Moravčík, 2010). Pre porovnanie vyhodnotíme množstvo hrabanky v jednotlivých spoločenstvách, ktoré v teréne získame spolu s ďalšími ekologickými charakteristikami lesa. Pre zhodnotenie – rekreácia a estetické hodnoty; rekreačná funkcia lesov; estetická hodnota krajiny uplatníme metodiky Papánka (1978).

Pre poznanie spôsobu využívania biotopov a ekosystémových služieb, ktoré poskytujú využijeme *Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja* mikroregiónu a sledovaných obcí. Spracujeme dostupné informácie obcí – kategorizácia využívania krajiny a jej % zastúpenie a stupeň využitia (Šuplerová, Štefunková, Dobrovodská *et al.*, 2009). Na mapovom podklade v digitálnej podobe pomocou vrstiev GIS znázorníme pravidelne obhospodarované plochy a prevažne opustené plochy. Získame prehľad o spôsobe využívania poľnohospodárskej a nepoľnohospodárskej pôdy na sledovanom území.

Stav biotopov a ich ohrozenie zhodnotíme podľa metodiky Priaznivého stavu biotopov a druhov európskeho významu na lokálnej úrovni (Schwarz, Vladovič, Šebeň *et al.*, 2005). Výsledkom bude databáza biotopov priaznivého (resp. nepriaznivého) stavu na území a mapa (GIS) s označenými lokalitami/biotopmi, ktoré sú v nepriaznivom stave a znižujú tak potenciál pre poskytovanie služieb.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Iniciálna fáza

V iniciálnej fáze práce sme sa zamerali na overenie metodiky na príklade katastra obce Jelenec. Zaoberali sme sa analýzou a hodnotením významu ekologických a spoločenských funkcií vegetácie vo vidieckej krajine, kedy sme využili semikvantitatívny prístup s použitím expertného odhadu. Výsledky uvádzame v príspevku Repáková, Grznárová, Eliáš (2014).

V rámci naplnenia cieľa výskumu bolo potrebné urobiť analýzu územia z hľadiska krajinej pokrývky. Spracovanie a analýza databázy a mapového podkladu v GIS nám slúžila k prvej priestorovej identifikácii. Výsledky lokalizácie a plošného zastúpenia jednotlivých typov krajinej pokrývky sú publikované v príspevku Repáková (2015).

Identifikácia spoločenstiev a biotopov

Identifikácia ekosystémových služieb indukčným prístupom predpokladá poznanie rastlinných spoločenstiev, resp. biotopov a ich rozšírenie v území. Na základe uvedených materiálov sme identifikovali biotopy na území a vytvorili databázu biotopov, s ktorou pracujeme v prostredí GIS. Ako príklad uvádzame výskyt lesných biotopov v katastrálnom území obce Kostolany pod Tribečom (obr. 1).

V príspevku Eliáš, Petrášová *et al.* (2015) prezentujeme zhodnotenie potenciálu biotopov pre poskytovanie ekosystémových služieb v spomínanej obci.



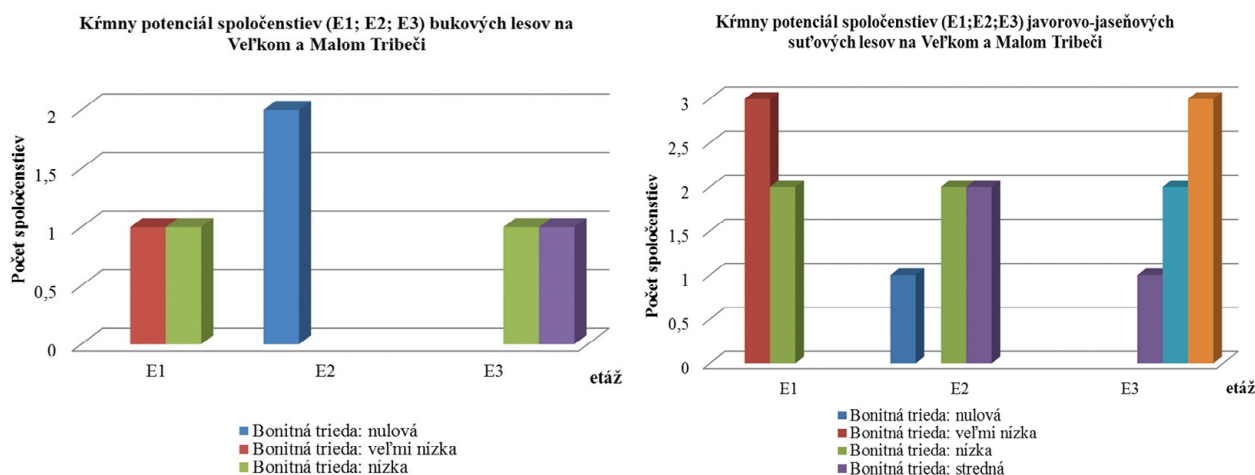
Obr. 1. Zastúpenie lesných biotopov v k.ú. Kostolány pod Tribečom

Regulačná ekosystémová služba

Potenciál protieróznej funkcie vegetácie sme identifikovali v lesných biotopoch zabezpečujúcich prioritne protieróznou službu na základe hodnotiacich kritérií podľa Čaboun, Tutka, Moravčík (2010). Zároveň sme identifikovali aj jej potenciálny lokálny a regionálny význam. Výsledky sú publikované v príspevku Repáková (2015). Pre porovnanie vyhodnotíme protierózny účinok vegetácie aj modelovaním v prostredí GIS.

Produkčné ekosystémové služby

Ako príklad produkčnej ekosystémovej služby uvádzame krmný potenciál lesných spoločenstiev. Na základe fytocenologických zápisov (Eliáš, 1985) sme vypočítali podľa metodiky Jurko (1990) krmný potenciál jednotlivých etáží rastlinných spoločenstiev javorovo-jaseňových suťových lesov a bukových lesov z Malého a Veľkého Tribeča (obr. 2). V spoločenstve javorovo-jaseňových suťových lesov predstavovala najvyšší krmný potenciál s bonitnou triedou – veľmi vysoká, stredná až mimoriadne vysoká stromová etáž. Najrozšírenejším druhom s krmným potenciálom bol *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudo-platanus*, *Acer platanoides* a najvyššiu krmnú hodnotu mal druh trochu menej rozšírený – *Fagus sylvatica*. Spoločenstvá bukových lesov sa vyznačujú s nižším krmným potenciálom. Nízky až stredný potenciál zabezpečuje v stromovej etáži najmä *Fagus sylvatica* s vysokou krmnou hodnotou a s nižšími krmnými hodnotami aj *Acer pseudo-platanus* a *Quercus petraea*. Podobne pomocou metodiky Jurko (1990) vyhodnotíme potenciál produkčnej ekosystémovej služby – medonosný potenciál, terapeutický účinok vegetácie.



Obr. 2. Porovnanie krmneho potenciálu spoločenstiev bukových a javorovo-jaseňových suťových lesov ako produkčnej ekosystémovej služby

ZÁVER

Príspevok prezentuje ciele dizertačnej práce riešenej v rámci vedeckého projektu VEGA č.1/0813/14 „Ekosystémy a ich úžitky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“ (1/2013 – 12/2016). Načrtli sme metódy identifikácie potenciálu ekosystémových služieb na lokálnej úrovni pomocou induktívneho prístupu. Postup je náročný na údaje získané vo vybranom území, avšak identifikácia ekosystémových služieb v lokálnej mierke by mala byť realizovaná týmto spôsobom. Načrtli sme čiastkové výsledky dizertačnej práce a uviedli publikované čiastkové výsledky. Viaceré sú rozpracované na úrovni databáz, ktoré sme dopĺňali alebo vytvárali, budú spracované a vyhodnotené a prezentované v blízkej budúcnosti. Úspešné obhájenie dizertačnej práce predpokladá identifikáciu a zhodnotenie ekosystémových služieb na území vybraných obcí mikroregiónu Tribečsko, čo by umožnilo objektívne rozhodovanie o zásahoch do ekosystémov a zároveň napomohlo k udržateľnému využívaniu krajiny.

LITERATÚRA

- Atlas SR. *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava: MŽP, 2002. 344 s. ISBN 80-88833-27-2.
- BUNCE, R.G.H. 2011. *Manual for Habitat and Vegetation Surveillance and Monitoring: Temperate, Mediterranean and Desert Biomes*. First edition. Wageningen, Alterra report 2154. 106 s., 15 obr., 14 tab., 35 ref.
- CICES (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4*, August-December 2012.
- ČABOUN, V. – TUTKA, J. – MORAVČÍK, M. *et al.* 2010. *Uplatňovanie funkcií lesa v krajine*. Zvolen: Národné lesnícke centrum vo Zvolene. 285 s. ISBN 978-80-8093-120-9.
- ELIÁŠ, P. 1983. Ecological and social functions of vegetation. In: *Ekologia* (Bratislava), vol. 2, no. 1, s. 93–94. ISSN 1335-342X.
- ELIÁŠ, P. 2014. *Komentovaný prehľad rastlinných spoločenstiev (mikroregión Tribečsko)*. Monografia. Nitra: SPU, teraz Mscr.
- ELIÁŠ, P. – PETRÁŠOVÁ, V. *et al.* 2015. Ekologické funkcie vegetácie, ekosystémové služby, ich hodnotenie a využitie ako ekosystémovej služby (na príklade vidieckeho mikroregiónu Tribečsko). In *Venkovská krajina 2015*. Príspevky z medzinárodnej meziodborovej konferencie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-7458-070-3.
- ESPRIT (2014). *Triedy krajiny pokrývky (Esri Shapefile)*. Banská Štiavnica: ESPRIT.

- HARTEL, T. 2014. The importance of ecosystem services for rural inhabitants in a changing cultural landscape in Romania. In *Ecology and Society* [online], 19(2): 42, [cit.2014-07-07]. <http://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss2/art42/>
- HEGEDŮŠOVÁ VANTAROVÁ K. – ŠKODOVÁ I. (EDS.). 2014. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 5. Trávinno-bylinná vegetácia*. Bratislava: Veda. 581 s.
- JAROLÍMEK, I. (eds.). 1997. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska 2. Synantropná vegetácia*. Bratislava: Veda, 420 s.
- JURKO, A. 1990. *Ekologické a socio-ekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava: Príroda, 195 s. ISBN 80-07-00391-6.
- MEA (2005). *Millenium Ecosystem Assessment. Ecosystem and human well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 137 s.
- NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM ZVOLEN (2014). *Vrstva lesných a pôdnych typov LHC Jelenec (shapefile)*. Zvolen: Národné lesnícke centrum.
- PAPÁNEK, F. 1978. *Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva. Lesnícke štúdie*. Bratislava: Príroda. 218 s.
- REPÁKOVÁ, J. – GRZNÁROVÁ, D. – ELIÁŠ, P. 2014. Ekologické a spoločenské funkcie na rozhraní dvoch geografických celkov vo vidieckej krajine (Prípadová štúdia katastrálneho územia Jelenec), 2014. In *Vidiecka krajina 2014*, 144 s.
- REPÁKOVÁ, J. 2015. Protierózna ekosystémová služba lesných spoločenstiev vo vybranom regióne. In *Regionálny rozvoj medzi teóriou a praxí* [online], 2/2015, pp.102-115. [cit.2015-09-10]. http://www.regionalnirozvoj.eu/sites/regionalnirozvoj.eu/files/2015_2_cele_cislo.pdf
- SCHWARZ, M. – VLADOVIČ, J. – ŠEBEŇ, V. *et al.* 2005. Definovanie a hodnotenie priaznivého stavu zachovania európsky významných lesných typov biotopov. In: POLÁK, P. - SAXA, A. (eds.) *Priaznivý stav biotopov a druhov európskeho významu*. Banská Bystrica: ŠOP SR, s. 131–200.
- STANOVÁ, V. – VALACHOVIČ, M. 2002. *Katalóg biotopov* [online]. Bratislava: DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie. 225 s. [cit.2014-16-01]. <http://www.sopsr.sk/dokumenty/Katalog-biotopov-SK.pdf>
- ŠUPLEROVÁ, J. – ŠTEFUNKOVÁ, D. – DOBROVODSKÁ, M. *et al.* 2009. *Príručka na mapovanie historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny* [online], Bratislava: Ústav krajinnej ekológie, Slovenská akadémia vied. [cit.29-10-2014]. <http://www.uke.sav.sk/hspk/typizacia/metodikaSK1.pdf>
- TEEB (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Earthscan. UK: Oxford.
- VALACHOVIČ, M. (ed.) 2001. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska 3. Vegetácia mokradí*. Bratislava: Veda, 435 s.

Podakovanie

Touto cestou by sme radi vyjadrili vďaku hlavným riešiteľom projektu prof. RNDr. Pavlovi Eliášovi, CSc. a doc. Ing. Viere Petrášovej, CSc. za pomoc pri riešení predloženej dizertačnej práce v rámci uvedeného projektu.

VÝVOJ FUNKCIÍ EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB LESOV POHORIA TRIBEČ

Viera Petrášová

*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja,
Mariánska 10, 949 01 Nitra, e-mail:viera.petrasova@uniag.sk*

Abstrakt: Súčasťou ekosystémových služieb sú zásobovacie služby, ktoré obyvateľom vidieka z lesných porastov poskytujú najmä drevo. Okrem dreva (produkčnej funkcie) plnia lesné porasty tiež iné ekosystémové služby ako napr. regulačné, a informačné služby (funkcie). Práca sa zameriava na manažment rozhodovania o dominantnej funkcii lesného ekosystému v konkrétnom území. Vývoj ekonomického prínosu ekosystémových služieb v skúmanom území Tribeča (lesná oblasť v Slovenskej republike) závisí od úžitku poskytovanému spoločnosti. Práca obsahuje analýzu vývoja druhov ekosystémových služieb a ich legislatívnej ochrany na príklade lesného celku Jelenec v pohorí Tribeč za posledných 40 rokov. V práci sa identifikuje manažment súčasných ekosystémových služieb a hodnotí sa produkčná funkcia modelového územia.

Kľúčové slová: ekosystémové služby, úžitok, manažment

Abstract: A part of ecosystem services are provisioning services to people of rural areas where forests stands provide mainly timber. In addition to wood (production function), forest stands also perform other ecosystem services such as regulatory and information services (functions). The work focuses on management decision-making for the dominant function of the forest ecosystem in a particular area. Development of economic benefits of ecosystem services in the studied area Tribeč (forest area in the Slovak Republic) depends on the benefits provided to the society. The work contains an analysis of the development of kinds of ecosystem services and their legislative protection on the basis of Jelenec forest unit in the Tribeč Mountains for last 40 years. The paper identifies the current management of ecosystem services and assesses the production function of a model area.

Keywords: ecosystem services, benefit, management

ÚVOD

Potenciál krajiny vyjadruje schopnosť krajiny poskytovať určité možnosti a predpoklady pre rôzne jej využívanie s cieľom uspokojiť potreby ľudskej spoločnosti. V súčasnosti na základe antropocentrického pohľadu sú to ekosystémové služby, ktoré predstavujú prínosy a úžitky pre spoločnosť a pre prírodu. Sú poskytované ekosystémami ako napr. voda, potraviny, drevo, tvorba pôdy, čistenie ovzdušia a vody, ochrana pred povodňami a suchom, opelenie plodín a ďalšie (Terek, Vostal, 2003). Ľudská činnosť však môže ničiť biodiverzitu a znižuje odolnosť a schopnosť zdravých ekosystémov poskytovať širokú škálu tovarov a ekosystémových služieb. Môže tiež dôjsť ku nerovnováhe využívania prírodných zdrojov, ak za základ vnímania úžitku považujeme antropocentrický prístup. Dochádza ku konfliktu medzi využívaním krajiny na ekologické a ekonomické záujmy. Využívanie lesov spoločnosťou sa potom mení najmä vplyvom hospodárskeho rozvoja krajiny a záujmami obyvateľov na ochrane životného prostredia. V minulosti lesy tvorili súčasť nedotknutej prírody a postupne ako sa začali od 15. a 16. storočia rozvíjať hospodárske odvetvia napr. banský a stavebný priemysel, výroba drevného uhlia dochádzalo k ich exploatacii a vzniku novej nezalesňovanej krajiny. Reakciou na pustošenie lesov a strach z nedostatku surového dreva bol vznik lesného hospodárstva na základe pestovania lesov v 17. a 18. storočí. Lesné hospodárstvo sa osamostatnilo až v 19. storočí a stalo sa samostatným hospodárskym odvetvím. Do tohto obdobia sa presadzovala produkčná funkcia lesov. Vznikom samotného odvetvia už sa začala presadzovať tiež ekologická funkcia lesov. Sem zaraďujeme opatrenia k ochrane vody, pôdy a riešenie vplyvu na ich klimatické

účinky v krajine. O funkciách lesných ekosystémov a ich ekologickom význame pre spoločnosť začínajú odborníci písať až po II. svetovej vojne. Zmena spôsobu života v mestách a na vidieku a rast rozdielu medzi dvomi typmi krajiny vyvolala potrebu zavádzať nové kategórie pre lesy, kde primárna produkcia surového dreva bola nahradená inými ekosystémovými službami pre spoločnosť v území. Tak začali vznikať lesy účelové lesy alebo lesy osobitného určenia. Tento pohľad na lesy bol spočiatku antropocentrický a postupne sa vyvíjal až do ekologických prístupov cez ekosystémy a do environmentálnych funkcií pre vybrané ekosystémové služby. Lesy osobitného určenia (reprezentujú environmentálne funkcie) sú pre potreby rekreácie, kúpeľné lesy, zachovanie genetických a vodárenských zdrojov a iné.

Cieľom práce je poukázať na vývoj funkcií ekosystémových služieb v lesoch Slovenska na základe príkladu ich využívania podľa lesných hospodárskych plánov územia lesného hospodárskeho celku Jelenec a katastrálneho územia konkrétnej obce Kostolany pod Tribečom.

MATERIÁL A METÓDY

V rámci výskumného projektu VEGA „Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“ na základe získaných údajov o modelových územiach rozpracovávame induktívny prístup k identifikácii, hodnoteniu a oceňovaniu ekosystémových služieb a ich využívania vo vidieckych oblastiach. V príspevku sa spracovali sekundárne zdroje informácií, legislatívne predpisy, publikované vlastné a cudzie zdroje, výsledky vlastného výskumu k predmetnej problematike a iné.

Materiál pre analýzu využívania a výskum ekosystémových služieb sa získal z primárnych a sekundárnych zdrojov.

1. Primárne údaje:

- údaje získané na základe terénneho prieskumu,
- údaje od vlastníkov a užívateľov lesnej pôdy (obec Kostolany pod Tribečom),

2. Sekundárne údaje sú získané z týchto zdrojov:

- knižné publikácie od domácich a zahraničných autorov,
- odborné štúdie o záujmovom území,
- legislatíva SR a EÚ.

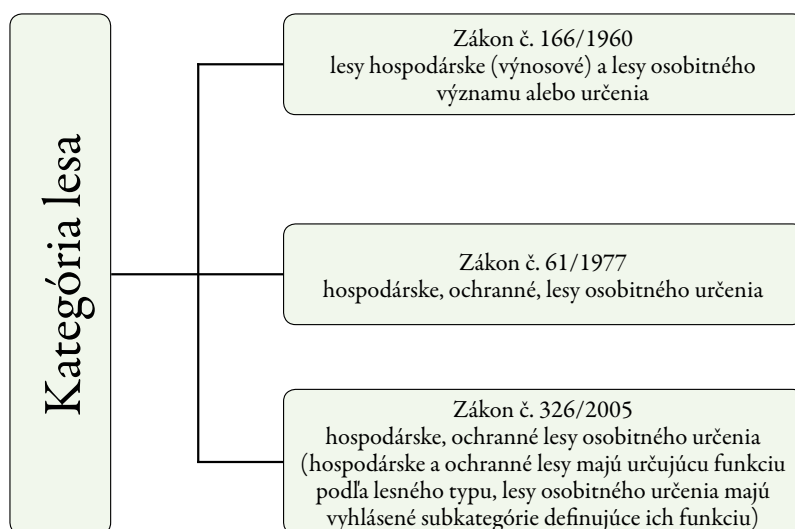
Metódy použité v rámci spracovania výskumu:

1. Analýza a syntéza spracovania teoretických poznatkov a dostupných analýz k problematike a k primárnym údajom.
2. Komparácia súčasnej legislatívy k rozhodujúcim funkciám lesov vyjadrenej kategóriou a funkčným typom lesa a analýzy historických zdrojov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe analýzy histórie v uplatňovaných predpisoch od roku 1960 sme sa zamerali na členenie lesov na kategórie lesa. Tieto predstavovali v praxi konkrétne a podľa lesného hospodárskeho plánu individuálne opatrenia v obhospodarovaní podľa prevažujúcej funkcie lesa (predstavujúcej úžitok pre človeka a prírodu, krajinu). Pojem kategória lesa predstavuje v slovenskej lesníckej legislatíve rozhodujúcu ekosystémovú službu. Prehľad kategórií lesa je spracovaný v obr. 1 od roku 1960.

V Slovenskej republike (územie v bývalej Československej republike) zákonom č. 199/1960 sa prvý raz uvádza pojem funkcia lesa. Les má podľa tohto zákona plniť funkciu lesa, ktorá označuje spoločenské poslanie lesa a má zabezpečiť materiálne a nemateriálne potreby spoločnosti (Papánek, 1978).



Obr. 1. Vývoj kategórií lesa v legislatíve nášho územia od roku 1960

Tab. 1. Definícia členenia lesov v lesnom zákone z roku 1960.

Zákon č. 166/1960 Sb. o lesoch	
Členenie, tvorba a pestovanie lesov	Podľa svojho hlavného poslania lesy sa členia na lesy hospodárske (výnosové) a lesy osobitného významu alebo určenia (lesy účelové).
Hospodárske lesy	Hlavným poslaním hospodárskych lesov je produkcia drevnej hmoty; i v nich sa však musí hospodáriť tak, aby sa nenarušovali ostatné funkcie lesa, najmä jeho priaznivé účinky na vodný režim krajiny.
Účelové lesy	V lesoch účelových sa musí hospodáriť tak, aby les mohol čo najlepšie plniť predovšetkým svoje osobitné poslanie. Osobitný spôsob hospodárenia v účelových lesoch určia lesné hospodárske plány.

Až nový lesný zákon z roku 1977 zaviedol kategorizáciu lesov, ktorá určovala primárnu funkciu lesov. Lesy sa rozdelili do troch kategórií: hospodárske, ochranné a lesy osobitného určenia. Význam využívania lesa z hľadiska jeho užitočnosti pre spoločnosť sa presadil na našom území len od roku 1977. Manažment lesov sa prispôbil funkciám a plneným ekosystémovým službám lesnými ekosystémami. Kategórie lesov podľa tohto zákona boli definované v lesnom zákone č. 61/1977 Zb. a pre Slovensko detailne v §23, zákona č. 100/1977 Zb.

Tab. 2. Definícia členenia kategórií lesov v lesnom zákone z roku 1977.

Zákon č. 61/1977 Zb. o lesoch	
Poslanie lesov a ich kategorizácia	Hlavné zásady rozvoja funkcií lesov
	Užívatelia lesných pozemkov sú povinní s lesnými porastmi plánovite hospodáriť podľa lesných hospodárskych plánov schválených orgánmi štátnej správy lesného hospodárstva tak, aby sa zvyšovala úrodnosť lesných pozemkov a produkcia drevnej hmoty pri súčasnom zabezpečení ostatných funkcií lesov.
Hospodárske lesy	sú lesy, ktorých hlavným poslaním je produkcia akostnej drevnej hmoty pri súčasnom zabezpečovaní ostatných funkcií lesov
Ochranné lesy	sú lesy, ktorých funkčné zameranie vyplýva z daných prírodných podmienok. V týchto lesoch sa musí hospodáriť tak, aby sa predovšetkým zlepšovala ich ochranná funkcia.
Lesy osobitného určenia	sú lesy s osobitným poslaním, ktoré vyplýva zo špecifických dôležitých spoločenských potrieb, ktorými sa spravuje aj spôsob hospodárenia.

Dôvodom pre zmenu lesného zákona boli výsledky lesníckeho výskumu. Najvýznamnejšie výsledky dosiahol v tom období Papánek (1978). Tento vo svojej práci objasnil tiež potrebu uplatňovať integ-

rovaný manažment obhospodarovania lesa. Podľa neho funkčná charakteristika lesa je súhrn informácií získaný o funkciách lesa a obsahuje:

- Hospodárske určenie lesa
- Funkčný typ lesa
- Kategóriu funkčného typu lesa
- Funkčné spektrum lesa

Jeho výsledky výskumu sa aplikovali až v roku 2005. Zákon o lesoch č. 326/2005 Z.z. ponecháva tri kategórie lesov uvedené v zákone z roku 1977 a zavádza lesné a funkčné typy lesných porastov (konkretizované vyhláškou č. 453/2006 Z.z. o hospodárskej úprave lesov a ochrane lesa). V tab. 3 sme spracovali vývoj kategórií lesa na území lesného hospodárskeho celku Jelenec od roku 1983. Z prehľadu vyplýva, že v rámci tvorby lesných hospodárskych plánov sa nepreberá automaticky stav z predchádzajúceho obdobia. Vývoj v území prebiehal v prospech ochrany lesa.

Tab. 3. Vývoj kategórií lesa za 40 rokov platnosti lesného hospodárskeho plánu Jelenec

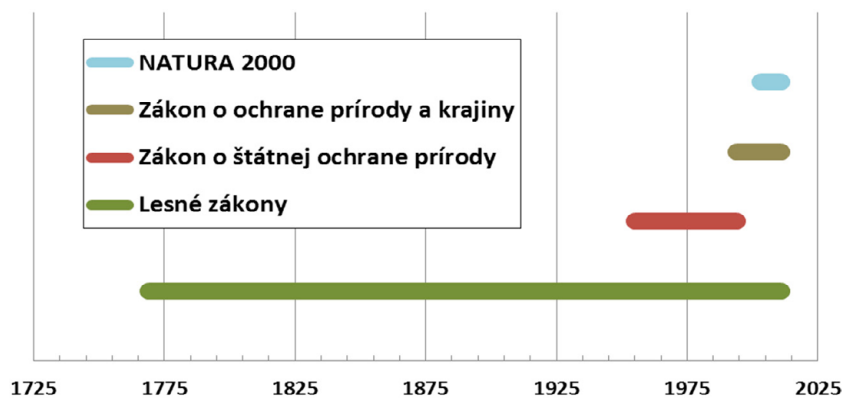
Kategória LHC / výmera JELENEC	Hospodárske lesy v ha	Ochranné lesy v ha	Spolu v ha
Platnosť LHP 1983 – 1992	5364,66 (99,14%)	46,12 (bezlesie) (0,86%)	5410,78
Platnosť LHP 1993 – 2002	5124,76 (96,03%)	211,59 (3,97%) a. mimoriadne nepriaznivé stanovišťa 170,66 b. ochrana pôdy 40,93	5336,35
Platnosť LHP 2003 – 2012	3973 (94,3%)	239 (5,7%)	4213
Platnosť LHP 2013 – 2022	4120,03 (94,01%)	262,62 (5,99%)	4382,65

Význam ochrany prírody a krajiny v súčasných lesníckych opatreniach podľa funkčných typov lesa dokumentuje tab. 4. Vývoj poukazuje na zabezpečenie funkcií v ochrane prírody pred produkčnou funkciou. K tomu sú navrhnuté aj plánované opatrenia v lesných hospodárskych plánoch. Kategória lesa vyjadruje hospodársku prioritnú funkciu s tým, že funkčný typ zohľadňuje ochranu prírody, čomu sú prispôbené lesnícke výkony obhospodarovania.

Tab. 4. Súčasný stav v hospodárskych lesoch katastra obce Kostolany pod Tribečom (lesný hospodársky plán (PSL) JELENEC pre roky 2013 – 2022)

HSLT	Názov HSLT	Výmera v ha	Funkčný typ podľa PSL
202	Svieže vápencové bukové duby	24,52	ochrana prírody – produkčný
205	Kyslé bukové duby	36,92	ochrana prírody – produkčný
208	Sprašové bukové duby	228,71	ochrana prírody – produkčný
209	Suché bukové duby	668,70	ochrana prírody – produkčný
211	Živné bukové duby	282,36	ochrana prírody – produkčný
213	Vlhké bukové duby	187,14	vodohospodársko–produkčný
305	Kyslé dubové bučiny	3,12	ochrana prírody – produkčný
310	Svieže dubové bučiny	19,00	ochrana prírody – produkčný
311	Živné dubové bučiny	53,35	ochrana prírody – produkčný
313	Vlhké dubové bučiny	35,77	vodohospodársko–produkčný
316	Kamenité dubové bučiny s lipou	16,58	ochrana prírody – produkčný
323	Jaseňové jelšiny	2,07	vodohospodársko–produkčný
Spolu		1558,24	

Obr. 2 znázorňuje súčasnú situáciu a históriu vývoja legislatívy ochrany prírody a lesa na našom území. V ochrane prírody sa neustále diskutuje najmä o výmere chránených území na Slovensku a o metódach obhospodarovania lesov na týchto územiach. Štátne orgány ochrany prírody nerešpektujú stav, že aj lesný zákon je už zosúladený vo svojich legislatívnych predpisoch s predpismi ochrany prírody a na našom území aj s NATURA 2000. Územnú ochranu pre dve smernice EÚ (smernica o vtákoch a o európskych významných územiach) sme prijali ako záväzok pri vstupe do EÚ.



Obr. 2. Vývoj legislatívy v ochrane lesných porastov

Pre definovanie princípov manažmentu lesných lokalít NATURA 2000 sa najčastejšie uvádzajú tieto činnosti alebo faktory ovplyvňujúce hospodárenie (Petrášová, 2009):

- Spôsob ťažby: holoruby (veľkosť), ťažba v pásoch, skupinová ťažba, výberková ťažba, žiadne využitie – bezzásahové územie;
- Obnovné techniky: výsadba, vegetatívne rozmnožovanie, prirodzená obnova (s doplnkovými opatreniami na ovplyvnenie druhovej skladby); prevody a premeny lesných porastov napr. výmladkového lesa;
- Využívanie nepôvodných versus pôvodných drevín; využívanie pôvodnej skladby drevín založenej na podmienkach lokality; pôvod materiálu na obnovu lesa;
- Intenzita výchovy porastov a prebierok;
- Manažment poľovníctva a pastvy.

Uvedené technológie a časové úpravy v ťažbe, obnovné techniky, intenzity zásahov sú premietnuté podľa jednotlivých funkčných typov už pri tvorbe lesného hospodárskeho plánu (PSL). Preto môžeme konštatovať, že vývoj v ochrane lesov a krajiny zohľadňuje požiadavky základné požiadavky v predpise, ktorý kontroluje a tiež jeho praktickú aplikáciu štátna správa lesného hospodárstva.

ZÁVER

Príspevok prezentuje prenesenie princípov ochrany lesa reprezentujúcich implementáciu ekosystémových služieb v lesných porastoch podľa platnej lesníckej legislatívy v súčasnosti. Z hľadiska pozície lesného hospodárstva v hospodárskej politike si treba uvedomiť, že toto odvetvie plní najmä ekosystémové služby regulačné (kvalita vody, ovzdušia, pôdy...), podporné (tvorba pôdy, ochrana pred eróziou, kolobeh vody, fotosyntéza...) a kultúrne (rekreácia, vzdelávanie, turistika...) služby ako zásobovacie služby (drevo, divina, lesné plody, huby...). Je to priamo zakotvené v lesníckych opatreniach prepisujúcich spôsob hospodárenia vlastníkov a užívateľov lesnej pôdy. Je teda významným účastníkom pre tvorbu hospodárskej a regionálnej politiky na slovenskom vidieku.

Regionálna politika EÚ podporuje starostlivosť o ekosystémy na vidieku tým, že usiluje o zlepšenie životného prostredia a vidieckej krajiny. Celkové zhodnotenie vývoja podpory od EÚ nie je priaznivé. Z komparovania výšky podpory od EÚ vyplýva, že celková výška podpory bola v programovom období 2007 – 2013 zvýšená, podstata pomoci a očakávaní čiže znižovanie regionálnych disparít bola nenapl-

nená. Základným problémom podpory regionálneho rozvoja nie je nedostatok finančných zdrojov, ale malé skúsenosti s podporou strategických cieľov (Beresecká, 2014). Týmito cieľmi môžu byť aj úlohy v starostlivosti o krajinu a o ochranu prírody. Lesné hospodárstvo preto by malo byť rovnocenným partnerom pri podporovaní výkonov lesníckych činností poľnohospodárstvu a aj vodnému hospodárstvu.

Ekosystémové služby zabezpečované lesnými porastmi ovplyvňujú a skvalitňujú náš život nezanedbateľným spôsobom. Preto je dôležité dbať na rozumné využívanie krajiny pre zachovanie a zlepšenie ekosystémových služieb, nielen celosvetovo, ale aj na lokálnej úrovni, ktoré majú priamy vplyv na miestnych obyvateľov.

LITERATÚRA

- BERESECKÁ, J. 2014. Pomoc a podpora z fondov európskeho spoločenstva orgánom na regionálnej úrovni Slovenskej republiky: Aid and support from the community budget to authorities in regional level of SR. In *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*. Praha: Vysoká škola regionálního rozvoje. Vol. 3, no. 1. ISSN 1805–3246.
- PAPÁNEK, F. 1978. *Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva*. Bratislava: Príroda. 218 s.
- PETRÁŠOVÁ, V. 2009. Vplyv súčasných legislatívnych obmedzení na hospodárenie vlastníkov lesnej pôdy v územiach NATURY. In *Regióny - vidiek - životné prostredie 2009*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, s. 189–195. ISBN 978-80-552-0259-4.
- TEREK, J. – VOSTAL, Z. 2003. *Základy ekológie a environmentalistiky*. Prešov: Prešovská univerzita. 210 s. ISBN 80-8068-20-4.

Podakovanie

Príprava a prezentácia príspevku bola financovaná z projektu VEGA č. 1/0813/14 „Ekosystémy a ich účinky – ekosystémové služby vo vidieckej krajine“, ktorý sa rieši na Katedre ekológie FEŠRR SPU v Nitre s finančnou podporou vedeckej grantovej agentúry SAV a Ministerstva školstva SR VEGA v rokoch 2014–2016.

VYTVORENIE A DOPROGRAMOVANIE GEOGRAFICKÉHO A INFORMAČNÉHO SYSTÉMU VRSTIEV (GIS) V RÁMCI PROGRAMU ROZVOJA VIDIEKA SLOVENSKEJ REPUBLIKY 2014 – 2020

Michal Sviček, Mária Mozdíková

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy,
Gagarinova 10, 827 13 Bratislava, e-mail: m.svicek@vupop.sk*

Abstrakt: Spoločná poľnohospodárska politika EÚ smeruje postupne viac k podpore mimoprodukčných funkcií poľnohospodárskej pôdy a krajiny. Najmä v súčasnom programovacom období 2014 – 2020 popri už v predchádzajúcom programovacom období zavedenom Krížovom plnení sa realizujú opatrenia greeningu – diverzifikácia plodín, zachovanie trvalých trávnych porastov a vytvorenie oblastí ekologického záujmu, ktoré majú priamy dopad na zlepšenie životného prostredia a klímy. Druhý pilier – Program rozvoja vidieka (PRV) je istou časťou svojich podopatrení vyslovene zameraný na ochranu a zlepšenie životného prostredia a klímy. Cieľom agroenvironmentálno-klimatického opatrenia je zachovanie poľnohospodárskych postupov, ktoré majú pozitívny vplyv na životné prostredie a klímu a presadzovanie potrebných zmien týchto poľnohospodárskych postupov. V rámci realizácie podopatrení PRV boli popri existujúcich GIS vrstiev vytvorené nové ako sú: GIS vrstva oblasti s prírodnými obmedzeniami alebo inými osobitnými obmedzeniami ANC, GIS vrstva území s vysokou prírodnou hodnotou – HNV, GIS vrstva územia s výskytom sysla pasienkového, GIS vrstva územia s výskytom dropa fúzatého, GIS vrstva územia chránenej vodohospodárskej oblasti – CHVO Žitný ostrov, GIS vrstva pre vytvorenie Multifunkčných biopásov.

Kľúčové slová: Program rozvoja vidieka, Agroenvironmentálno-klimatické opatrenia, GIS vrstvy

Abstract: The EU Common Agricultural Policy is focused progressively more to support non-production functions of agricultural soil and landscape. Especially in the current programming period 2014 – 2020, in addition to in the previous programming period implemented cross-compliance, are implemented greening measures – crop diversification, maintaining permanent grassland and the creation of ecological focus areas that have a direct impact on improving of the environment and the climate. Several measures under the Rural Development Program second pillar of the CAP are explicitly designed to protect and improve the environment and climate. The aim of the agri-environment-climate measures is the maintenance of agricultural practices that have a positive impact on the environment and climate and promoting necessary changes to these agricultural practices. Within the implementation of RDP sub-measure were except existing GIS layers created new such as: GIS layer of areas with natural constraints or other specific constraints – ANC, GIS layer of high nature value areas - HNV, GIS layer of areas with Ground Squirrel occurrence, GIS layer of areas with Great Bustard occurrence, GIS layer of protected water management areas – CHVO Žitný ostrov, GIS layer of areas suitable for the creation of multifunctional bio-belts.

Keywords: Rural development plane, Agroenviro-climate measurements, GIS layers

ÚVOD

Cieľom agroenvironmentálno-klimatického opatrenia (AEKO) je zachovanie poľnohospodárskych postupov, ktoré majú pozitívny vplyv na životné prostredie a klímu a presadzovanie potrebných zmien týchto poľnohospodárskych postupov.

Agroenvironmentálno-klimatické platby zohrávajú kľúčovú úlohu pri podpore udržateľného rozvoja vidieckych oblastí aj ako reakcia na zvýšený dopyt spoločnosti po environmentálnych službách. Špecifické

ké postavenie pôdohospodárstva v rámci ekonomických odvetví vyplýva z funkcií, ktoré plní. V pôdohospodárstve ide nielen o produkciu potravín, ale tiež výrazne formuje tvár krajiny, zasahuje do kvality životného prostredia, má nenahraditeľnú environmentálnu funkciu.

Agroenvironmentálno-klimatické opatrenie bude prostredníctvom svojich operácií prioritne riešiť nasledovné identifikované potreby:

- zachovanie biodiverzity a zvýšenie environmentálnej výkonnosti podpôr na ochranu biodiverzity;
- zabezpečenie ochrany pôdy pred degradáciou;
- eliminácia dopadov a adaptácia pôdohospodárstva na zmenu klímy.

Na základe výsledkov analýz a podmienok pre AEKO boli do podpory zaradené nasledovné operácie (sú uvedené v poradí najvyššej environmentálnej účinnosti vo väzbe na biodiverzitu):

1. Ochrana biotopov prírodných s poloprírodných trávnych porastov
Ochrana biotopov sysla pasienkového (trvalé trávne porasty)
Chov a udržanie ohrozených druhov zvierat
2. Multifunkčné okraje polí (biopásky na ornej pôde)
Ochrana biotopov dropa fúzatého (orné pôdy)
3. Integrovaná produkcia v ovocných sadoch, vo vinohradoch, v zeleninárstve
4. Ochrana CHVO Žitný ostrov.

Prostredníctvom navrhnutých operácií environmentálnej kategórie 1 a 2 sa prispeje zásadným spôsobom k ochrane vybraných chránených, ohrozených druhov živočíchov a biotopov hlavne v územiach s vysokou prírodnou hodnotou (HNV), ktorých dominantnou súčasťou sú územia Natura 2000 (podrobný popis území SR s vysokou prírodnou hodnotou je popísaný v samostatnej prílohe programu).

Zvláštna pozornosť je venovaná ochrane najväčších podzemných vodných zdrojov pri realizácii precíznych poľnohospodárskych postupov. Slovenská republika má podľa zákona č.364/2004 Z. z. o vodách v znení neskorších predpisov, vyhlásených 6 vodohospodársky chránených veľkoplošných oblastí podzemných vodných zdrojov. Jednou z týchto oblastí je aj Chránená vodohospodárska oblasť (CHVO) Žitný ostrov. Oproti ostatným oblastiam je atypická tým, že je to najväčšia oblasť zdrojov podzemných vôd v strednej Európe a na druhej strane, že táto oblasť patrí z hľadiska poľnohospodárskej výroby k najúrodnejším lokalitám SR. Uvedená lokalita je v zmysle dusičnanej smernice ES č. 91/676/EEC tiež zaradená do zraniteľných oblastí SR. Zaradením schémy na ochranu vôd v tejto CHVO je snaha o udržanie a zlepšenie kvalitatívnych vlastností vôd v súlade s cieľom RSV(2000/60/ES).

Platby v horských oblastiach alebo v iných oblastiach s prírodnými alebo inými osobitnými obmedzeniami (ANC) sú zamerané na odškodnenie poľnohospodárov za nevýhody, ktorým je ich poľnohospodárska výroba vystavená v dôsledku prírodných alebo iných špecifických obmedzení oproti oblastiach, ktoré takéto znevýhodnenie nemajú. Takáto kompenzácia straty príjmov a ďalších nákladov umožní poľnohospodárom pokračovať vo využívaní poľnohospodárskej pôdy, udržiavaní krajiny, ako aj v zachovaní a realizácii udržateľných poľnohospodárskych systémov v príslušných oblastiach s predchádzaním opúšťania pôdy a strate biodiverzity.

Hlavným cieľom úlohy, ktorú popisuje príspevok, je doprogramovanie geografického a informačného systému vrstiev (GIS) v rámci Programu rozvoja vidieka Slovenskej republiky 2014–2020 a úprava štruktúry databázy registra pôdnych blokov LPIS (Land parcel identification system). Konkrétne ide o dopracovanie štruktúr a GIS nástrojov LPIS, úprava štruktúry databázy LPIS, analýzy vstupných údajov a tvorba GIS vrstiev. Súčasťou je aj spájanie vstupných GIS vrstiev a riešenie prekryvov vrstiev hierarchicky. Ďalej je to zadanie pravidiel na zaradenie kultúrnych dielov LPIS resp. ich častí do jednotlivých externých vrstiev.

MATERIÁL A METÓDY

GIS analýza a následné kreovanie GIS vrstiev a odvodených mapových podkladov boli realizované pre nasledujúce operácie v rámci PRV 2014–2020:

- a. GIS vrstva oblastí s prírodnými obmedzeniami alebo inými osobitnými obmedzeniami (ďalej len ANC),
- b. GIS vrstva HNV,
- c. GIS vrstva územia s výskytom sysľa pasienkového,
- d. GIS vrstva územia s výskytom dropa fúzatého,
- e. GIS vrstva územia CHVO Žitný ostrov,
- f. GIS vrstva pre vytvorené Multifunkčné biopásy.

Informačnú údajovú bázu pre GIS analýzu tvorili:

- digitálna vektorová vrstva kultúrnych dielov a údaje o využívaní poľnohospodárskej pôdy evidovanej v registri pôdy LPIS z Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra -Výskumného ústavu pôdoznalectva a ochrany pôdy (NPPC-VÚPOP);
- digitálna vektorová vrstva obcí, na základe ktorej sú zaradené do oblasti s prírodnými alebo inými osobitnými obmedzeniami podľa nových kritérií a pre regresné platby ponechané obce podľa starých kritérií;
- digitálna vektorová vrstva lokalizácie výskytu sysľa pasienkového poskytnutá Štátnou ochranou prírody SR (ŠOP SR);
- pre vytvorenie GIS vrstvy HNV digitálna vektorová vrstva lokalizácie biotopov poloprírodných a prírodných trvalých trávnych porastov poskytnutá ŠOP SR;
- pre vytvorenie GIS vrstvy HNV digitálna vektorová vrstva lokalizácie biotopov poloprírodných a prírodných trvalých trávnych porastov, poskytnutá ŠOP SR;
- pre vytvorenie GIS vrstvy HNV digitálna vektorová vrstva Historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny - HŠPK (podklad ÚKE SAV);
- pre vytvorenie GIS vrstvy území s výskytom dropa fúzatého digitálna vrstva obsahujúca informáciu o zaradení CHÚ do Územia s výskytom dropa fúzatého, len na ornej pôde;
- pre vytvorenie GIS vrstvy územia CHVO Žitný ostrov digitálna vrstva hraníc CHVO Žitný ktorá predstavuje samostatnú geografickú oblasť, vymedzenú NPPC –VÚPOP;
- pre vytvorenie GIS vrstvy digitálna vrstva vhodných území pre založenie Multifunkčných biopásov predstavujúcich samostatnú geografickú oblasť– jedná sa o nížinné oblasti SR (Záhorská nížina, Východoslovenská nížina, Podunajská nížina a Borská nížina), len na ornej pôde.

Analýza údajov, tvorba GIS vrstiev jednotlivých operácií, resp. HNV a následné exportovanie prekryvy s LPIS boli realizované v prostredí GIS softvéru Arc GIS 9.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Od roku 2015 SR realizuje nové, resp. upravené určenie oblastí s prírodnými a inými osobitnými obmedzeniami (ANC), podľa čl. 32 nariadenia (EÚ) č. 1305/2013 na úrovni LAU 2 nasledovne:

- Horské oblasti (čl. 32 ods.2 - existujúce určenie s úpravami v homogenizácii);
- Oblasti čeliace významným prírodným obmedzeniam (čl. 32 ods. 3 - nové určenie);
- Oblasti postihnuté špecifickými obmedzeniami (čl. 32 ods. 4 - nové určenie);
- Vo vymedzených oblastiach s prírodnými, alebo inými osobitnými obmedzeniami, sa nachádza viac ako 90 % území s vysokou prírodnou hodnotou SR, ktorých súčasťou sú aj lokality Natura 2000. Zachovanie poľnohospodárstva v týchto územiach aj prostredníctvom kompenzačných platieb má dominantný vplyv na zachovanie biodiverzity a udržanie stavu týchto krajinných oblastí;
- Vytvorila sa nová vrstva ANC, ktorá obsahuje informáciu o novom zaradení obcí do ANC a súčasne aj údaj pre tie obce ktoré sú zaradené do prechodného obdobia (regresné platby);
- GIS vrstva bola vytvorená priradením informácie o zaradení KD LPIS do ANC;
- Číselník C_KAT_ANC_LFA obsahuje zoznam všetkých kategórií ANC a LFA.

Pre zachovanie biodiverzity je kľúčové **dôsledné vymedzenie poľnohospodárskych a lesných území s vysokou prírodnou hodnotou** (HNV), ich ochrana, monitorovanie a zvýšenie informovanosti o ich význame. HNV sú plochy s High natural value - Plochy s vysokou prírodnou hodnotou. Sú zložené z troch informačných zdrojov:

1. Biotopy prírodných a poloprírodných TTP (ŠOP SR);
2. Historické štruktúry poľnohospodárskej krajiny – HŠPK (podklad ÚKE SAV);
3. NATURA (ŠOP SR).

Počas realizácie tvorby GIS vrstvy sa vytvorili prekryvy jednotlivých vstupných vrstiev do HNV a vrstva HNV bola spojená bez prekryvov podľa určenej hierarchie.

Syseľ pasienkový (*Spermophilus citellus*) je ohrozeným a chráneným druhom, ktorý sa okrem územia Európy nevyskytuje inde na svete. Sysel' pasienkový je zaradený do prílohy II. (druhy živočíchov a rastlín, o ktoré má Spoločenstvo záujem a ktoré si vyžaduje prísnu ochranu) smernice Rady č. 92/43/EHS o ochrane prirodzených biotopov a voľne žijúcich živočíchov a rastlín. Status druhu podľa uvedenej smernice je nepriaznivý. Stanovené manažovanie trávnych porastov predstavuje pravidelná kosba lúk a dostatočné spásanie pasienkov hospodárskymi zvieratami s cieľom dosiahnutia požadovanej výšky trávneho porastu, vylúčenie chemických látok, obmedzenie hnojenia organickými hnojivami a vylúčenie akýchkoľvek úprav terénu. Vytvorila sa nová GIS vrstva Území s výskytom sysla pasienkového, ktorá obsahuje informáciu o novom zaradení KÚ do Území s výskytom sysla pasienkového. Lokalizácia sa týka len kultúrnych dielov (KD) LPIS s využitím TTP (trvalé trávne porasty).

Drop fúzatý (*Otis tarda*) je najohrozenejším druhom vtáka na Slovensku. Na Slovensku sú už len dve posledné lokality (CHVÚ Lehnice a CHVÚ Sysľovské polia), kde sa tieto stepné vtáky ojedinele vyskytujú. Výskyt dropa sa obmedzuje na územia s mozaikovitým usporiadaním poľnohospodárskych kultúr, pričom dôležitým prvkom sú nízke porasty viacročných krmovín, tráv na ornej pôde, ozimných obilnín, ozimnej repky a strukovinových plodín. Veľmi nevýhodnou plodinou je kukurica na zrno. Vytvorila sa nová GIS vrstva Území s výskytom dropa fúzatého, ktorá obsahuje informáciu o zaradení celého, alebo časti KD LPIS (zaradené nie sú celé KD LPIS, ale len konkrétne lokality v rámci KD LPIS ktoré sa prekrývajú s vrstvou výskytu dropa fúzatého). Lokalizácia sa týka len KD LPIS s využitím OP (orná pôda).

Slovenská republika má podľa zákona č.364/2004 Z. z. o vodách v znení neskorších predpisov vyhlásených 6 vodohospodársky chránených veľkoplošných oblastí podzemných vodných zdrojov. Jednou z týchto oblastí je aj Chránená vodohospodárska oblasť (CHVO) Žitný ostrov. Oproti ostatným oblastiam je atypická tým, že je to najväčšia oblasť zdrojov podzemných vôd v strednej Európe a na druhej strane, že táto oblasť patrí z hľadiska poľnohospodárskej výroby k najúrodnejším lokalitám SR. Uvedená lokalita je v zmysle dusičnanovej smernice ES č. 91/676/EEC tiež zaradená do zraniteľných oblastí SR. Vytvorila sa nová GIS vrstva územia CHVO Žitný ostrov ktorá obsahuje informáciu o zaradení celého alebo časti KD LPIS (zaradené nie sú celé KD LPIS, ale len konkrétne lokality v rámci KD LPIS ktoré sa prekrývajú s vrstvou hraníc CHVO Žitný ostrov, ktorá predstavuje samostatnú geografickú oblasť, vymedzenú NPPC-VÚPOP pokrývajúcu najmä okresy DS, BA, KN a NZ. Externá vrstva pokrýva všetky KD LPIS s využitím orná pôda, v LPIS je na tomto diely oprávnená výmera a z nej sa odpočíta plocha v rámci 10 m zóna pozdĺž vodného toku z vrstvy nárazníkových zóna.

V najúrodnejších rovinatých oblastiach Slovenskej republiky, akými sú Podunajská nížina, Trnavská tabuľa, Východoslovenská nížina alebo Záhorská nížina, v ktorých dominuje intenzívne poľnohospodárstvo, sa prejavuje nízka biodiverzita druhov, ktorá je spôsobená najmä veľkoplošným systémom obhospodarovania poľnohospodárskych pozemkov. Vytvorila sa nová GIS vrstva území vhodných pre založenie Multifunkčných biopásov predstavujúcich samostatnú geografickú oblasť – jedná sa o nížinné oblasti SR (Záhorská nížina, Východoslovenská nížina, Podunajská nížina a Borská nížina), len na ornej pôde. Obsahuje informáciu o zaradení celého alebo časti KD LPIS (zaradené nie sú celé KD LPIS, ale len konkrétne lokality v rámci KD LPIS ktoré sa prekrývajú s vrstvou hraníc území vhodných území pre založenie Multifunkčných biopásov. Externá vrstva bude pokrývať všetky KD LPIS s využitím orná pôda.

ZÁVER

Spoločná poľnohospodárska politika EÚ smeruje postupne viac k podpore mimoprodukčných funkcií poľnohospodárskej pôdy a krajiny. Najmä v súčasnom programovacom období 2014 – 2020 popri už v predchádzajúcom programovacom období zavedenom Krízovom plnení sa realizujú opatrenia greeningu – diverzifikácia plodín, zachovanie trvalých trávnych porastov a vytvorenie oblastí ekologického záujmu, ktoré majú priamy dopad na zlepšenie životného prostredia a klímy. Takto sa posilnili tieto zámery v prvom pilieri SPP, ale druhý pilier – Program rozvoja vidieka je istou časťou svojich podopatrení vyslovene zameraný na ochranu a zlepšenie životného prostredia a klímy. Oproti predošlému programovacieho obdobiu nastal nárast takto zameraných podopatrení o nové podopatrenia ako sú Ochrana biotopov sysla pasienkového (trvalé trávne porasty, Multifunkčné okraje polí (biopásky na ornej pôde), Ochrana biotopov dropa fúzatého (orné pôdy), Ochrana CHVO Žitný ostrov, iné podopatrenia pokračujú aj v súčasnom programovacom období – Ochrana biotopov prírodných s poloprírodných trávnych porastov, Integrovaná produkcia v ovocných sadoch, vo vinohradoch, v zeleninárstve.

Pri plnení cieľov čiastkovej analýz a výstupov v rámci riešenia **vytvorenia a doprogramovania geografického a informačného systému vrstiev v rámci Programu rozvoja vidieka Slovenskej republiky 2014 – 2020 a úprava štruktúry databázy registra pôdných blokov LPIS** boli použité údaje z viacerých zdrojov, v rôznych formátoch, rôznej mierky a z rôznych časových období.

Boli vytvorené nasledovné diela:

- a. GIS vrstva oblasti s prírodnými obmedzeniami alebo inými osobitnými obmedzeniami (ďalej len ANC),
- b. GIS vrstva HNV,
- c. GIS vrstva územia s výskytom sysla pasienkového,
- d. GIS vrstva územia s výskytom dropa fúzatého,
- e. GIS vrstva územia CHVO Žitný ostrov,
- f. GIS vrstva pre vytvorené Multifunkčné biopásky.

Vytvorené GIS vrstvy boli integrované / vytvorili sa prekryvy s LPIS. Vrstvy sa zobrazujú aj na Pôdnom portáli. Doprogramovala sa upravená štruktúra databázy registra pôdných blokov LPIS. Konkrétne sa jedná o dopracovanie štruktúr a GIS nástrojov LPIS, úprava štruktúry databázy LPIS, analýzy vstupných údajov a tvorba GIS vrstiev. Súčasne sa pospájali vstupné GIS vrstvy a prekryvov vrstiev sa vykonali hierarchicky.

LITERATÚRA

PRV Program rozvoja vidieka SR 2014 – 2020. Slovensko. Bratislava : MP RV SR. 698 s.

Podakovanie

Príspevok prezentuje výsledky vytvorenia a doprogramovania geografického a informačného systému vrstiev v rámci Programu rozvoja vidieka Slovenskej republiky 2014 – 2020 a úprava štruktúry databázy registra pôdných blokov dosiahnuté realizáciou projektu Technickej pomoci EK ktorý bol realizovaný na NPPC-ÚÚPOP v Bratislave počas roku 2015.

PESTICÍDNE INDIKÁTORY

Bronislava Škarbová

*Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky,
Dobrovičova 12, 812 66 Bratislava, e-mail: bronislava.skarbova@land.gov.sk*

Abstrakt: Vplyvy na ľudské zdravie a životné prostredie vyplývajúce z používania pesticídov je potrebné merať. Vhodnými prostriedkami na tento účel sú harmonizované ukazovatele rizika – pesticídne indikátory. V súčasnosti sú vypracované pesticídne indikátory na meranie rizika a jeho znižovania na dvoch medzinárodných platformách – na úrovni Európskej únie (databáza HAIR) a na úrovni OECD (databáza PRIERs). Na ich využitie je potrebné softvérové vybavenie a dostupnosť požadovaných vstupných údajov. V podmienkach Slovenskej republiky sú využívané dostupné štatistické údaje o predaji a spotrebe jednotlivých prípravkov na ochranu rastlín na úrovni účinných látok a na základe ich klasifikácie, štatistické údaje o predaji a spotrebe pomocných prípravkov, údaje z hlásení o intoxikáciách a incidentoch, rezíduách a aplikačných zariadeniach. Sledovanie trendov pri vybraných pesticídnych indikátoroch umožňujú reálne zhodnotiť súčasný stav, účinnosť platných a navrhovanie nových opatrení v oblasti pesticídnej politiky.

Kľúčové slová: pesticíd, prípravok na ochranu rastlín, riziko, ukazovateľ rizika, pesticídny indikátor

Abstract: Impacts on human health and the environment arising from the pesticides use should be measured. Appropriate tools for this purpose are harmonized risk indicators – pesticide indicators. At present, the pesticide indicators to measure the risk and its reduction are developed at the two international platforms - at the level of the European Union (HAIR database) and the OECD (database PRIERs). Their use is conditioned by software availability and by the availability of the required input data. In the Slovak Republic there are used the available statistics on the sale and usage of individual plant protection products on the level of active substances and on the basis of their classification, statistics on the sale and consumption of auxiliary products, data from reports on intoxications and reports on incidents, residues and application equipment. Monitoring of trends in selected pesticide indicators allow real assessment of the current status, the effectiveness of existing and proposed new measures in the field of pesticide policy.

Keywords: pesticide, plant protection product, risk, risk indicator, pesticide indicator

ÚVOD

Rastlinná výroba má v každom štáte Európskej únie významné postavenie. Jedným z najdôležitejších spôsobov ochrany rastlín a rastlinných produktov pred škodlivými organizmami vrátane buriny ako aj prostriedkom zlepšenia poľnohospodárskej výroby je používanie prípravkov na ochranu rastlín. Tieto zabezpečujú pestovateľom zvyčajne vyššie výnosy a pozitívny efekt sa prejaví aj vo zvýšenej senzorickej a nutričnej kvalite rastlinných produktov. Dôležitým aspektom pri používaní agropesticídov je správny výber prípravku a jeho aplikácia v súlade so správnou poľnohospodárskou praxou. Negatívnym aspektom je potenciálny negatívny vplyv na zdravie ľudí, necieľové organizmy a životné prostredie. Pesticídne látky ostávajú vo forme rezíduí na a v plodinách, čím môžu predstavovať významné zdravotné riziko pre spotrebiteľov, ako aj vo forme rezíduí v zložkách životného prostredia ako sú podzemné a povrchové vody, pôda a vzduch. Na posúdenie vplyvov používaných agropesticídov sa využívajú pesticídne indikátory, ktoré zároveň slúžia na riadenie rizika na národnej úrovni a hodnotenie účinnosti prijatých opatrení.

Pesticídne indikátory na medzinárodnej úrovni

V rozhodnutí Európskeho parlamentu a Rady č. 1600/2002/ES z 22. júla 2002, ktorým sa ustanovuje 6. akčný program Spoločenstva pre životné prostredie sa uvádza, že pri používaní pesticídov, najmä pesticídov používaných v poľnohospodárstve, sa ich negatívny vplyv na zdravie ľudí a životné prostredie musí naďalej znižovať, zdôraznila sa potreba dosiahnuť trvalo udržateľnejšie používanie pesticídov a vyzvalo sa na celkové výrazné zníženie rizík a na používanie pesticídov zlučiteľné s potrebnou ochranou plodín.

Vo svojom oznámení Rade, Európskemu parlamentu a Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru s názvom „Tematická stratégia trvalo udržateľného používania pesticídov“ Európska komisia uvádza rôzne opatrenia, ktoré by mohli byť súčasťou stratégie s cieľom minimalizovať nebezpečenstvá a riziká pre zdravie a životné prostredie vyplývajúce z využívania pesticídov, zlepšiť kontrolu využívania a distribúcie pesticídov, znížiť úroveň škodlivých účinných látok vrátane nahradenia najnebezpečnejších látok bezpečnejšími alternatívami (vrátane nechemických), podporiť využívanie poľnohospodárskych postupov s nízkym vstupom pesticídov alebo bez pesticídov, a to predovšetkým zvyšovaním užívateľského povedomia, podporou kvalitných kódexov osvedčených postupov a zvážením možného uplatnenia finančných nástrojov, stanoviť prehľadný systém hlásenia a monitorovania pokroku, ktorý sa vykonal pri dosahovaní cieľov stratégie vrátane vypracovania vhodných ukazovateľov. V súlade s predloženou stratégiou bol v roku 2009 schválený tzv. „pesticídny balíček“, t.j. súbor štyroch právnych predpisov Európskeho spoločenstva, ktorými sa ustanovuje proces posudzovania a schvaľovania účinných látok prípravkov na ochranu rastlín, podmienky uvádzania prípravkov na ochranu rastlín na trh (nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009) a podmienky ich bezpečného skladovania, manipulácie, bezpečnej aplikácie a zneškodňovania (smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/128/ES). Ustanovili sa požiadavky na aplikačné zariadenia pre prípravky na ochranu rastlín (smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/127/ES) a povinnosti v oblasti zberu a spracovania štatistických údajov o pesticídoch (nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1185/2009).

V smernici 2009/128/ES sa uvádza, že „Pokrok dosiahnutý pri znižovaní rizík a nepriaznivých vplyvov na ľudské zdravie a životné prostredie vyplývajúcich z používania pesticídov je potrebné merať. Vhodnými prostriedkami sú harmonizované ukazovatele rizika, ktoré sa zavedú na úrovni Spoločenstva. Členské štáty by mali tieto ukazovatele využívať pri riadení rizika na vnútroštátnej úrovni a na účely podávania správ, zatiaľ čo Komisia by ich mala vypočítavať s cieľom zhodnotiť pokrok na úrovni Spoločenstva. Mali by sa pri tom použiť štatistické údaje zozbierané v súlade s právnymi predpismi Spoločenstva týkajúcimi sa štatistiky o prípravkoch na ochranu rastlín. Okrem harmonizovaných spoločných ukazovateľov by mali členské štáty byť oprávnené používať svoje „vnútroštátne ukazovatele“, pričom podľa článku 3 bodu 7 uvedenej smernice „ukazovateľ rizík je výsledok metódy výpočtu, ktorá sa používa na hodnotenie rizík pesticídov pre ľudské zdravie a/alebo životné prostredie“. Podľa článku 15 sa ustanovia harmonizované ukazovatele rizika, ktoré budú tvoriť prílohu IV smernice. Členské štáty však môžu i naďalej používať existujúce vnútroštátne ukazovatele alebo môžu okrem harmonizovaných ukazovateľov prijať iné vhodné ukazovatele.

Prvý súbor ukazovateľov rizika bol vyvinutý v období január 2004 – marec 2007 v rámci prvého projektu HAIR (**HA**rmonised environmental **I**ndicators for pesticide **R**isk) financovaného Generálnym riaditeľstvom Európskej komisie pre výskum a technický rozvoj (Zmluva č. SSP-CT-2003 – 501.997).

Prvý výstup projektu bol nedostatočný a systém nebol plne funkčný. Preto v roku 2009 Európska komisia poverila vývojom novej, robustnejšej verzie inštitút Alterra Wageningen UR s termínom kontraktu do konca roka 2010. Alterra vyvinula užívateľský softvér, ktorý postúpila spolu s používateľskou príručkou a záverečnou správou Európskej komisii. V správe sú popísané vstupné údaje, ktoré sú uložené v rôznych typoch databáz (EUROSTAT – databáza spotreby pesticídov, EFSA – databáza účinných látok, databáza HAIR – iné vstupné údaje, napr. spôsob a dátum aplikácie, aplikačná dávka, plodina, formulácia prípravku) a metodológia ich spracovania na získanie 29 ukazovateľov rizika.

Ukazovatele rizika sú vyjadrené pomerom expozície a toxicity a zahŕňajú ukazovatele rizika z povolania (vplyv na operátorov, pracovníkov, obyvateľov a náhodné osoby) a ukazovatele rizika na životné pro-

stredie (vplyv na vodné organizmy – riasy, dafnie, ryby, vplyv na podzemné vody, vplyv na suchozemské organizmy – vtáky, cicavce, dážďovky a včely).

Napriek pomerne intenzívnej činnosti v rámci projektu HAIR a dosiahnutým výsledkom Európska komisia zatiaľ harmonizované ukazovatele rizika v zmysle smernice Európskeho parlamentu a Rady 2009/128/ES legislatívne neustanovila.

Na platforme Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) bola v roku 2012 vytvorená Expertná skupina pre Pesticídne Indikátory Rizika (Expert Group on Pesticide Risk Indicators, EGPRI), ktorej úlohou bolo vypracovať prehľad existujúcich pesticídnych indikátorov a navrhnuť možnosti ich využitia pri hodnotení trvalo udržateľného používania pesticídov. Táto oblasť je súčasťou návrhu pracovného programu OECD v oblasti pesticídnej politiky na roky 2017–2018. Pesticídne indikátory pochádzajú z dvoch základných zdrojov – z modelovania (napr. fyzikálno-chemické vlastnosti, aplikačná dávka, plodina) a z monitoringu (napr. obsah rezíduí v potravinách, krmivách a v zložkách životného prostredia, informácie o intoxikáciách, incidentoch, výsledky kontrol prípravkov na ochranu rastlín). EGPRI vypracovala databázu PRIERs (Pesticide Risk Indicators Evaluation Report), ktorá je spravovaná Inštitútom Juliusa Kühna v Berlíne.

V súčasnej dobe sa v rámci uvedenej expertnej skupiny v spolupráci s Expertnou skupinou pre integrovanú ochranu proti škodcom (Expert Group on Integrated Pest Management - EGIPM) diskutuje o 4 základných skupinách pesticídnych indikátorov:

- indikátory rizika (Risk Indicators) na meranie rizika,
- indikátory účinnosti (Performance Indicators) na meranie progresu v znižovaní rizika,
- indikátory pre IPM (IPM Indicators) na meranie implementácie IPM (Uptake Indicators) a dopadov IPM na znižovanie rizika (Impact Indicators),
- indikátory pre používanie biopesticídov (Biopesticides Indicators) – na meranie intenzity využitia biologických metód ochrany rastlín.

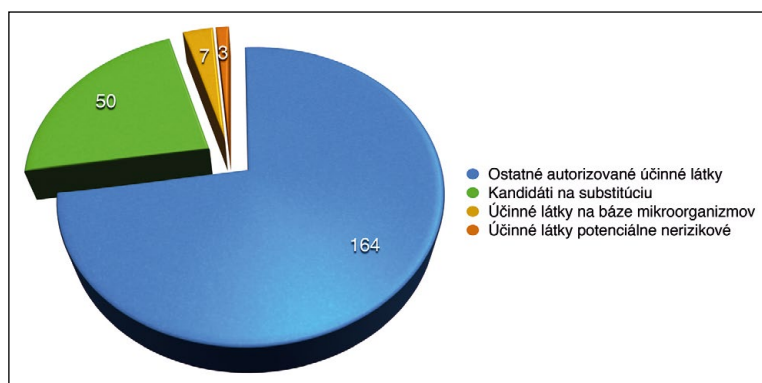
Pesticídne indikátory na národnej úrovni

Určenie pesticídnych indikátorov na národnej úrovni vychádza z dostupnosti vstupných údajov (databáz) a možností ich využitia. **V podmienkach Slovenskej republiky sú pri hodnotení rizika a posúdenia jeho znižovania relevantné nasledovné údaje o:**

- celkovej spotrebe prípravkov na ochranu rastlín,
- spotrebe jednotlivých chemických účinných látok s ohľadom na ich chemickú klasifikáciu (látky toxické, veľmi toxické, karcinogénne, poškodzujúce reprodukciu, endokrinné disruptory, látky relevantné pre podzemné a povrchové vody),
- spotrebe účinných látok na báze mikroorganizmov alebo účinných látok bez chemickej klasifikácie,
- spotrebe bioagens a iných pomocných prípravkov v ochrane rastlín,
- evidovaných intoxikáciách prípravkami na ochranu rastlín,
- úhynoch včiel a iných necieľových živočíchov v súvislosti s aplikáciou prípravkov na ochranu rastlín,
- evidovaných problémoch súvisiacich s úletom prípravkov na ochranu rastlín pri ich aplikácii,
- počte pozitívnych nálezov rezíduí pesticídov v potravinách a krmivách domácej produkcie, v pôde, podzemných a povrchových vodách,
- vekovej štruktúre a stave aplikačných zariadení pre prípravky na ochranu rastlín.

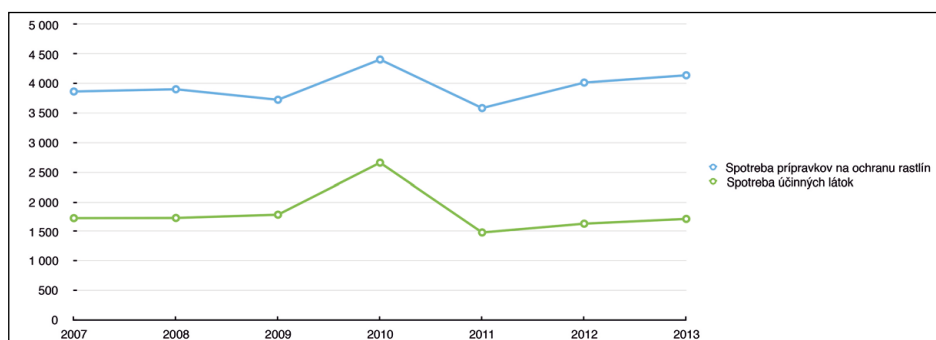
VÝSLEDKY A DISKUSIA

V súčasnosti je v Slovenskej republike autorizovaných 224 pesticídnych účinných látok, z toho 50 účinných látok (22,3 %) je uvedených v zozname kandidátov na substitúciu (látky, ktoré sa majú nahradiť) podľa článku 24 nariadenia (ES) č. 1107/2004, 7 látok je na báze mikroorganizmov (obr. 1).



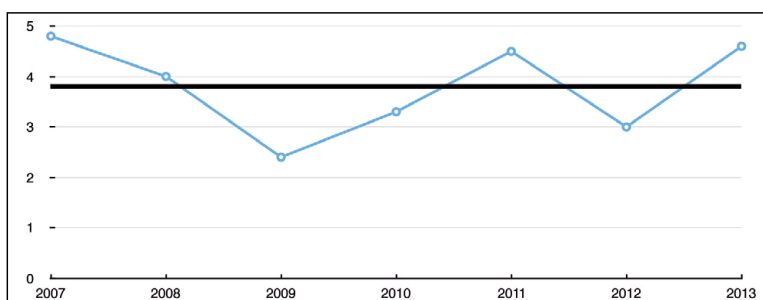
Obr. 1. Počet účinných látok prípravkov na ochranu rastlín, autorizovaných v SR v r. 2015

Sledovaním trendov v celkovej spotrebe prípravkov na ochranu rastlín a spotrebe účinných látok prípravkov (obr. 2) môžeme skonštatovať, že spotreba prípravkov sa v priebehu posledných 7 rokov výrazne nemení, pričom nárast spotreby prípravkov neznamená automaticky aj nárast spotreby účinných látok a teda zvýšené zaťaženie životného prostredia. Za účelom hodnotenia tohto zaťaženia je potrebná analýza spotreby jednotlivých chemických účinných látok berúc do úvahy ich chemickú klasifikáciu, relevantnosť pre podzemné a povrchové vody, ich negatívne účinky na včely a iné necielové organizmy.



Obr. 2. Spotreba prípravkov na ochranu rastlín a ich účinných látok v t.rok⁻¹ v SR v r. 2007 – 2013

Čo sa týka účinných látok na báze mikroorganizmov (obr. 3.), ich spotreba nevykazuje významné zvýšenie a je potrebné uplatnenie podporných opatrení. Údaje o spotrebe bioagens a iných pomocných prípravkov v ochrane rastlín sú získavané podľa zákona č. 387/2013 Z. z. od roku 2014 a preto hodnotenie trendov o ich spotrebe vyžaduje dlhšie časové obdobie.



Obr. 3. Spotreba účinných látok prípravkov na ochranu rastlín na báze mikroorganizmov v t.rok⁻¹ v SR v r. 2007 – 2013

Po plnej implementácii princípov IPM a postupnom vyradovaní najrizikovejších účinných látok bude možné komplexnejšie zhodnotenie progresu v znižovaní rizika, pričom významným prínosom bude vypracovanie súboru indikátorov pre IPM.

ZÁVER

V súčasnosti sú vypracované pesticídne indikátory na meranie rizika a jeho znižovania na dvoch medzinárodných platformách – na úrovni Európskej únie (databáza HAIR) a na úrovni OECD (databáza PRIERs). Na ich využitie je potrebné softvérové vybavenie a dostupnosť požadovaných vstupných údajov.

V podmienkach Slovenskej republiky sú využívané dostupné štatistické údaje o predaji a spotrebe jednotlivých prípravkov na ochranu rastlín na úrovni účinných látok a na základe ich klasifikácie, štatistické údaje o predaji a spotrebe pomocných prípravkov, údaje z hlásení o intoxikáciách a incidentoch, rezíduách a aplikačných zariadeniach. Sledovanie trendov pri vybraných pesticídnych indikátoroch umožňujú reálne zhodnotiť súčasný stav, účinnosť platných a navrhovanie nových opatrení v oblasti pesticídnej politiky.

LITERATÚRA

- KOM(2006) 372 v konečnom znení – Oznámenie Komisie Rade, Európskemu parlamentu, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov – *Tematická stratégia trvalo udržateľného využívania pesticídov*. http://ec.europa.eu/environment/ppps/pdf/com_2006_0372.pdf.
- KRUIJNE, R. – DENEER, J.W. – LAHR, J. – VLAMING, J. 2011. *HAIR2010 Documentation; Calculating risk indicators related to agricultural use of pesticides within the European Union*. Wageningen, Alterra, Alterra-report 2113.1, ISSN 1566 – 7197.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh a o zrušení smerníc Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS (Ú. v. EÚ L 309, 24.11.2009).
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1185/2009 o štatistike pesticídov (Ú. v. EÚ L 324, 10. 12. 2009).
- OECD (2015). *How to measure the impacts of IPM with PRI* (working document, 2. 9. 2015).
- OECD (2015). *Selection of pesticide indicators: guidance for risk and policy managers* (working document, 24. 8. 2015).
- OECD (2015). *EGPRI-EGIPM joint meeting September 9th 2015: thought starter* (working document, 26. 8. 2015).
- OECD (2015). *Draft work programme for the Programme on Pesticides and Sustainable Pest Management for 2017 – 2020*.
- Rozhodnutie 1600/2002/ES Európskeho parlamentu a Rady, ktorým sa ustanovuje šiesty environmentálny akčný program spoločenstva (Ú. v. EÚ L 242, 10.09.2002).
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/128/ES, ktorou sa ustanovuje rámec pre činnosť Spoločenstva na dosiahnutie trvalo udržateľného používania pesticídov (Ú. v. EÚ L 309, 24.11.2009).
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/127/ES, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2006/42/ES, pokiaľ ide o strojové zariadenia na aplikáciu pesticídov (Ú. v. EÚ L 310, 25.11.2009).
- VLAMING, J. – KRUIJNE, R. – GROENWOLD J.G. 2011. *HAIR2010 Software Manual*. Wageningen, Alterra, Alterra-report 2113.2. ISSN 1566 – 7197.
- Vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) č. 540/2011 z 25. mája 2011, ktorým sa vykonáva nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009, pokiaľ ide o zoznam schválených účinných látok (Ú. v. EÚ L 153, 11. 6. 2011) v platnom znení.
- Vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) 2015/408 o vykonávaní článku 80 ods. 7 nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh a o zostavení zoznamu látok, ktoré sa majú nahradiť (Ú. v. EÚ L 67, 12.03.2015).
- Zákon č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti a o zmene zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 145/1995 Z. z. o správnych poplatkoch v znení neskorších predpisov.
- Zákon č. 387/2013 Z. z. o pomocných prípravkoch v ochrane rastlín a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

CORINE LAND COVER 2012

Ján Tóvik, Jozef Nováček

*Slovenská agentúra životného prostredia, Tajovského 28
975 90 Banská Bystrica, e-mail: jan.tobik@sazp.sk, jozef.novacek@sazp.sk*

Abstrakt: Medzinárodný projekt GMES Initial Operations (GIO) Land Monitoring 2011 – 2013 je podľa nariadenia (EÚ) č. 911/2010 časťou celoeurópskeho projektu CORINE Land Cover, ktorý prostredníctvom satelitných snímok mapuje krajinnú pokrývku v prevažnej časti krajín Európskeho spoločenstva. Projekt je koordinovaný Európskou Environmentálnou Agentúrou (EEA) a pozostáva zo štyroch častí:

- Verifikácie 5 typov krajinej pokrývky (HRL)
- Vylepšenie HRL
- Mapovanie zmien krajinej pokrývky 2006 – 2012 a CORINE Land Cover 2012
- Publikovanie údajov (INSPIRE mapové služby)

Kľúčové slová: Krajinná pokrývka, Corine, Mapovanie zmien krajinej pokrývky

Abstract: CORINE Land Cover 2012 and GMES Initial Operations (GIO) Land Monitoring 2011 – 2013 in the framework of regulation (EU) No 911/2010 is part of the European CORINE Land Cover project that maps land cover of the most European countries from the satellite. Project is coordinated by European Environmental Agency (EEA).

- Project consists of four different tasks:
- Verification of the 5 High Resolution layers (HRL's)
- Enhancement of the 5 HRL's
- Corine land cover changes 2006 – 2012 and Corine land cover 2012
- Dissemination activities (INSPIRE map services)

Keywords: Land cover, Corine, Land cover changes

ÚVOD

Corine Land Cover predstavuje celoeurópsku databázu údajov o krajinej pokrývke v mierke 1 : 100 000 vytvorenú a aktualizovanú európskymi štátmi založenú na trojúrovňovej hierarchickej nomenklatúre s obsahom 44 tried. Databáza Corine Land Cover (CLC) vzniká na základe interpretácie satelitných snímok z obdobia jej aktualizácie. Jedná sa o produkt Európskej Environmentálnej Agentúry (EEA), za podpory Joint Research Centre (JRC) a Európskej vesmírnej agentúry (ESA).

Manažment projektu a metodika spracovania

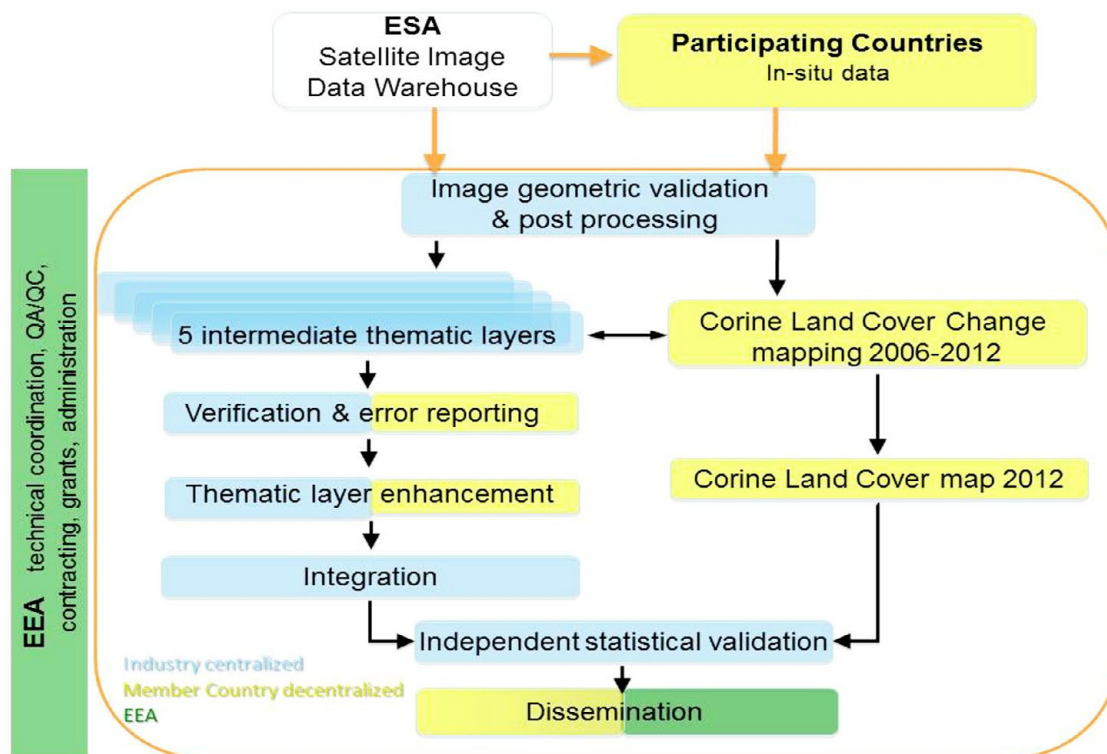
Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP) sa v závere roka 2012 zapojila do projektu aktualizácie databázy CORINE na rok 2012 vypracovaním národného projektu, ktorý reflektoval na výzvy EEA. Vzhľadom na predchádzajúce roky, kedy sa SAŽP zapojila do procesu aktualizácie databázy CLC, bolo výzvou pre členov pracovného tímu rozšíriť svoje vedomosti o nové možnosti, ktoré boli v rámci výzvy predložené členským štátom.

Rozšírením projektu o časť venovanú verifikácii a vylepšeniu produktov automatizovaného spracovania satelitných snímok s vysokým rozlíšením (High Resolution Layers „HRLs“), sa vytvára priestor pre nové možnosti interpretácie zmien v krajinej pokrývke. EEA v spolupráci so subdodávateľmi spracovali satelitné snímky z vysokým rozlíšením (snímky z kolekcie RapidEye), ktorých presnosť predstavuje 20 m do podoby selektívne vytvorených tematických vrstiev. Vychádzajúc z CLC nomenklatúry bolo vytvore-

ných 5 tematických vrstiev tak, aby pokrývali celý zemský povrch, a to vrstvy pre zastavané územie, lesy, nelesné plochy, mokrade a vodné plochy.

Výstupom projektu sú sprístupnené aktualizované údaje o krajinnej pokrývke (Corine Land Cover 2012) prostredníctvom štandardných INSPIRE služieb a to jednak produktov HRLs, a produktov klasickej aktualizácie Corine Land Cover – CLC 2012. Projekt zabezpečoval aktualizáciu priestorových informácií pre tému 2. – krajinná pokrývka zákona č. 3/20010 o NIPI a ich využiteľnosť, najmä v súčasnej dobe pri rôznych environmentálnych hrozbách, predstavujú základnú bázu pre rozhodovanie na národnej, regionálnej či lokálnej úrovni.

Novinkou pre aktualizáciu databázy CLC 2012 je vyhodnotenie a vylepšenie vrstiev z vysokým rozlíšením. Na obrázku č. 1 je znázornený workflow projektu. Žltou farbou je zvýraznené zapojenie SAŽP v rámci jednotlivých pracovných balíkov (WP).



Obr. 1. Workflow projektu

Projekt bol rozdelený do štyroch pracovných balíkov (WP) v trvaní 23 mesiacov, jeho priebeh je zobrazený v tabuľke č. 1. Významným vstupom projektu bolo zapojenie Národného lesníckeho centra (NLC) a Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra (NPPC) do procesu verifikácie a vylepšenia vrstiev s vysokým rozlíšením pre vrstvy lesy (NLC) a nelesné plochy NPPC.

Tab. 1. Pracovný harmonogram

WP	ACTIVITY	MONTHS OF PROJECT																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
WP 1 and 3	Image delivery	■																						
WP 1	Verification of the HRLs *																							
WP 1.1	Image and HRLs delivery	■	*																					
WP 1.2	In-situ data and ancillary data collection	■	■	■	■																			
WP 1.3.1	Imperviousness			■	■	■	*																	
WP 1.3.2	Forest areas (NFC)			■	■	■	*																	
WP 1.3.3	Agricultural areas (SSCRI)			■	■	■	*														■	■	■	■
WP 1.3.4	Wetlands			■	■	■	*																	
WP 1.3.5	Water bodies			■	■	■	*																	
WP 2	Enhancement of the HRLs *																							
WP 2.1	Imperviousness							■	■	■	■	*												
WP 2.2	Forest Areas (NFCI)							■	■	■	■	*												
WP 2.3	Agricultural areas (SSCRI)							■	■	■	■	*									■	■	■	■
WP 2.4	Water bodies							■	■	■	■	*												
WP 3	Corine land cover (CLC)																							
WP 3.2	Image and vector pre-processing	■	■																					
WP 3.3	CLC changes 2006 – 2012			■	■	■	■	■	■	■	■													
WP 3.4	CLC 2012 dataset												■	■	■	■	■	■	■	■				
WP 3.5	National CLC metadata			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
WP 4	Dissemination																							
	Project management	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	*

Corine Land Cover –spracovanie

Zväzná metodika pre aktualizovanie krajinej pokrývky k časovému horizontu 2012 nebola výrazne zmenená oproti metodike platnej pri aktualizovaní horizontu 2006, t.j. interpretáciou zmien (reálnych a technických). Spojením vrstvy zmien (CHA2006 – 2012) s revidovanou vrstvou CLC2006 je generovaná nová stavovská vrstva:

$$CLC_{2012} = CHA_{2006-2012} + CLC_{2006}^{\text{revidovaná}}$$

kde „+“ znamená GIS operácie (Marge, field calculate, intersec...)

Z pohľadu optimalizácie činností a verifikácie výsledkov interpretátorov bolo územie Slovenska rozdelené v zmysle mapových listov (ďalej ML) kladu topografických máp mierky 1:100 000 interpretátorom boli pripravené vektorové vstupné údaje CLC2006 pre revidovanie a satelitné mozaiky v nepravých farbách - IMA2012coverage1 (IRS-P6, 20m/pixel) a IMA2012coverage2 (RapidEye, 20m/pixel). Interpretácia podliehala internému procesu verifikácie, t.j. každý interpretátor po dokončení odovzdal ML vrstvy pre verifikáciu a až po zapracovaní pripomienok bol ML uzavretý. Okrem internej interpretácie prebehla aj diaľková verifikácia náhodne vybraných ML prostredníctvom pracovníkov EEA. pracovníkmi EEA. Uzavreté ML boli spojené do bezošvej vrstvy a následne bola generovaná stavovská vrstva CLC2012.

Prípravné a finálne GIS procesy boli vykonané v prostredí ArcGIS 10.0. Interpretácia a verifikácia ML bola vykonaná cez softvér CLC 2012 Support Package.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe porovnania zmenovej vrstvy zo stavom z predošlej verzie CLC2006 a výsledkom mapovania zmien súčasného stavu vo výslednej vrstve CLC2012 bolo charakterizovaných 95 typov zmien (tab. 2).

- Zmeny v areáli výstavby (kód 133), prevažná zmena nezavlažovaná orná pôda (211) – 133 (2006,36 ha) a 133 – cesty a železnice s príslušnými areálmi (122) 1067 ha;
- Prevažná väčšina zmien bola evidovaná v lesnom prostredí (31× do 324) a 324–31× (viac ako 80 000 ha) – najväčšia zmena ihličnaté lesy – prechodné lesokroviny (kód 312–324) – 43 0959,64 ha, čo predstavuje 46,51 % plochy všetkých zmien;
- Signifikantné boli aj zmeny v nesúvislej zástavbe (112) a plochy priemyslu alebo komercie (121):
 - 211 – 112 – 858,32 ha; 80 polygónov
 - 211 – 121 – 1 152,37 ha; 74 polygónov

Tab. 2. Zmeny CLC 2006 – 2012

Change	Hectares	Change	Hectares	Change	Hectares	Change	Hectares
112 – 122	7,82	221 – 121	18,36	242 – 324	24,85	313 – 131	71,92
121 – 231	7,25	221 – 122	13,49	243 – 112	32,98	313 – 133	97,54
131 – 243	44,11	221 – 133	40,43	243 – 121	48,60	313 – 142	62,38
131 – 324	25,25	221 – 211	714,89	243 – 122	82,37	313 – 231	8,80
131 – 512	10,85	221 – 222	50,76	243 – 131	65,11	313 – 324	3793,32
132 – 231	14,51	221 – 243	30,53	243 – 133	150,78	313 – 334	7,44
132 – 324	32,32	221 – 324	36,80	243 – 142	31,99	313 – 512	25,25
133 – 112	442,02	222 – 133	31,19	243 – 211	10,30	321 – 324	70,55
133 – 121	346,52	222 – 211	302,24	243 – 311	6,08	324 – 133	30,88
133 – 122	1067,12	222 – 243	216,92	243 – 312	9,53	324 – 142	118,44
133 – 142	8,16	222 – 311	62,74	243 – 313	19,77	324 – 231	6,76
133 – 243	19,16	222 – 324	38,88	243 – 324	240,03	324 – 311	6255,55
211 – 112	858,32	231 – 112	6,64	243 – 512	15,27	324 – 312	8554,80
211 – 121	1152,37	231 – 122	54,73	311 – 122	12,95	324 – 313	6837,99
211 – 122	713,18	231 – 131	29,37	311 – 131	68,94		
211 – 131	282,93	231 – 133	88,02	311 – 133	44,83		
211 – 132	28,07	231 – 142	15,10	311 – 231	25,38		
211 – 133	2006,36	231 – 211	76,25	311 – 313	13,74		
211 – 142	338,12	231 – 243	26,86	311 – 324	11554,70		
211 – 221	212,26	231 – 312	11,94	311 – 334	60,43		
211 – 222	305,64	231 – 313	25,68	312 – 131	44,03		
211 – 231	200,74	231 – 324	1192,13	312 – 133	27,47		
211 – 242	64,28	231 – 512	5,24	312 – 142	157,73		
211 – 243	6,83	242 – 112	67,57	312 – 231	19,71		
211 – 324	62,61	242 – 122	45,22	312 – 324	43959,64		
211 – 512	93,16	242 – 133	60,75	312 – 334	56,28		
221 – 112	40,28	242 – 211	117,35	313 – 121	10,99		

ZÁVER

Príspevok prezentuje aktualizáciu vrstvy Corine Land Cover pre rok 2012, porovnanie zmien oproti roku 2006 a taktiež nové možnosti automatizovaného spracovania satelitných snímok. Vrstvy z vysokým rozlíšením HRL prezentujú technologický pokrok a možnosti detailného mapovania zemského povrchu, zjednodušujú proces a zvyšujú frekvenciu aktualizácie ich obsahu. Vytvára sa tak priame prepojenie na aktivity Copernicus vo väzbe na jeho vesmírnu zložku (Sentinel 1, 2).

LITERATÚRA

BÜTTNER, G. – SOUKUP, T. – KOSZTRA, B. 2014. *CLC2012 Addendum to CLC2006 Technical Guidelines*.

ZBORNÍK Z VEDECKÉHO SEMINÁRA

**ENVIRONMENTÁLNE INDEXY, OBLASTI EKOLOGICKÉHO
ZÁUJMU A EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY V KRAJINE**

Editori: Mgr. Zuzana Klikušovská, Ing. Michal Sviček, CSc.

Odborný recenzent: prof. Ing. Jozef Vilček, PhD.

Grafická úprava: Mgr. Zuzana Klikušovská, Ing. Karol Végħ

Vydal: © Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum –
Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, Bratislava
v roku 2015

Tlač: Edičné stredisko

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum –
Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Gagarinova 10, Bratislava

Počet strán: 113

ISBN 978-80-8163-009-5

Texty neprešli jazykovou úpravou

ISBN 978-80-8163-009-5



9 788081 630095 >