



EKONOMICKÁ
FAKULTA UNIVERZITY
MATEJA BELA



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV PÔDOZNALECTVA
A OCHRANY PŮDY BRATISLAVA

Stanislav Kološta, Jarmila Makovníková (eds.)

POTENCIÁL EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB PRÍRODNÉHO KAPITÁLU

AKO NÁSTROJ HODNOTENIA SOCIÁLNO- -EKONOMICKÉHO POTENCIÁLU ÚZEMÍ



Zborník vedeckých prác



Banská Bystrica 2022

EDITORI

doc. Ing. Stanislav Kološta, PhD.

RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.

RECENZENTI

RNDr. Miroslav Hužvár, PhD.

RNDr. Pavol Kráľ, PhD.

PhDr. Mária Spišiaková, PhD.

Ing. Žaneta Lacová, PhD.

Ing. Filip Flaška, PhD.

RNDr. Jarmila Makovníková, PhD.

doc. Ing. Stanislav Kološta, PhD.

Zborník vedeckých prác je výstupom projektu APVV-18-0035 „Potenciál ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroj hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území“.

Text neprešiel jazykovou úpravou. Za obsah zodpovedajú autori.

Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2022

©Ekonomická fakulta UMB

ISBN 978-80-557-1991-7

DOI: <https://doi.org/10.24040/2022.9788055719917>



Táto publikácia je šírená pod licenciou Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Licence CC BY-NC (uvedenie autora - nekomerčné použitie).

OBSAH

MATICOVÝ SYSTÉM HODNOTENIA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB (REVIEW)	6
Jarmila Makovníková, Stanislav Kološta	
ODHAD EKONOMICKEJ HODNOTY OPEĽOVANIA VČIEL BIOEKONOMICKÝM PRÍSTUPOM V PODMIENKACH SLOVENSKEJ A ČESKEJ REPUBLIKY	16
Michal Levický, Viera Papcunová	
HODNOTENIE POTENCIÁLU AGROEKOSYSTÉMOVEJ SLUŽBY – REGULÁCIE ODNOSU PÔDY	23
Boris Pálka, Jarmila Makovníková	
POTENCIÁL KRAJINY PRE REGULÁCIU VODNEJ ERÓZIE NA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH OKRESU BANSKÁ BYSTRICA Z POHĽADU EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB	30
Ján Styk, Boris Pálka, Jarmila Makovníková	
ZMENY POTENCIÁLU EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB NA POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDE VYUŽÍVANEJ NA PESTOVANIE RÝCHLORASTÚCICH DREVÍN	39
Jarmila Makovníková, Boris Pálka	
ENVIRONMENTÁLNE A EKONOMICKÉ BENEFITY TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV	47
Miriam Kizeková, Jozef Čunderlík, Zuzana Dugátová, Ľubica Jančová, Mariana Jančová, Zuzana Kováčiková, Štefan Pollák, Vladimíra Vargová	
VPLYV PASIENKOVÉHO A LÚČNEHO MANAŽMENTU NA EKOSYSTÉM BIOTOPU LK3 MEZOFILNÉ PASIENKY A SPÁSANÉ LÚKY	54
Stela Jendrišáková	
VPLYV RÔZNEJ INTENZITY KOSBY NA DRUHOVÚ ROZMANITOSŤ TRÁVNEHO PORASTU	62
Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová	
OCEŇOVANIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV Z POHĽADU ZÁCHYTU CO ₂	68
Štefan Pollák, Mariana Jančová, Zuzana Dugátová, Miriam Kizeková	
HODNOTENIE VPLYVU PRÍSEVU ĎATELINOTRÁVNEJ MIEŠANKY NA BOTANICKÉ ZLOŽENIE A PRODUKČNÚ ÚČINNOSŤ TRÁVNEHO PORASTU	76
Zuzana Dugátová, Mariana Jančová, Miriam Kizeková, Štefan Pollák	
HODNOTENIE TTP Z HĽADISKA PRIMÁRNEJ PRODUKCIE A OBSAHU MINERÁLNYCH LÁTKOK V NADZEMNEJ FYTOMASE	82
Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Zuzana Dugátová	
PRODUCTION AND RECYCLABILITY OF MUNICIPAL WASTE INFLUENCED BY ECONOMIC AND FINANCIAL INDICATORS	88
Anna Kalafutová	

EUROPEAN UNION AND SLOVAK DATA AVAILABILITY FOR SELECTED ECOSYSTEM SERVICES MODULES	95
Bianka Slašťanová, Stanislav Kološta, Filip Flaška, Jarmila Makovníková	
ECOSYSTEM SERVICES MODULE'S STRUCTURE	102
Bianka Slašťanová, Stanislav Kološta, Filip Flaška, Jarmila Makovníková	
MONITORING STAVU BIODIVERZITY A ZHROMAŽĎOVANIE GENETICKÝCH ZDROJOV RASTLÍN Z DRUHOVO BOHATÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV	107
Janka Martincová, Mariana Jančová, Alena Rogožníková, Jozef Čunderlík, Ľubomír Hanzes, Štefan Pollák	
VYUŽÍVANIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB Z POHLADU PODNIKOV	116
Miroslava Vinczeová	
PROJEKT FESWEB - PRIESTOROVÉ ANALÝZY POSKYTOVANIA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB V LESOCH SLOVENSKA	124
Zuzana Sarvašová, Maroš Sedliak	

PREDHOVOR

Ekosystémové služby sú nevyhnutné pre prežitie spoločnosti a taktiež prispievajú k blahobytu, zabezpečeniu kvality života a významne prispievajú k zamestnanosti a k funkčnosti mnohých hospodárskych sektorov. Ekosystémové služby priamo súvisia so životnou úrovňou ľudí a ich znehodnotenie znižuje kvalitu ľudského blahobytu, ktorého určujúce prvky sú priamo previazané s ekosystémovými službami. Zatiaľ čo dopyt po ekosystémových službách narastá, ľudské aktivity súčasne znižujú schopnosť mnohých ekosystémov poskytovať ekosystémové služby. Činnosť človeka ničí biodiverzitu, čo má dopad na znižovanie odolnosti zdravých ekosystémov poskytovať široké rozpätie služieb a tovarov. Pre udržateľný život je nevyhnutné zaistiť minimálnu úroveň ekologických zásob, tzv. ekologickú bezpečnosť. Tieto dôvody vyvolávajú potrebu hodnotenia a ocenenia ekosystémových služieb už viac ako štvrté storočie. Ide o dynamicky rozvíjajúcu sa oblasť výskumu, ktorého výsledky môžu byť prínosné v podobe ich zakomponovania v rámci spoločensko-vedných výskumov, ako aj pre územné plánovanie, cielený manažment ekosystémov, pri tvorbe strategických dokumentov, posudzovaní synergií a trade-off vzťahov medzi jednotlivými ekosystémovými službami, ako aj pri nastavení priorit ich využívania.

Z hľadiska použitých metód a prístupov boli publikované viaceré rôznorodé metodiky hodnotenia ekosystémových služieb, avšak stále je mnoho oblastí, ktoré nie sú adekvátne definované. V rámci výskumu ekosystémových služieb možno očakávať čoraz intenzívnejšie kombinovanie spoločenských a prírodných vied, ktoré majú perspektívu objavovať nové pohľady a prístupy k hodnoteniu ES, zohľadňujúc dôležitosť ich zachovania pre budúce generácie. Veríme, že k tomu prispievajú aj práce zaradené do zborníka vedeckých prác, ktorý vznikol ako výstup projektu APVV-18-0035 Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území.

Stanislav Kološta, Jarmila Makovníková (eds.)

MATICOVÝ SYSTÉM HODNOTENIA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB (REVIEW)

MATRIX SYSTEM OF EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES (REVIEW)

JARMILA MAKOVNÍKOVÁ¹, STANISLAV KOLOŠTA²

¹ Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 05, SK
e-mail: jarmila.makovnikova@npcc.sk, ORCID: 0000-0002-3328-405X

² Ekonomická fakulta UMB, Tajovského 10, 97590 Banská Bystrica, SK
e-mail: stanislav.kolosta@umb.sk, ORCID: 0000-0003-1501-9532

Kľúčové slová: ekosystém, hodnotenie ekosystémových služieb, maticový systém.

JEL klasifikácia: Q01, Q15, Q57

Abstrakt

Hodnotenie ekosystémových služieb je aktuálnym predmetom vedeckého výskumu po celom svete. Maticové hodnotenie ekosystémových služieb poskytuje platformu pre ich nemonetárne ako aj monetárne hodnotenie. Cieľom príspevku je z relevantných odborných štúdií zosumarizovať podstatné informácie k maticovému hodnoteniu ekosystémových služieb, ktoré môžu byť užitočné pre odbornú komunitu pri hodnotení ekosystémových služieb a formulovaní manažérskych ako aj politických odporúčaní pri udržateľnom manažmente rôznych druhov pôd. Maticová metóda ponúka vysoko flexibilný spôsob hodnotenia a mapovania ekosystémových služieb na základe rôznych zdrojov údajov a metód a vo všetkých druhoch nastavenia študijných oblastí od miestnej po regionálnu a národnú úroveň.

Abstract

The assessment of ecosystem services is a current subject of scientific research all over the world. Matrix assessment of ecosystem services provides a platform for their non-monetary as well as monetary assessment. The aim of the paper is to summarize essential information for the matrix evaluation of ecosystem services from relevant professional studies, which can be useful for the professional community in the evaluation of ecosystem services and the formulation of managerial as well as political recommendations within sustainable land management. The matrix method offers a highly flexible way to assess and map ecosystem services based on different data sources and methods and in all kinds of study area settings from local to regional and national levels.

Úvod

Ekologický aj sociálny rozmer do vnímania, hodnotenia a riadenia predovšetkým hospodársky využívaných ekosystémov zavádza koncept ekosystémových služieb (zásobovacích, regulačných a kultúrnych služieb). Ekosystémové služby sú zo svojej podstaty určené vzájomnou interakciou medzi ekologickými a sociálnymi systémami, pretože len tie ekosystémové procesy, ktoré prispievajú k naplneniu ľudských potrieb, sú definované ako ekosystémové služby (Birghofer et al., 2015). Kvantifikácii ekosystémových služieb sa venuje v súčasnosti zvýšená pozornosť nielen zo strany výskumných pracovísk, ale aj významných medzinárodných inštitúcií, napr. Food and Agriculture Organization (FAO), Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Európska environmentálna agentúra

(EEA), Eurostat, v rámci tzv. „zelených iniciatív“. Pre hodnotenie ekosystémových služieb existuje v súčasnosti viacero vhodných metód, ktoré je možné rozdeliť do dvoch základných skupín podľa základného princípu hodnotenia (Černecký a kol., 2020): nemonetárne (nepeňažné metódy) - biofyzikálne metódy a socio - kultúrne metódy; monetárne (peňažné metódy) - ekonomické metódy. Kombináciu viacerých postupov využívajú integrované metódy (Mederly a kol., 2019; Frélichová a kol., 2014), ktoré prepájajú rôzne metódy hodnotenia ekosystémových služieb. Zvyšujúci sa dopyt po hodnotení a mapovaní ekosystémových služieb na národnej aj regionálnej úrovni, zameraný na podporu biodiverzity (Nagendra a kol., 2013, Posner et al., 2016), územného plánovania (Darvill a Lindo, 2015, Kopperoinen et al., 2014) a hodnotenia vplyvu na životné prostredie (Geneletti, 2013), vyvolal potrebu robustných, ale vedecky podložených metód hodnotenia ekosystémových služieb (Harrison et al., 2017). K robustným metódam, ktoré využívajú priestorové údaje, patrí aj „maticová metóda“ (Burkhard a kol., 2009, 2014; Černecký a kol., 2020) hodnotenia potenciálu prírodného kapitálu.

Cieľom príspevku je z relevantných odborných štúdií zosumarizovať podstatné informácie k maticovému hodnoteniu ekosystémových služieb, ktoré môžu byť užitočné pre odbornú komunitu pri hodnotení ekosystémových služieb a formulovaní manažérskych ako aj politických odporúčaní pri udržateľnom manažmente rôznych druhov pôd.

Maticový systém hodnotenia ekosystémových služieb

Maticový systém hodnotenia participatívnym expertným bodovaním poskytuje rýchle a ľahko použiteľné hodnotenia ekosystémových služieb (Burkhard a kol. 2009, Burkhard a kol., 2014, Jacobs a kol., 2015). **Matica potenciálu ekosystémových služieb je v podstate vyhľadávacia tabuľka, ktorá spája typy krajiny s ekosystémom a jeho potenciálom poskytovať ekosystémové služby.** Tento systém hodnotenia prvýkrát predstavil Burkhard et al. v roku 2009. Bol aplikovaný v mnohých prípadových štúdiách (napr. Hermann et al., 2013, Vihervaara et al., 2010), v rôznych krajinách a v rôznych mierkach, a to od regionálnej (Nedkov a Burkhard, 2012) po národnú mierku (Depellegrin et al., 2016) až celokontinentálnu (Stoll et al., 2015). Rozmanitosť aplikácií potvrdzuje, že maticový systém hodnotenia má potenciál integrovať všetky druhy údajov súvisiacich s ekosystémovými službami na základe rôznych vedeckých disciplín alebo metód kvantifikácie týchto služieb, rôznej kvality a kvantity, do ilustratívnych maticových tabuliek a s možnosťou následného priestorového zobrazenia (Burkhard, 2017).

Vo svojej kľúčovej publikácii Burkhard et al. (2009) navrhli použiť semikvantitatívne skóre na relatívnej škále v rozsahu od 0 do 5. Toto skóre môže byť založené na rôznych zdrojoch údajov od expertných posudkov, štatistických údajov až po kvantitatívne údaje z modelov založených na procesoch alebo priamych či nepriamych údajoch z merania. Výslednú maticovú tabuľku ekosystémových služieb možno ľahko pripojiť ku geopriestorovým jednotkám s cieľom „*vyhodnotiť kapacitu na poskytovanie ekosystémových služieb plošne v uvedenom regióne*“ (Burkhard et al., 2009). Okrem toho je možné k ekosystémovým službám pridať ďalšie koncepty (napr. Schröter et al., 2012) vrátane pojmu biodiverzity a konceptu narušenia ekosystému.

Maticový prístup a expertný odhad sú nákladovo efektívne, pretože poskytujú rýchle hodnotenie pre veľký počet ekosystémových služieb (Jacobs a Burkhard, 2017). Za predpokladu, že sa pravidlá používajú a starostlivo aplikujú, majú výsledky aj kvantifikovanú spoľahlivosť a dôveryhodnosť, ktorá nie je nevyhnutne nižšia ako pri komplexnejších modelovacích prístupoch, ktoré zahŕňajú aj odborné znalosti v rôznych štádiách parametrizácie (Jacobs a Burkhard, 2017, Campagne et al., 2017). Presné rozpracovania aplikácie krokov pri tvorbe matice možno nájsť v prácach viacerých autorov (Burkhard, 2017, Campagne a Roche,

2018, Roche a Campagne, 2019, Elliott et al., 2019, Gorn et al., 2018). Všeobecný postup vývoja matrice v desiatich krokoch publikoval Burghard (2017) a v siedmich krokoch Campagne a Roche (2018). Podľa Muller et al (2020) skóre od 0 do 5 zahŕňa vyššiu mieru neistoty ako skóre od 0 do 100. Dominantným zdrojom údajov v procese bodovania býva expertné hodnotenie (Campagne a Roche, 2018) alebo prenos údajov z literatúry, čo je prípad, keď sú bodové hodnoty ekosystémových služieb založené na už publikovanej matici alebo sú odvodené z informácií nájdených v súvisiacich vedeckých publikáciách.

Hlavná bodovacia schéma používaná v literatúre je založená na práci Burkhard et al. (2009), ktorá používa bodové hodnoty indexov v rozmedzí od 0 do 5, kde 0 znamená žiadnu relevantnú kapacitu, 1 je nízka relevantná kapacita, 2 je relevantná kapacita, 3 je stredná relevantná kapacita, 4 je vysoko relevantná kapacita a 5 predstavuje veľmi vysokú relevantnú kapacitu „ekosystému poskytovať ekosystémové služby. Nulovú hodnotu (0) majú služby a ekosystémy, ktoré danú ekosystémovú službu síce produkujú, ale nie v signifikantnej miere, a sú teda z pohľadu hodnotenia nevýznamné. Táto matica bola modifikovaná v práci Burkhard et al. (2014). Niektorí autori použili aj iné hodnotenia – na stupnici od 0 do 2 Vihervaara et al. (2010), od 0 do 1 Baró et al. (2017); od 1 do 4 Saundersovi a kol. (2015); od 1 do 7 uvádzajú Weyland et al. (2017) a Maebe et al. (2019). Trochu rozsiahlejšiu škálu, a to od 0 do 100 uvádzajú vo svojich prácach Koschke et al. (2012) a Müller a kol. (2020).

V tabuľkách 1 až 6 sú uvedené príklady matice pre vybrané zásobovacie (produkčné), regulačné a kultúrne ekosystémové služby (Burkhard et al., 2014, Muller et al., 2020).

Tabuľka 1 Matica ekosystémových služieb – zásobovacie ekosystémové služby (Burkhard et al., 2014)

Ekosystém	Hodnota indexu						
	Produkcia plodín, vlákna	Biomasa na energetické účely	Pastva dobytky, chov	Produkcia dreva	Lov zveriny	Lov rýb	Krmivo pre dobytok a zver
Orné pôdy	5	5	0	0	0	0	5
Trvalé trávne porasty	0	1	5	0	2	0	5
Vinice	4	1	0	1	0	0	0
Ovocné sady	4	1	0	2	0	0	0
Vodné plochy	1	0	0	0	0	5	0
Mokrade národného významu	0	2	0	0	0	0	0
Listnatý les	1	1	0	5	5	0	0
Ihličnatý les	1	1	0	5	5	0	0
Zmiešaný les	1	1	0	5	5	0	0

Müller a kol. (2020) vypracovali hodnotiacu maticu ekosystémových služieb, do ktorej prispelo viac ako 55 odborníkov (tab. 2, 4 a 6).

Tabuľka 2 Matica ekosystémových služieb – zásobovacie ekosystémové služby (Muller et al., 2020)

Ekosystém	Hodnota indexu						
	Produkcia plodín	Biomasa na energetické účely	Pastva dobytká, chov	Produkcia dreva	Lov zveriny	Lov rýb	Krmivo pre dobytok a zver
Orné pôdy	90	90	5	5	10	0	90
Trvalé trávne porasty	10	50	90	5	10	0	–
Vinice	80	10	40	40	50	0	–
Ovocné sady	80	10	40	40	50	0	–
Vodné plochy	5	5	0	0	5	90	–
Mokrade národného významu	5	5	0	20	5	5	–
Listnatý les	5	10	10	90	90	5	–
Ihličnatý les	5	10	10	90	90	5	–
Zmiešaný les	5	10	10	90	90	5	–

Tabuľka 3 Matica ekosystémových služieb – regulačné ekosystémové služby (Burkhard et al., 2014)

Ekosystém	Hodnota indexu						
	Globálna ochrana klímy	Lokálna ochrana klímy	Regulácia vody	Regulácia erózie	Regulácia živín	Regulácia rizikových látok	Opelňovanie
Orné pôdy	1	2	2	0	1	2	1
Trvalé trávne porasty	2	1	1	1	1	1	2
Vinice	1	1	1	1	1	1	1
Ovocné sady	2	2	2	2	2	2	5
Vodné plochy	1	2	5	0	3	5	0
Mokrade národného významu	5	4	4	4	4	4	2
Listnatý les	5	5	3	5	5	4	4
Ihličnatý les	5	5	3	5	5	4	4
Zmiešaný les	5	5	3	5	5	5	4

Tabuľka 4 Matica ekosystémových služieb – regulačné ekosystémové služby (Muller et al.,2020)

Ekosystém	Hodnota indexu						
	Globálna ochrana klímy	Lokálna ochrana klímy	Regulácia vody	Regulácia erózie	Čistenie ovzdušia	Regulácia rizikových látok	Opeľovanie
Orné pôdy	40	40	20	30	20	30	30
Trvalé trávne porasty	70	40	30	90	20	80	80
Vinice	30	30	10	30	30	50	90
Ovocné sady	30	30	10	30	30	50	90
Vodné plochy	70	40	40	30	5	30	30
Mokrade národného významu	90	90	40	30	30	80	70
Listnatý les	90	90	20	90	90	80	70
Ihličnatý les	90	90	20	90	90	70	40
Zmiešaný les	90	90	20	90	90	90	70

Tabuľka 5 Matica ekosystémových služieb – kultúrne ekosystémové služby (Burkhard et al., 2014)

Ekosystém	Hodnota indexu				
	Rekreácia a turizmus	Estetické hodnoty	Poznatková základňa	Kultúrne dedičstvo	Prírodné dedičstvo
Orné pôdy	1	1	2	3	0
Trvalé trávne porasty	2	2	2	3	1
Vinice	3	2	3	5	0
Ovocné sady	3	2	2	4	1
Vodné plochy	5	4	4	3	3
Mokrade národného významu	3	2	3	2	4
Listnatý les	5	5	5	4	5
Ihličnatý les	5	5	5	4	4
Zmiešaný les	5	5	5	4	5

Tabuľka 6 Matica ekosystémových služieb – kultúrne ekosystémové služby (Muller et al., 2020)

Ekosystém	Hodnota indexu					
	Rekreácia a turizmus	Estetické hodnoty	Poznatková základňa	Kultúrne dedičstvo	Prírodné dedičstvo	Regionálny význam
Orné pôdy	40	50	40	50	30	50
Trvalé trávne porasty	40	50	40	50	60	50
Vinice						
Ovocné sady	50	50	40	50	40	50
Rýchloraštúce dreviny						
Vodné plochy	80	70	70	80	70	80
Mokrade národného významu	40	60	50	60	80	50
Listnatý les	80	80	70	70	80	80
Ihličnatý les	70	70	70	60	50	80
Zmiešaný les	80	80	70	70	80	80

Prvým krokom pri implementácii hodnotenia ekosystémových služieb na základe matice je definovanie počiatočnej matice, ktorá (Campagne a Roche, 2018) môže vychádzať buď z existujúcej matice z už zverejnenej štúdie, alebo z prázdnej matice, ktorá sa má vyplniť. Hodnoty matice sú v zásade platné len pre porovnateľné krajiny a územia, pre porovnateľné nastavenia systému človeka a životného prostredia. Výsledná hodnotiacia schéma by sa preto mala chápať ako všeobecné usmernenie, ktoré môže byť optimalizované tak, aby vyhovovalo regionálnym alebo národným podmienkam či špecifikám. V alternatívnom prístupe môže byť ešte modifikovaná hodnota indexu na základe stavu ekosystému, čo by umožnilo podrobnejšie hodnotenie ekosystémov a ich služieb na národnej alebo regionálnej úrovni.

Maticový prístup hodnotenia ekosystémových služieb ponúka dobrý kompromis na riešenie „dilemy naliehavosti a neistoty“ (Jacobs a Burkhard, 2017), a to predovšetkým rýchlou aplikáciou súvisiacou s rôznymi úrovňami metodologickej zložitosti. Roche a Campagne (2019) uvádzajú vysokú úroveň korelácie medzi hodnotami ekosystémových služieb, ktoré poskytol panel odborníkov, a ôsmimi priestorovými kvantitatívnymi biofyzikálnymi ukazovateľmi. Hodnotenie ekosystémových služieb „maticovým systémom“ je praktický prístup, aký je možné použiť na hodnotenie a mapovanie ekosystémových služieb a na implementáciu do politiky, inštitucionálneho riadenia a trvalo udržateľného manažmentu ekosystémov (Kamlun et al., 2019). Na vzorke 109 štúdií uplatňujúcich maticový prístup pri hodnotení ekosystémov sa v 29 % z nich ako počiatočná matica na hodnotenie použila už existujúca matica (hlavne Burkhard et al., 2009, 2014) (Campagne a Roche, 2018).

Na zlepšenie využitia maticového systému hodnotenia navrhujú Campagne et al. (2018) a Jacobs et al. (2014) nasledujúce:

- zachovať transparentnosť použitých metód kvantifikácie vrátane hodnotenia neistoty;
- prenos hodnôt z existujúcich matic do porovnateľných prípadových štúdií alebo prispôbenie hodnôt miestnemu participatívne prístupu a lokálnym údajom. To znamená, že existujúcu maticu ekosystémových služieb nemožno použiť priamo na odhad kapacít ekosystémov typov LULC v inom kontexte/regiónu bez toho, aby bola prehodnotená alebo upravená;
- zlepšiť kvantifikáciu bodových hodnôt v matici, využiť a integrovať metódy z rôznych úrovní;

- vhodné je zapojiť zainteresované strany/koncového užívateľa počas procesu hodnotenia;
- špecifikovať geopriestorové jednotky;
- upresniť výber ekosystémových služieb, ktoré sú relevantné na posúdenie v konkrétnej prípadovej štúdii;
- integrovať rôzne metódy oceňovania, v prípade potreby vrátane biofyzikálnych, sociálno-kultúrnych a ekonomických metód.

Záver

Biofyzikálne hodnotenie je zvyčajne prvým krokom hodnotenia ekosystémových služieb. Maticová metóda ponúka vysoko flexibilný spôsob hodnotenia a mapovania ekosystémových služieb na základe rôznych zdrojov údajov a metód a vo všetkých druhoch nastavenia študijných oblastí od miestnej po regionálnu a národnú úroveň. Maticový systém má potenciál integrovať všetky druhy údajov, a to od expertných výsledkov po štatistické, údaje z rozhovorov, meraní či špecializované výstupy, ktoré ho robia aplikovateľným aj v prostredí, kde je málo údajov alebo naopak v prostredí bohatom na údaje. V neposlednom rade, výsledky založené na flexibilnom systéme hodnotenia a možnosť ich prepojenia na geofyzikálne priestorové jednotky (ako napr. pôdny pokryv, spôsob využívania pôdy (orná pôda, trávny porast, ovocný sad, viacročné plodiny), biotopy, vegetácia, pôdne typy, klimatické regióny) v mapách ekosystémov poskytujú široké spektrum aplikácie vo vede a následne aj v manažérskom či politickom rozhodovaní. Podľa výmery jednotlivých ekosystémov je možné stanoviť pre modelové územie komplexnú maticovú hodnotu (bodové hodnotenie jednotlivých ekosystémových služieb, ako aj skupín služieb) ekosystémových služieb a následne na základe metódy prenosu hodnôt (Liu et al., 2010, Wilson a Hoehn, 2006, Černecký et al., 2020) priradiť uvedeným bodovým hodnotám peňažnú hodnotu.

Obmedzenia maticového prístupu spočívajú v expertnom odhade pri určovaní maticových hodnôt potenciálu jednotlivých kultúrnych ES, ktoré ovplyvňujú aj ich peňažné vyjadrenia (Müller et al., 2020). Aplikácie maticového prístupu zahŕňajú celý rad neistôt, napr. v dôsledku dynamiky ekosystémov a krajiny (napr. klíma), metodológií modelovania (napr. vstupných údajov), metodík oceňovania (napr. subjektivita oceňovania alebo politických okolností), obmedzených regionálnych znalostí, technických problémov, nesúlady škálovania a ďalších (Hou et al., 2013). Napriek obmedzeniam je maticový prístup vhodná metóda pre udržateľný manažment pôd s perspektívami ďalšieho rozvoja. Do budúcnosti zostáva úlohou štandardizovať systémy hodnotenia ekosystémových služieb pre jednotlivé ekosystémy a skupiny služieb, sledovať zmeny potenciálu ekosystémových služieb a smerovať manažment k udržaniu čo najvyššej hodnoty prírodných aktív na regionálnej a národnej úrovni.

Zoznam bibliografických odkazov

BARÓ, F., GÓMEZ-BAGGETHUN, E., HAASE, D. 2017. Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management. In *Ecosystem Services* 24, pp. 147 - 159. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.021>.

BIRGHOFFER, K., DIEHL, E., ANDERSSON, J., EKROOS, J., FRÜH-MÜLLER, A., MACHNIKOWSKI, F., MADER, V. L., NILSSON, L., SASAKI, K., RUNDLÖF, M., WOLTERS, V., SMITH, H. G. 2015. Ecosystem services — current challenges and opportunities for ecological research. In *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2, pp. 1 - 12. ISSN 2296 - 701X.

BURKHARD, B., KROLL, F., MULLER, F., WINDHORST, W. 2009. Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments. In *Landscape Online* 15, pp. 1 – 22. DOI:10.3097/ LO.200915.

BURKHARD, B., KANDZIORAI, M. S., MULLER, F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. In *Landscape Online*, 34, pp. 1- 32. DOI 10.3097/LO.201434.

BURKHARD, B., MAES, J. (eds.) 2017. *Mapping Ecosystem Services*. Sofia: Pensoft Publishers. 374 pp.

CAMPAGNE, C. S., ROCHE, P.K. 2017. May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping. In *One Ecosystem* 2017, 3, e24134.

CAMPAGNE, C.S., ROCHE, P.K. 2018. May the matrix be with you! Guidelines for the application of expert-based matrix approach for ecosystem services assessment and mapping. e24134. In *One Ecosystem* 3:e24134. doi:10.3897/oneeco.3.e24134.

CAMPAGNE, C.S., ROCHE, P., MÜLLER, F., BURKHARD, B. 2020. Ten years of ecosystem services matrix: Review of a (r)evolution. In *One Ecosystem* 5: e51103. <https://doi.org/10.3897/oneeco.5.e51103>.

ČERNECKÝ, J., GAJDOŠ, P., ĎURICOVÁ, V., ŠPULEROVÁ, J., ČERNECKÁ, Ľ., ŠVAJDA, J., ANDRÁŠ, P., ULRYCH, L., RYBANIČ, R., POVAŽAN, R. 2020. *Hodnota ekosystémov a ich služieb na Slovensku*. Banská Bystrica: ŠOP SR.

DARVILL, R., LINDO, Z. 2015. The inclusion of stakeholders and cultural ecosystem services in land management trade-off decisions using an ecosystem services approach. In *Landscape Ecology* 31 (3): 533 545. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0260-y>.

DEPELLEGRIN, P., PEREIRA, I., MISIUNĖ, L., EGARTER-VIGL.V. 2016. Mapping ecosystem services potential in Lithuania. In *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.*, 23 (5) (2016), pp. 441-455.

ELLIOTT, R., MOTZNY, A., MAJD, S., CHAVEZ, F.V., LAIMER, D., ORLOVE, B., CULLIGAN, P. 2019. Identifying linkages between urban green infrastructure and ecosystem services using an expert opinion methodology. *Ambio* 49(2), pp. 569 - 583. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01223-9>.

FRÉLICOVÁ, J., VAČKÁŘ, D., PÁRTL, A., LOUČKOVÁ, B., HARMÁČKOVÁ, Z.V., LORENCOVÁ, E. 2014. Integrated assessment of ecosystem services in the Czech Republic. In *Ecosystem Services* 8, pp. 110 – 117. DOI: 0.1016/j.ecoser.2014.03.001.

GENELETTI, D. 2013. Ecosystem services in environmental impact assessment and strategic environmental assessment. In *Environmental Impact Assessment Review* 40: 1 2. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2013.02.005>.

GORN, L., KLEEMANN, J., FÜRST, C., 2018. Improving the matrix-assessment of ecosystem services provision—the case of regional land use planning under climate change in the region of Halle, Germany. In *Land* 7 (2), pp. 1 – 18. <https://doi.org/10.3390/land7020076>.

HARRISON, P., DUNFORD, R., BARTON, D., KELEMEN, E., MARTÍN-LÓPEZ, B., NORTON, L., TERMANSEN, M., SAARIKOSKI, H., HENDRIKS, K., GÓMEZ-BAGGETHUN, E., CZÚCZ, B., GARCÍALLORENTE, M., HOWARD, D., JACOBS, S., KARLSEN, M., KOPPEROINEN, L., MADSEN, A., RUSCH, G., MV, EUPEN, VERWEIJ, P., SMITH, R., TUOMASJUKKA, D., ZULIAN, G., 2017. Selecting methods for ecosystem service assessment: a decision tree approach. In *Ecosyst. Serv.* <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.016>.

HOU, Y., BURKHARD, B., MÜLLER, F. 2013. Uncertainties in Landscape Analysis and Ecosystem Service Assessment. *Journal of Environmental Management* 127, 117-131; DOI:10.1016/j.jenvman.2012.12.002.

JACOBS, S., BURKHARD, B., DAELE, T.V., STAES, J., SCHNEIDERS, A. 2015. ‘The Matrix Reloaded’: A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. In *Ecological Modelling* 295: 21 30. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.024>.

JACOBS, S., BURKHARD, B. 2017. Applying expert knowledge for ecosystem services quantification. In: Burkhard B, Maes J (Eds) *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, Sofia, 374 pp.

KAMLUN, K.U., ARNDT, R.B. 2019. Expert-based approach on mapping ecosystem services potential supply incircling a protected areas by integrating matrix model assessment . *Journal of Physics: In Conference Series* 1358 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1358/1/012032>.

KOPPEROINEN, L., ITKONEN, P., NIEMELÄ, J. 2014. Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in land use planning: an insight into a new place-based methodology . In *Landscape Ecology* 29 (8), pp. 1361 - 1375 . <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0014-2>.

LIU, S., COSTANZA, R., TROY, A., D'AAGOSTINO, J.D., MATES, W. 2010. Valuing New Jersey's ecosystem services and natural capital:a spatially explicit benefit transfer approach. In *Environmental Management* 45, pp. 1271 – 1285. DOI: 10.1007/s00267-010-9483-5.

MAEBE, L., CLAESSENS, H., DUFRÊNE, M. (2019) The critical role of abiotic factors and human activities in the supply of ecosystem services in the ES matrix. In *One Ecosystem* 4, <https://doi.org/10.3897/oneeco.4.e34769>.

MEDERLY, P., ČERNECKÝ, J. 2019. *Katalóg ekosystémových služieb Slovenska*. Banská Bystrica: ŠOP SR, UKF v Nitre, ÚKE SAV. 215 pp. <http://www.sopsr.sk/natura/dokumenty/Katalog-ES.pdf>.

MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., JAĎUĐOVÁ, J. 2017. *Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb*. Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2017, 150 s., ISBN 978-80-557-1242-0.

MÜLLER, F., BICKING, S., AHRENDT, K., KINH BAC, D., BLINDOW, I., FÜRST, C., HAASE, P., KRUSE, M., KRUSE, T., MA, L. 2020. Assessing ecosystem service potentials to evaluate terrestrial, coastal and marine ecosystem types in Northern Germany – an expert-based matrix approach. In *Ecol Indic.* 112:106116. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106116.

NEDKOV, S., BURKHARD, B. 2012. Flood regulating ecosystem services – mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. In *Ecological Indicators* 21, pp. 67 – 79. DOI:10.1016/j.ecolind.2011.06.022.

ROCHE, P., CAMPAGNE, S. 2019. Are expert-based ecosystem services scores related to biophysical quantitative estimates? In *Ecol Indic.* 106, pp. 1 – 10. doi:10.1016/j.ecolind.2019.05.052.

SAUNDERS, J., POTTS, T., JACKSON, E., BURDON, D., ATKINS, J.P., HASTINGS, E., LANGMEAD, O. 2015. Chapter 9. Linking ecosystem services of marine protected areas to benefits in human wellbeing? In: Turner RK, Schaafsma M (Eds) *Coastal zones ecosystem services: from science to values and decision making . Studies in Ecological Economics* 9, Springer, Switzerland.

SCHRÖTER, M., REMME, R.P., HEIN, L. 2012. How and where to map supply and demand of ecosystem services for policy-relevant outcomes? In *Ecological Indicators* 23, pp. 220 – 221. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.03.025.

STOLL, S., FRENZEL, M., BURKHARD, B., ADAMESCU, M., AUGUSTAITIS, A., BAEßLER, C., BONET GARCÍA, F. J., CAZACU, C., COSOR, G. L., DÍAZ-DELGADO, R., CARRANZA, M. L., GRANDIN, U., HAASE, P., HÄMÄLÄINEN, H., LOKE, R., MÜLLER, J., STANISCI, A., STASZE WSKI, T., MÜLLER, F., 2015. Assessment of spatial ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe net work. In *Ecol. Model.* 295, pp. 75 – 87.

WEYLAND, F., BARRAL, M.P., LATERRA, P. 2017. Assessing the relationship between ecosystem functions and services: Importance of local ecological conditions. *Ecological Indicators* 81: 201-213. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.062>

VIHERVAARA, P., KUMPULA, T., TANSKANEN, A., BURKHARD, B. 2010. Ecosystem services—A tool for sustainable management of human–environment systems. Case study Finnish Forest Lapland. In *Ecol. Complex.* 2010, 7, pp. 410 – 420

WILSON, M., HOEHN, J.P. 2006. Valuing Environmental Goods and Services Using Benefit Transfer: The State-of-the Art and Science. In *Ecological Economics* 60, pp. 335 – 342. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2006.08.015.

Vyhláška 59/2013 MPRV SR

Úradný vestník Európskej únie. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/28/ES, z 23. apríla 2009 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie a o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 2001/77/ES a 2003/30/ES. [on-line] [cit.2010-04-06]. Dostupné na internete : < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:sk:PDF>>

Zákon o pôde č.220 (2004). Zbierka zákonov, 220/2004, 2290-2292

Vyhláška č. 59/2013 Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky

Tento príspevok je podporený grantovou schémou (Agentúrou na podporu výskumu a vývoja) na základe zmluvy č. APVV-18-0035 - Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území a Operačným programom Integrovaná infraštruktúra projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaným zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

ODHAD EKONOMICKEJ HODNOTY OPEĽOVANIA VČIEL BIOEKONOMICKÝM PRÍSTUPOM V PODMIENKACH SLOVENSKEJ A ČESKEJ REPUBLIKY

ESTIMATION OF THE ECONOMIC VALUE OF BEE POLLINATION USING THE BIOECONOMIC APPROACH IN THE CONDITIONS OF SLOVAK AND CZECH REPUBLIC

MICHAL LEVICKÝ¹, VIERA PAPCUNOVÁ^{2,3}

¹ Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied a informatiky
Ústav ekonomiky a manažmentu
Tr.A. Hlinku 1, Nitra, 949 01, Slovenská republika
e-mail: mlevicky@ukf.sk
ORCID: 0000-0002-5297-1664

² Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied a informatiky
Ústav ekonomiky a manažmentu
Tr.A. Hlinku 1, Nitra, 949 01, Slovenská republika

³ Masarykova univerzita, Ekonomicko – správní fakulta, Katedra regionální ekonomie a správy
Lipová 41a, 602 00 Brno, 602 00, Česká republika
e-mail: vpapcunova@ukf.sk
ORCID: 0000-0003-1236-0639

Kľúčové slová: Environmentálna ekonómia, Opeľovanie, Bioekonomický prístup, Ekosystémové služby

Keywords: Environmental economics, Pollination, Bioeconomic approach, Ecosystem services

JEL klasifikácia: Q57, Q19

Abstrakt

Hlavným prínosom včelárstva nie je len produkcia medu a iných včelích produktov, ale aj opeľovanie kultúrnych a divých plodín, ktoré sú závislé od opeľovania včiel. Opeľovanie je možné považovať za ekosystémovú službu. Cieľom príspevku je odhadnúť hodnotu opeľovacej aktivity včiel na Slovensku a v Českej republike v roku 2020 na základe výpočtu užitočnej hodnoty opelenia. Jej podstatou je odhadnúť vplyv opelenia na zmenu príjmov pestovateľov plodín, ktoré sú závislé od opeľovania. Zdrojom údajov bola databáza Faostat. Uvedené údaje boli doplnené o koeficient závislosti od opelenia včiel. Na základe použitej metodiky sme následne odhadli hodnotu opelenia včiel. V prípade Slovenska to bolo 79 190 880 €, v Českej republike 160 248 215 €. Obe krajiny majú tú výhodu, že počet včelstiev je relatívne dostatočný. Žiaľ, v mnohých krajinách sveta, ale aj v Európskej únii sa počíta aj so stratou v dôsledku nedostatku včiel.

Abstract

The main benefit of beekeeping is not only the production of honey and other bee products, but also the pollination of cultivated and wild crops that depend on bee pollination. Pollination can be considered an ecosystem service. The aim of this paper is to estimate the value of bee pollination activity in Slovakia and the Czech Republic in 2020 based on the calculation of the utility value of pollination. Its essence is to estimate the impact of pollination on the fluctuations in the income of crop growers who depend on pollination. The data source was the Faostat

database. The given data were supplemented with the coefficient of dependence on bee pollination. Based on the methodology used, we subsequently estimated the value of bee pollination. In the case of Slovakia it was € 79,190,880 in the Czech Republic € 160,248,215. Both countries have the advantage that the number of bee colonies is relatively sufficient. Unfortunately, in many countries of the world, as well as in the European Union, losses due to the lack of bees are expected.

Úvod

Ekosystémové služby predstavujú prínosy a úžitky, ktoré poskytujú ekosystémy, napr. voda, potraviny, drevo, tvorba pôdy, čistenie ovzdušia a vody, ochrana pred povodňami a suchom, opelenie plodín a pod. (Ministerstvo ŽP, 2022). Medzi takéto služby patrí aj opelenie hmyzom, ktorý prenáša peľ v rámci jednej rastliny alebo medzi viacerými kvetmi (Fisher et al. 2009). FAO (2006) považuje opelenie za dôležitý prvok vo fungovaní ekosystémov a pri produkcii širokého spektra plodín. Hodnota opelovacej činnosti sa preto odvodzuje od jej príspevku k ochrane ekosystémov a biodiverzity (Tóth et al., 2022), ako aj od vplyvu na poľnohospodárstvo. Pozitívny vplyv opelovacej aktivity včiel medonosných na zvýšenie hektárovú úrodu semien a plodov bol v posledných desaťročiach experimentálne dokázaný vo veľkom množstve výskumných prác (Popovič 2000). Proces opelenia je veľmi výrazne závislý od rôznych vonkajších faktorov, ktoré majú meteorologický, agrotechnický, vegetatívny, včelársky charakter. Včely majú rozhodujúcu úlohu v procese opelenia (Lampeitl 1995). Carreck, Williams (1998) uvádzajú, že včely sú všeobecne považované za najvýznamnejších opelovačov v prírode. Asi 80 % celosvetového opelenia poľnohospodárskych plodín zabezpečuje včela európska (apis mellifera). V podmienkach SR je viac ako 80 % všetkých druhov rastlín závislých od hmyzu. Tabuľka 1 uvádza zoznam dôležitých plodín v Európe, kde počet plodov a ich kvalita výrazne závisí od opelenia hmyzom. Klein et al. (2007) uvádzajú, že opelenie prináša výhody v podobe zvýšených výnosov až pre 75 % celosvetovo významných druhov plodín. V dôsledku opelenia sa celková svetová produkcia plodín zvyšuje až o 35 %. Kvantifikácia vplyvu opelenia na zvýšenie úrody plodín sa zaoberal napr. Hein (2009). Podľa jeho prác sú od opelenia hmyzom najviac závislé plodiny: repka olejná, slnečnica, cibuľa, melón, jablko, uhorka, tekvica, mango.

Tabuľka 1 Dôležité európske plodiny závislé od opelenia hmyzom.

ovocie	jablko, pomaranč, hruška, paradajka, broskyňa, melón, jahoda, malina, slivka, čerešňa, kiwi, mango, oliva, hrozno, marhuľa, ríbezle
zelenina	mrkva, zemiaky, cibuľa, tekvica, fazuľa, baklažán, uhorka, sója
semená a orechy	slnečnica, orech, gaštan, mandľa
korenie a liečivé rastliny	bazalka, šalvia, rozmarín, tymián, koriander, rasca, kôpor, harmanček, púpava, levanduľa
priemyselné plodiny	bavlna, repka olejná, horčica, pohánka
krmivo	lucerna, ďatelina

Zdroj: vlastné spracovanie na základe Corbet et al. (1991), Williams (1996)

Hodnotenie prostredníctvom prístupu produkčnej funkcie je vhodné najmä na hodnotenie ekosystémových služieb, ktoré podporujú ekonomické aktivity a teda aj opelenie (FAO 2006). Najjednoduchší je ekonomický model, v ktorom výroba a spotreba prebiehajú v uzavretom systéme – v ktorom neexistuje zahraničný obchod. V tomto jednoduchom ekonomickom modeli množstvo ponúkané na trhu zodpovedá dopytu. Vplyv deficitu opelovača posúva krivku ponuky doľava, čím vzniká nová krivka ponuky. Tento posun vytvorí novú rovnováhu. V tejto novej pozícii sa spotrebuje menej produktu za vyššiu cenu. Jasným dôsledkom deficitu opelovačov je, že spotrebitelia sú na tom horšie, pretože spotrebúvajú menej za vyššiu cenu. Dopad na výrobcov je menej jasný. V prípade neflexibilnej funkcie

dopytu (krivka dopytu je vertikálna) by výrobcovia profitovali z deficitu opel'ovačov, pretože predané množstvo by sa nezmenilo a cena by sa zvýšila. Naopak, pri flexibilnom dopyte (horizontálna krivka dopytu) by boli producenti poškodení deficitom opel'ovačov. Čistý vplyv na výrobcov a spotrebiteľov preto závisí od elasticity ponuky a dopytu.

Materiál a metódy

Na určenie hodnoty opel'ovacej aktivity použijeme bioekonomický prístup. Ekonomická hodnota opel'ovacej aktivity v tomto prípade vychádza z ceny plodiny vynásobenej koeficientom vyjadrujúcim závislosť plodiny od opelenia hmyzom. Stanovenie koeficientu opelenia plodín a podielu včiel medonosných medzi opel'ujúcim hmyzom je výsledkom viacerých vedeckých prác. Gallai et al., (2008) stanovujú nasledujúci vzorec na určenie ekonomickej hodnoty opel'ovania hmyzom:

$$EVP = \sum_{i=1}^I (P_i \cdot Q_i \cdot D_i) \quad (1)$$

EVP - ekonomická hodnota opel'ovania hmyzom

P_i - cena plodiny i (za tonu)

Q_i - vyprodukované množstvo úrody i

D_i - koeficient predstavujúci závislosť od opel'ovania hmyzom; D_i ∈ <0;1>

Zdrojom údajov o produkcii plodín ako i o cenách výrobcov bola databáza FAOSTAT, v ktorej boli najaktuálnejšie údaje v čase písania príspevku dostupné za rok 2020.

Väčšina autorov zaoberajúcich sa problematikou hodnotenia ekosystémov, ale najmä hodnotením opel'ovacej aktivity včiel či voľne žijúceho hmyzu, uvádza, že akýkoľvek výsledok aplikácie zvolenej metodiky možno považovať za hrubý odhad (Alebachew, 2018). Metódy hodnotenia opel'ovania včiel sú založené buď na trhových údajoch alebo na hypotetickom trhu. Oba spôsoby však majú svoje nevýhody.

Problémom trhových metód je najmä komplikovaná dostupnosť potrebných dát. V prvom rade, ak by sme kvantifikovali hodnotu opel'ovacej aktivity včiel z globálneho hľadiska, museli by sme zväžiť zmeny v množstve entomofilných plodín, ktoré by boli spôsobené zmenou ponuky plodín v dôsledku zmeny opel'ovania. V dôsledku toho by bolo potrebné identifikovať rovnice dopytu a ponuky, určiť príslušné elasticity a kvantifikovať zmenu celkového blahobytu v dôsledku zmien v prebytkoch spotrebiteľov a výrobcov. Situácia by bola jednoduchšia, keby sme hodnotu opelenia vypočítali na lokálnej úrovni. V podmienkach otvorenej ekonomiky by bolo možné do krajiny doviesť množstvo plodiny, ktoré by zodpovedalo úbytku domácej produkcie v dôsledku deficitu opel'ovačov. Výsledný dopad na trhovú cenu by bol nulový. Takáto situácia sa predpokladá aj v našich výpočtoch.

Ďalším problémom trhových metód je nemožnosť získať údaje o tom, aká časť plodín bola skutočne opelená. Autori vo svojich článkoch uvažujú nad situáciou, že všetky kvety všetkých plodín boli opelené potrebným množstvom včiel. Tento predpoklad umožní využiť merania závislosti plodín od opel'ovania hmyzom, resp. pomer závislosti od opelenia. Takéto merania závislosti plodín od opel'ovania sú dostupné z viacerých vedeckých agrobiologických štúdií. Opäť je tu však prekážka v podobe niekedy značných rozdielov vo výsledkoch uskutočnených experimentov. Pri štúdiu použitých metód sme narazili na skutočnosť, že autori v prácach často používali tieto miery bez geografického rozlíšenia. Rozdiely v publikovaných sadzbách môžu byť podľa nášho názoru spôsobené odlišnými geografickými podmienkami, v ktorých bol výskum realizovaný. Považujeme preto za vhodné aplikovať výsledky štúdií, ktoré boli realizované za podmienok podobných tým v krajine, kde kvantifikujeme hodnotu opelenia.

V súvislosti so stupňom závislosti plodiny od opelenia je tiež potrebné poznamenať, že v rámci niektorých druhov rastlín existuje viacero odrôd, ktoré môžu byť samoopelivé alebo cudzoopelivé, a preto sú uvádzané výsledky rozdielne. Zastúpenie jednotlivých odrôd sa väčšinou neuvádza, a preto sa hodnota opelovacej aktivity vo vedeckých prácach zovšeobecňuje na druhovú úroveň. Keďže hodnota opelovacej aktivity sa kvantifikuje týmto metodickým prístupom odvodeným od trhovej ceny plodín, problémom môže byť aj rozdielna predajnosť plodín, prípadne môže byť otázne účtovať hodnotu opelovania pre plodiny podliehajúce produkčnej spotrebe.

Na základe vyššie uvedeného možno konštatovať, že ekonomické hodnotenie a ocenenie opelovania včiel je pomerne náročný proces, a to najmä z dôvodu problematickej dostupnosti potrebných údajov a takisto pri samotnom výpočte, keďže do nich vstupuje množstvo rôznych predpokladov, čo v konečnom dôsledku komplikuje komparáciu výsledkov. Na základe všeobecného postupu merania hodnôt biodiverzity je podľa Kluvánkovej, Oravskej (2006) pri aplikácii konkrétnych metodík hodnotenia ekosystémovej služby - opelovania potrebné uvedomiť si nasledovné:

- Meranie opelovacej aktivity včiel je subjektívne. Niektorí autori to preto nazývajú experiment alebo odhad.
- Neexistuje všeobecná metodika na meranie hodnôt opelovacej aktivity. Každá hodnotiaca štúdia je jedinečná a metodika by mala byť prispôbená účelu hodnotenia.
- Na základe predpokladov, na ktorých bolo hodnotenie založené, je zodpovednosťou kolektívu autorov zabezpečiť nezaujatú interpretáciu získaných výsledkov.

Výsledky a diskusia

Plodiny, ktoré sme zahrnuli do výpočtu hodnoty opelovacej aktivity včiel, sme vybrali na základe publikácií Veselý et al., (2007), Kopernický, Chlebo (2002), Popovič (2008) a Chlebo (2017), ktoré uvádzajú plodiny pre včely na Slovensku. Spomedzi nich sme vybrali trhové plodiny. Limitujúcim faktorom bola dostupnosť údajov o cenách výrobcov a miere závislosti jednotlivých plodín od opelovania včiel. Zeleninu sme medzi vybrané plodiny nezaradili, pretože len malý počet druhov zelenín potrebuje opelenie. Iná situácia by bola len vtedy, ak by sa zelenina pestovala na semenné účely.

3.1 Odhad hodnoty opelenia v podmienkach SR

Typickou a všeobecne známou včelárskou plodinou je repka olejná. Veselý et al. (2007) uvádza, že repka olejná dobre reaguje na opelenie včiel. Pri 3 úľoch na hektár sa výnosy plodín zvyšujú o 30 až 35 %. Chlebo (2017) dokonca uvádza nárast úrody o 116,60 %. Je vhodná pre včely, pretože im poskytuje dostatok nektáru a peľu. Pri súčasnom počte včelstiev pripadajú na hektár repky približne 2 kolónie a teda možno predpokladať, že porasty repky na Slovensku majú potenciálne opelenie zabezpečené. Popovič (2008) vo svojom výskume uvádza, že v našich podmienkach dosahuje závislosť repky olejnej od opelenia 22,5 %. Toto percento udáva, aká časť výnosu repky v naturáliách bola spôsobená opelovacou aktivitou včiel.

Na základe dostupných údajov a zvolenej metodiky môžeme odhadnúť, že hodnota opelenia včelami bola približne 36,8 mil. €. Slnečnica na rozdiel od repky olejnej nie je z hľadiska opelenia jarnou plodinou, ale je typická pre skorú jeseň. Popovič (2008) uvádza, že percento závislosti opelenia včiel je u slnečnice až 61,8 %. Morse, Claderone (2000) uvádzajú závislosť úrod slnečnice od opelovania hmyzom na úrovni 100 %, z čoho opelenie včelami predstavuje 90 %. Hodnotu opelovacej aktivity včiel pre túto plodinu na Slovensku možno odhadnúť na približne 28,3 mil. €.. Spomedzi ovocných stromov sú najvyššie vplyvy opelovania pri jabloni a pri hruške. Jedná sa zároveň o najrozšírenejšie druhy ovocia pestované u nás. Hodnota

opeľovania pri týchto ovocných stromoch predstavuje spolu 12,4 mil. €. Presnejšie výsledky sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Odhad hodnoty opeľovacej aktivity včiel v SR v roku 2020

plodina	vplyv opelenia	produkcia (t)	zmena množstva (t)	cena výrobcu (€/t ¹)	zmena v príjme výrobcu (€)
slnečnica ročná	0,618	137 210	84 796	334	28 321 791
repka olejná	0,225	445 720	100 287	367	36 785 272
jabloň	0,901	28 430	25 615	454	11 631 967
hrušky	0,92	1 110	1 021	762	778 052
broskyne a nektarinky	0,48	1 080	518	897	465 005
jahody	0,22	1 110	244	2 449	597 997
marhule	0,56	140	78	1 800	141 144
višne	0,565	20	11	750	8 474
slivky	0,64	1 260	806	572	461 180
SPOLU					79 190 880

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Popoviča (2008) a Faostatu (2022)

3.2 Odhad hodnoty opelenia v Českej republike

Na základe dostupných údajov možno usúdiť, že Česká republika dosahuje lepšie parametre z hľadiska počtu včiel na jednotku plochy ako Slovensko. Pre zjednodušenie abstrahujeme od územnej štruktúry včelstiev a plodín a predpokladáme, že plodiny sú plne opelené. Vzhľadom na veľmi podobné klimatické podmienky a blízkosť krajín sme zaradili rovnaké plodiny ako v prípade Slovenska. Štruktúra plodín závislých od opelenia je v Českej republike veľmi podobná ako na Slovensku. V roku 2020 bola intenzita pestovania repky olejnej vyššia ako na Slovensku a keďže ide aj o jednu z najvýznamnejších a najrozšírenejších včelích plodín, hodnota opeľovacej aktivity dosahuje najvyššiu úroveň. Hodnota opelenia včelami pre repku olejnú sa odhaduje na takmer 105 mil. €. Ďalšími plodinami z hľadiska hodnoty opeľovacej aktivity sú jablone a slnečnice. Hodnotu opeľovacej aktivity pre jednotlivé plodiny, ktoré sme zahrnuli do výpočtu, uvádza tabuľka 3. Celková hodnota opeľovacej aktivity v podmienkach Českej republiky pre rok 2020 je odhadovaná na 160 248 215 €.

Tabuľka 3 Odhad hodnoty opeľovacej aktivity včiel v ČR v roku 2020

plodina	vplyv opelenia	produkcia (t)	zmena množstva (t)	cena výrobcu (€/t ¹)	zmena v príjme výrobcu (€)
slnečnica ročná	0,618	29 100	17 984	347	6 246 453
repka olejná	0,225	1 245 330	280 199	374	104 730 350
jabloň	0,901	115 590	104 147	370	38 533 136
hrušky	0,92	7 370	6 780	651	4 411 721
broskyne a nektarinky	0,48	430	206	881	181 915
jahody	0,22	2 080	458	3 922	1 794 562
marhule	0,56	590	330	1 303	430 405
višne	0,565	5860	3 311	424	1 403 164
slivky	0,64	8 820	5 645	446	2 516 508
SPOLU					160 248 215

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Popoviča (2008) a Faostatu (2022)

Záver

Včelárstvo je dôležitou súčasťou moderného poľnohospodárstva, ako pri výrobe včelích produktov, tak aj pri poskytovaní opeľovacích služieb (Mladenovic et al., 2011). Z výsledkov analýzy vyplynulo, že v prípade Slovenskej republiky bola hodnota opelenia včelami 79 190 880 €. V prípade Českej republiky bola hodnota opelenia 160 248 215 €. Výhodou oboch krajín je, že počet včelstiev je relatívne dostatočný. Zo susedných krajín je iná situácia napríklad v Poľsku, kde existujúce včelstvá dokážu pokryť len 53 % opeľovacích potrieb. Príklad Poľska, ale aj iných európskych krajín, kde je deficit opeľovačov, súvisí aj s otázkou potravinovej bezpečnosti a globálneho otepľovania. V prípade deficitu opeľovačov by tlak na produkciu potravín mohol negatívne prispieť k potrebe rozširovania poľnohospodárskej pôdy a tým negatívne prispieť k negatívnym globálnym zmenám životného prostredia (Aizen et al., 2009).

Zoznam bibliografických odkazov

AIZEN, M.A., GARIBALDI, L.A., CUNNINGHAM, S.A., KLEIN, A.M. (2009). How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. In *Annals of Botany*, vol. 103, No. 9, pp. 1579-1588. DOI: 10.1093/aob/mcp076

ALEBACHEW, G.W. (2018). Economic value of pollination service of agricultural crops in Ethiopia: Biological pollinators. In *Journal of apicultural science*, vol. 62, No. 2, pp. 265-273. ISSN 1643-4439. DOI: 10.2478/JAS-2018-0024

CARRECK, N., WILLIAMS, I.H. (1998). Bees The economic value of bees in the UK. In *Bee World*, 1998, vol. 79, no. 3. pp. 115-123. ISSN 0005-772X. DOI: 10.1080/0005772X.1998.11099393

CORBET, S.S., WILLIAMS, I.H., OSBORNE, J.L. (1991). Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. In *Bee World*, vol. 72, no. 2. pp. 47-59. ISSN 0005-772X. DOI: 10.1080/0005772X.1991.11099079

FAO. (2006). *Economic Valuation of Pollination Services: Review of Methods*. [online] [cited 2019-09-11]. Dostupné na: <<http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/econvaluepoll1.pdf>>.

FAOSTAT (2022). [online] [cited 2022-07-10]. Dostupné na: <<http://faostat.fao.org/>>

FISHER, B. ET AL. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. In *Ecological economics*, 2009, vol. 68, issue 3. pp. 643 - 653. ISSN 0921-8009. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.09.014

GALLAI, N. SALLES, J-M., SETTELE, J. VAISSIÈRE, B.E. (2008). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. In *Ecological economics*. pp. 810-821. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014

HEIN, L. (2009). The Economic Value of the Pollination Service, a Review Across Scales. In *The Open Ecology Journal*. vol. 2. ISSN 1874-2130/09. DOI: 10.2174/1874213000902010074

CHLEBO, R. (2017). *Podmienky rozvoja včelárstva na Slovensku*. Nitra: SPU, 79 s. ISBN 978-80-552-1648-5.

KASINA, J.M. (2007). *Bee Pollinators and Economic Importance of Pollination in Crop Production: Case of Kakamega, Western Kenya*. Inaugural-Dissertation. [online] [cited 2019-08-10]. Dostupné na: <<http://hss.ulb.uni-bonn.de/2007/1199/1199.pdf>>.

KLEIN, A.M. ET AL. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. In *Proc. Biol. Sci.* pp. 303 – 313. DOI: 10.1098/rspb.2006.3721

KLUVÁNKOVÁ, ORAVSKÁ, T. (2006). *Úvod do ekonomického hodnotenia a oceňovania biodiverzity: Učebné texty pre všetky formy vzdelávania*. Nitra: SPU, 40 s. ISBN 80-8069-675-6.

- KOPERNICKÝ, M., CHLEBO, R. (2002). *Včelárstvo*. Nitra: SPU, 73 s. ISBN 80-7137-996-4.
- LAMPEITL, F. (1995). *Bienen halten*. Stuttgart (Germany): Eugen Ulmer, 190 p. ISBN 3-8001-7305-0.
- LEVICKÝ, M., GURČÍK, Ľ. (2014). *Ekonomické a manažérske faktory chovu včelstiev na Slovensku*. Nitra: SPU, 128 s. ISBN 978-80-552-1165-7.
- Ministerstvo životného prostredia (2022). *Ekosystémové služby*. [online] [cited 2022-07-10]. Dostupné na: <https://www.minzp.sk/ochrana-prirody/ekosystemove-sluzby/>
- MLADENOVIC, M., OROVIC, D. G., MILOSAVLJEVIC, S. M. (2011). Effect of increasing the profitability of production capacity in the beekeeping. In *Ekonomika Poljoprivreda- Economics of Agriculture*, vol. 58, No. 1, pp. 349-357. ISSN 0352-3462.
- MORSE, R. A., CALDERONE, N. W. (2000). *The Value of Honey Bees as Pollinators of U.S. Crops in 2000*. [online] [cited 2022-07-10]. Dostupné na: <https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/pollinators/documents/ValueofHoneyBeesasPollinators-2000Report.pdf>
- POPOVIČ, I. (2008). *Včela medonosná - dôležitý biologický úrodovorný činiteľ vybraných plodín*. Unpublished material for the training course Beekeeping Minimum.
- TÓTH, M, POKRIVČÁK, J, SMUTKA Ľ., DVOŘÁK, M, PULKRABEK, J. (2022). Economic Aspects of Sugar Beet Production and Biodiversity: Effects of Ban on Neonicotinoids Use. In *Listy cukrovarnicke a reparske*, vol. 138, No.3, pp.116-120. ISSN 1210-3306.
- VESELÝ, V. A KOL. (2007). *Včelařství*. Praha: Brázda, 2007. 270 p. ISBN 80-2090-320-8.
- WILLIAMS, I.H. (1996). Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. In *The Conservation of Bees: Linnaean Society Symposium Series 18*. Londýn: Academic Press. pp. 210-226.

HODNOTENIE POTENCIÁLU AGROEKOSYSTÉMOVEJ SLUŽBY – REGULÁCIE ODNOSU PÔDY

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF AGRO-ECOSYSTEM SERVICE - REGULATION OF THE SOIL RELATIONSHIP

BORIS PÁLKA, JARMILA MAKOVNÍKOVÁ

NPPC – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica

Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 01, Slovenská republika,

E-mail: boris.palka@nppc.sk, jarmila.makovnikova@nppc.sk

ORCID: 0000-0003-4104-7406 (Boris Pálka)

ORCID: 0000-0002-3328-405X (Jarmila Makovníková)

Kľúčové slová: potenciál odnosu pôdy, erózný model USLE, vodná erózia pôdy, LAU 1 (okresy Slovenska)

Keywords: remove potential of soil, USLE erosion model, water erosion of soil,, LAU 1 (district of Slovakia)

JEL klasifikácia: Q57-Ecological Economics: Ecosystem Services

Abstrakt

Koncept ekosystémových služieb (zásobovacích, regulačných a kultúrnych služieb) predstavuje vzájomnú interakciu, prepojenie medzi ekologickými a ekonomickými (sociálnymi) prístupmi. V princípe ide o prepojenie prírodného kapitálu a ľudského blahobytu, ktoré prispieva k naplneniu ľudských potrieb.

Vo svojom príspevku sa zameriavame na hodnotenie jednej z regulačných ekosystémových služieb, na potenciál územia regulovať odnos poľnohospodársky využívanej pôdy na úrovni LAU 1 (NUTS 4 - okresy). Hodnotenie potenciálu agroekosystémových služieb a jeho mapovanie je spracované na základe výberu biofyzikálnych indikátorov v kombinácii s údajmi o využívaní krajiny. Odnos pôdy je hodnotený podľa modelu pre eróznú stratu pôdy kombinovaný s hodnotou prípustnej straty pôdy a je vyjadrený ako stupeň erózneho ohrozenia pôdy. Výsledkom takéhoto postupu je zaradenie potenciálu odnosu pôdy do 5 kategórií indexu (od veľmi nízkeho potenciálu po veľmi vysoký potenciál tejto služby).

Abstract

The concept of ecosystem services (provisioning, regulatory and cultural services) represents a mutual interaction, and it is a link between ecological and economic (social) approaches. In principle, it is a connection between natural capital and human well-being, which contributes to the fulfillment of human needs.

In our paper, we focus on the assessment of the one regulatory ecosystem services, the potential of the territory to regulate the loss of agricultural soil used at the level of LAU 1 (NUTS 4 - districts). The evaluation of the agroecosystem services potential and its mapping is processed on the selection of biophysical indicators in combination with land use data. The soil bearing is evaluated according to the model for the erosion layer of the soil combined with the value of the permissible soil loss and is expressed as the degree of soil erosion risk. The result of this procedure is to classify the potential of the soil loss into 5 index classes (from very low potential to very high potential of this service).

Úvod

K najvýznamnejším degradačným procesom na poľnohospodárskej pôde sa zaraďuje vplyv eróžno-akumulačných procesov vodnej erózie, ktoré vplývajú na zhoršovanie jej základných vlastností, hlavne znižovanie jej produkčnej schopnosti. Vplyvom zle zvoleného manažmentu človeka v poľnohospodárskej krajine z pohľadu protieróznej ochrany pôdy, ako aj meniacich sa klimatických podmienok dochádza k významnému zrýchleniu odnosu pôdy. Intenzívne prívalové zrážky spôsobujú uvoľňovanie a premiestňovanie pôdneho materiálu, ktorý sa následne akumuluje v svahových depresiách a dostáva sa až do vodných tokov a vodných zdrojov.

Na regulácii odnosu pôdy (vodnej erózii) v agroekosystémoch sa predovšetkým podieľa ich obhospodarovanie súvisiace s celistvosťou vegetácie. V ekosystémoch lúk a pasienkov sa na regulácii odnosu pôdy podieľa samotná trávna biomasa. Znižuje účinok dopadajúcich dažďových kvapiek na pôdne častice a zamedzuje vzniku málo priepustnej pôdnej vrstvy. Na orných pôdach sú to predovšetkým ponechanie ornej pôdy v zimnom období bez vegetačného pokryvu, zvýšenie výmery ornej pôdy, využívanie orných pôd aj na svahoch s vyšším sklonom a odstránenie krajinných prvkov (medzí, remízok, živých plotov, zatravněných údolníc a pod.).

Slovensko v súčasnosti čelí mnohým environmentálnym výzvam. Ochrana pôdy a vodných zdrojov patria k tým najdôležitejším, ktoré významne ovplyvňujú kvalitu života v jednotlivých regiónoch Slovenska. Je to dôvod prečo je nevyhnutné poznať potenciál krajiny odolávať vplyvu eróžno-akumulačných procesov a pozornosť upriamiť na riešenie problematiky ochrany pôd pred vodnou eróziou ako aj zanášaním vodných tokov a vodných zdrojov.

Správne zvolený manažment obhospodarovania agroekosystémov umožňuje znižovať intenzitu vodnej erózie na pôde a v konečnom dôsledku významnou mierou môže zvyšovať celkový potenciál ekosystémových služieb územia a zlepšovať kvalitu života v ňom.

Materiál a metódy

Pre potrebu analýzy a hodnotenia potenciálu agroekosystémových služieb (AESS) sme vytvorili priestorové jednotky na základe biofyzikálnych údajov v kombinácii s údajmi o využívaní krajiny. Výber biofyzikálnych údajov vychádzal z prieniku indikátorov, ktoré opakovane vstupujú do hodnotenia jednotlivých agroekosystémových služieb (Makovníková a kol., 2017).

Základnú priestorovú jednotkou pre reprezentáciu geografických údajov predstavuje rastrový grid s rozlíšením 100 m. Vrstvu pre mapovanie a následnú kvantifikáciu potenciálu agroekosystémových služieb sme vygenerovali kombináciou štyroch základných vstupných vrstiev - sklonu reliéfu, klimatických jednotiek, textúry pôdy a druhu pozemku. Okrem nich sme pre modelovanie regulácie odnosu pôdy využili aj doplnkové vrstvy (potenciálna vodná erózia, prípustná strata pôdy. Kartografickým podkladom pre tvorbu tejto výslednej vrstvy slúžia hranice LPIS (Land Parcel Identification System). Výsledná vrstva agregovaných jednotiek je spracovaná na národnej úrovni pre celé územie Slovenskej republiky s využitím metód a nástrojov, ktoré ponúkajú geografické informačné systémy (GIS). Príprava vstupných vrstiev, ich modelovanie, kombinácia a štatistické vyhodnotenie AESS ako aj mapové výstupy prebiehali v GIS ArcGIS for Desktop Advanced verzia 10.3 od firmy ESRI. Každá vytvorená priestorová jednotka je charakterizovaná špecifickou hodnotou regulačnej agroekosystémovej služby. Tým sme získali prehľad o celkových hodnotách potenciálu pre reguláciu odnosu pôdy pre územie SR ako aj pre administratívne jednotky LAU 1. Modelovanie agroekosystémových služieb prepojené s priestorovou vizualizáciou umožňuje optimalizovať manažment agroekosystémov a tým podporiť synergiu medzi fungovaním ekosystémov a sociálnou dynamikou danej oblasti.

Pre zhodnotenie potenciálu regulácie odnosu pôdy ako aj dlhodobej predikcie intenzity a plošnej distribúcie vodnej erózie a návrhu vhodných protieróznych opatrení a postupov je vhodným nástrojom eróznym predikčným model USLE. Jeho základná štruktúra vychádza z univerzálnej rovnice straty pôdnej hmoty – USLE (Wischmeier, Smith, 1978), ktorá zohľadňuje hlavné erózne faktory významne ovplyvňujúce vznik a priebeh eróznno-akumulačných procesov v danej lokalite (reliéf, erodovateľnosť pôdy, erozivita dažďa, pôdoochranný vplyv rastlinného pokryvu a použitej agrotechniky (Styk-Pálka, 2007). Základom vyššieho potenciálu pre reguláciu odnosu pôdy je dosiahnuť v území intenzitu vodnej erózie menšiu alebo rovnú prípustnej erózii (Alena, 1986).

Prípustnú stratu pôdy určuje vyhláška MPaRV č. 59/2013 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MP SR č. 508/2004 Z.z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z.z. v znení neskorších predpisov (Tabuľka 1).

Vzájomný pomer vypočítaných hodnôt potenciálnej straty pôdy (Sp) a prípustnej erózie (Sp,prip) nám vyjadruje stupeň eróznej ohrozenosti pôdy (SEOP) (Majtaníková, 2011) (Tabuľka 2).

Tabuľka 1 Limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii (Vyhláška MP SR č. 508/2004 Z.z.)

Hĺbka pôdy	Strata pôdy (t.ha ⁻¹ rok ⁻¹)
Plytké pôdy (0,3 m)	5
Stredne hlboké pôdy (0,3-0,6 m)	10
Hlboké pôdy (0,6-0,9 m)	15
Veľmi hlboké pôdy (nad 0,9 m)	20

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 (Tabuľka 2).

Ak je hodnota SEOP nižšia alebo rovná 1, riešené pôdy nie sú potenciálne ohrozené vodnou eróziou. Pri ostatných hodnotách je potrebné navrhnuť riešenia znižujúce účinky vodnej erózie.

Na základe indexov a tried SEOP sme klasifikovali kategórie potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby (Makovníková a kol., 2017). Potenciál regulácie odnosu pôdy sa hodnotil v 5-tich kategóriách na základe indexov SEOP (Tabuľka 3.).

Tabuľka 2 Triedy a indexy 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	1,01 – 2,00	2,01 – 7,00	7,01 – 28,00	> 28,00

Tabuľka 3 Potenciál regulácie odnosu pôdy

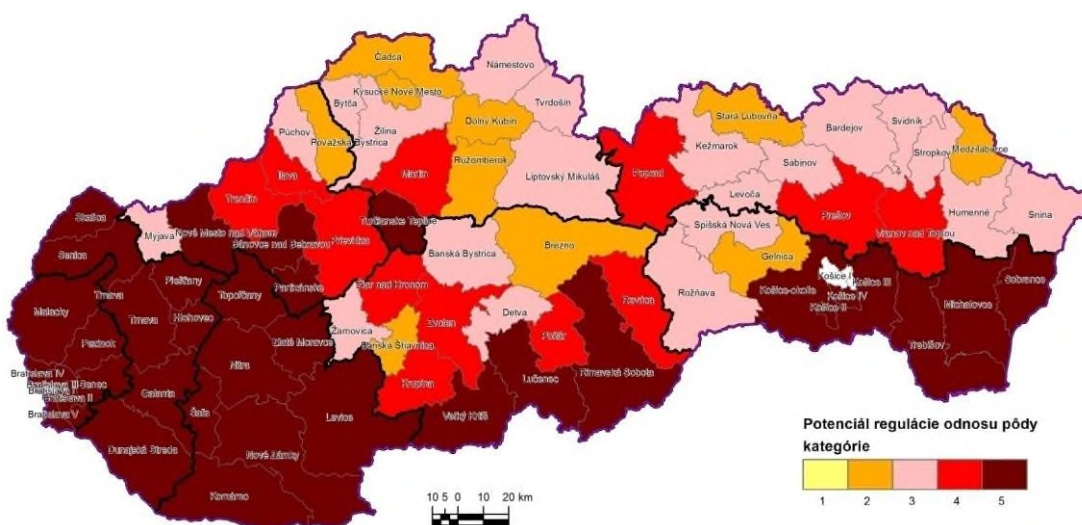
Kategória	Potenciál	Index potenciálu regulácie odnosu pôdy (na základe SEOP)
1	veľmi nízky	>2,60
2	nízky	2,21 – 2,60
3	stredný	1,81 – 2,20
4	vysoký	1,40 – 1,80
5	veľmi vysoký	< 1,40

Výsledky a diskusia

Výsledkom modelovania potenciálu krajiny pre regulovanie odnosu pôdy stanovenou metodikou je zaradenie do 5 kategórií indexu potenciálu regulácie odnosu pôdy (od veľmi nízkeho potenciálu po veľmi vysoký potenciál tejto služby).

Na obrázku 1 je priestorová kvantifikácia potenciálu regulácie odnosu pôdy poľnohospodársky využívaných pôd pre jednotlivé okresy SR. Kategória pre každý okres je stanovená na základe váženého priemeru jednotlivých kategórií v danom okrese. V tabuľke 4 uvádzame percentuálne zastúpenie jednotlivých kategórií potenciálu pre reguláciu odnosu pôdy pre oblasti LAU 1 (okresy) Slovenska.

Obrázok 1 Hodnotenie potenciálu regulácie odnosu pôdy v oblastiach LAU 1.



Tabuľka 4 Kategórie potenciálu regulácie odnosu pôdy v % výmery poľnohospodársky využívaných pôd

Okres	Potenciál regulácie odnosu pôdy v % výmery poľnohospodársky využívaných pôd				
	veľmi nízky	nízky	stredný	vysoký	veľmi vysoký
Bratislavský kraj					
Bratislava II	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Bratislava III	0,00	0,00	0,00	0,10	99,90
Bratislava IV	0,00	0,00	0,00	0,10	99,90
Bratislava V	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Malacky	0,21	0,70	0,15	1,15	97,79
Pezinok	0,06	0,07	0,15	0,90	98,82
Senec	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nitriansky kraj					
Komárno	0,00	0,01	0,02	0,07	99,90
Levice	0,14	0,20	0,43	1,11	98,12
Nitra	0,04	0,02	0,10	0,23	99,61
Nové Zámky	0,00	0,03	0,14	0,14	99,69
Šaľa	0,00	0,00	0,01	0,01	99,97
Topoľčany	0,08	0,32	0,34	0,73	98,53
Zlaté Moravce	1,02	3,21	1,54	2,63	91,60
Trenčiansky kraj					
Bánovce n/Bebravou	2,68	4,69	4,11	3,38	85,14
Hlava	13,72	20,38	6,03	2,83	57,04
Myjava	8,16	18,61	40,94	5,75	26,54

Okres	Potenciál regulácie odnosu pôdy v % výmery poľnohospodársky využívaných pôd				
	veľmi nízky	nízky	stredný	vysoký	veľmi vysoký
Nové mesto n/Váhom	4,99	8,91	12,31	2,25	71,54
Partizánske	0,47	0,76	0,85	2,04	95,88
Považská Bystrica	20,16	45,97	16,71	4,24	12,92
Prievidza	8,58	19,99	8,16	9,98	53,29
Púchov	21,61	31,40	14,46	4,73	27,80
Trenčín	6,56	11,43	14,37	4,63	63,01
Trnavský kraj					
Dunajská Streda	0,00	0,00	0,00	0,01	99,99
Galanta	0,00	0,00	0,01	0,01	99,98
Hlohovec	0,00	0,05	0,53	0,16	99,26
Piešťany	0,11	0,31	0,62	1,19	97,77
Senica	1,72	2,21	5,12	1,28	89,67
Skalica	0,29	1,31	0,94	1,96	95,50
Trnava	0,03	0,12	0,27	0,61	98,97
Banskobystrický kraj					
Banská Bystrica	24,72	36,16	11,84	5,06	22,22
Banská Štiavnica	27,08	37,88	14,93	4,26	15,85
Brezno	30,10	36,43	7,72	3,66	22,09
Detva	20,61	33,21	11,81	6,89	27,48
Krupina	2,32	12,71	8,43	9,86	66,68
Lučenec	2,84	8,25	2,62	17,45	68,84
Poltár	11,91	11,22	3,27	20,82	52,78
Revúca	6,05	6,26	3,71	21,29	62,69
Rimavská Sobota	4,35	3,15	5,38	20,64	66,48
Veľký Krtíš	0,73	4,73	3,52	16,50	74,52
Zvolen	4,92	22,32	10,71	13,60	48,45
Žarnovica	20,88	35,03	5,34	11,44	27,31
Žiar n/Hronom	8,63	21,92	6,01	16,78	46,66
Žilinský kraj					
Bytča	26,79	32,48	12,12	4,71	23,90
Čadca	34,03	50,03	4,39	3,88	7,67
Dolný Kubín	44,45	36,71	7,09	1,82	9,93
Kysucké Nové Mesto	32,51	46,82	3,51	3,92	13,24
Liptovský Mikuláš	9,74	29,24	12,96	2,55	45,51
Martin	12,54	17,29	13,63	7,15	49,39
Námestovo	13,75	32,45	22,84	1,11	29,85
Ružomberok	37,12	30,89	11,85	2,14	18,00
Turčianske Teplice	3,62	13,18	3,58	5,44	74,18
Tvrdošín	15,34	33,97	7,43	1,72	41,54
Žilina	18,60	33,35	20,09	4,60	23,36
Košický kraj					
Gelnica	37,37	43,56	5,92	3,61	9,54
Košice-okolie	0,94	3,67	4,14	13,57	77,68
Košice II	0,00	0,09	0,60	7,76	91,55
Košice III	0,00	0,00	0,00	46,90	53,10
Košice IV	0,00	0,00	0,00	7,33	92,67
Michalovce	0,00	0,04	0,08	1,14	98,74
Rožňava	14,92	20,67	9,21	15,00	40,20
Sobrance	0,66	2,63	1,03	3,57	92,11
Spišská Nová Ves	10,92	20,65	25,47	5,38	37,58
Trebišov	0,06	0,25	1,29	2,75	95,65

Okres	Potenciál regulácie odnosu pôdy v % výmery poľnohospodársky využívaných pôd				
	veľmi nízky	nízky	stredný	vysoký	veľmi vysoký
Prešovský kraj					
Bardejov	9,55	31,97	25,10	7,07	26,31
Humenné	9,44	30,64	16,81	7,90	35,21
Kežmarok	14,50	22,25	16,20	1,83	45,22
Levoča	12,56	60,01	7,58	10,76	9,09
Medzilaborce	12,56	60,01	7,58	10,76	9,09
Poprad	6,50	17,92	10,44	2,73	62,41
Prešov	8,72	15,14	27,94	6,28	41,92
Sabinov	12,12	28,14	29,38	3,29	27,07
Snina	18,24	35,20	16,92	7,32	22,32
Stará Ľubovňa	22,96	40,90	17,43	1,94	16,77
Stropkov	10,77	41,65	16,74	8,01	22,83
Svidník	7,36	40,24	20,91	11,35	20,14
Vranov nad Topľou	5,65	15,38	14,87	6,86	57,24

Bratislavský, Trnavský a Nitriansky kraj majú takmer na 100% veľmi vysokú schopnosť regulovať odnos pôdy spôsobený vodnou eróziou. V Bratislavskom kraji okresy Bratislava IV, III a Malacky, kde zasahuje pohorie Malých Karpát, prevažuje len vysoký potenciál regulácie odnosu pôdy. Okresy Hlohovec, Senica a Skalica z Trnavského kraja sú svojím prírodným potenciálom schopné regulovať vodnú eróziu zväčša na vysokej úrovni. Do kategórie veľmi vysokého potenciálu pre regulačnú ekosystémovú službu spadajú takmer všetky okresy Nitrianskeho kraja.

Veľmi vysoká regulačná ekosystémová služba prevažuje v Trenčianskom, Banskobystrickom a Košickom kraji. Z hľadiska vyhodnotenia okresov Trenčianskeho kraja sa už prejavuje členitosť reliéfu, kde napríklad v okresoch Ilava, Púchov a Považská Bystrica prevažuje nízky potenciál regulácie straty pôdy. Podobne okresy Banskobystrického kraja (B. Bystrica, B. Štiavnica, Brezno, Žarnovica) vykazujú nízku schopnosť regulovať vodnú eróziu poľnohospodársky využívanej pôdy. Vysoký potenciál regulácie odnosu pôdy majú okresy Košického kraja, ako sú Košice - okolie, Košice III, Michalovce, Sobrance a Trebišov, v ktorých prevažuje rovinatejší charakter krajiny.

V Prešovskom a Žilinskom kraji je potenciál pre reguláciu odnosu pôdy v dôsledku vodnej erózie na nízkej až strednej úrovni. Z hľadiska kategorizácie potenciálu regulačnej ekosystémovej služby na úrovni LAU 1 sa v okresoch Žilinského kraja vysoká a veľmi vysoká kategória vôbec nevyskytuje. V okresoch Prešovského kraja absentuje kategória veľmi vysokého potenciálu odnosu pôdy, vysoký potenciál sa vyskytol len v okrese Humenné, Prešov, Stropkov, Svidník a Vranov nad Topľou a ostatné okresy väčšinou spadajú do nízkej až strednej kategórie.

Na regulácii odnosu pôdy v ekosystémoch sa významnou mierou podieľa ich manažment, ktorý je hlavne spojený s prítomnosťou vegetačného krytu.

Záver

Modelovanie, kvantifikovanie a priestorová analýza potenciálu krajiny pre poskytovanie agroekosystémových služieb prináša nový komplexný pohľad na problematiku efektívneho využívania prírodných daností nie len z pohľadu produkcie ale najmä z pohľadu služieb, ktoré agroekosystémy poskytujú. Pre optimálne využívanie poľnohospodárskych pôd je dôležité poznať potenciál agroekosystémových služieb. Detekcia potenciálu krajiny pre poskytovanie agroekosystémových služieb v spracovanej mierke na úrovni LAU 1 umožňuje prispôbiť manažment pre regionálne i lokálne podmienky a tým podporiť synergiu medzi fungovaním

ekosystémov a sociálnou dynamikou danej oblasti. Informácie a dáta o intenzite, priebehu a plošnej distribúcii vodnej erózie a tým aj potenciále krajiny pre jej reguláciu sú dôležitým podkladom pri návrhu najvhodnejšieho manažmentu obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy s využívaním odporúčaných protieróznych opatrení a postupov.

Zoznam bibliografických odkazov

ALENA, F. : Stanovenie straty pôdy erozívnym splachom pre navrhovanie protieróznych opatrení: Metodická pomôcka. Bratislava: ŠMS, 1986. 58 s.

MAJTANÍKOVÁ, J.: Vyhodnotenie eróznej ohrozenosti vybraného pôdného celku na území povodia Host'ovského potoka. In: Krajinné inžinierstvo-súčasný stav a výhľad do budúcnosti. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. <http://www.slpk.sk/eldo/2011/zborniky/07-11/majtanikova.pdf>

MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., JAĎUĐOVÁ, J.: Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Banská Bystrica : Belianum Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela, 2017, 150 s., ISBN 978-80-557-1242-0.

MP SR, 2004. Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy z 10. marca 2004. In: Zbierka zákonov SR, čiastka 96 z 28. apríla 2004, MP SR Bratislava, s. 2278-2315

MPRV SR, 2013. Vyhláška MPaRV SR č. 59/2013 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MP SR č. 508/2004 Z.z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z.z. v znení neskorších predpisov

STYK, J., PÁLKA B., : Vyjadrenie eróznej ohrozenosti poľnohospodárskych pôd SR využitím modelu USLE. Assessment of soil sensitivity to water erosion using USLE model (in the scale of Slovakia). In.: Proceedings. Vedecké práce. Bratislava : VÚPOP, 2007, č. 29. s. 152-159, ISBN 978-80-89128-40-2

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D.: Predicting rainfall erosion losses – Guide to conservation planning, Agricultural Handbook 537. USDA, 1978, 58 pp.

Tento príspevok bol podporený vďaka Agentúre na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-18-0035 - Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území.

POTENCIÁL KRAJINY PRE REGULÁCIU VODNEJ ERÓZIE NA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH OKRESU BANSKÁ BYSTRICA Z POHLADU EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

THE POTENTIAL OF THE LAND FOR THE REGULATION OF WATER EROSION ON THE AGRICULTURAL LANDS OF THE BANSKÁ BYSTRICA DISTRICT FROM THE POINT OF VIEW OF ECOSYSTEM SERVICES

JÁN STYK, BORIS PÁLKA, JARMILA MAKOVNÍKOVÁ

NPPC – Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica ,
Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 01, Slovenská republika,

E-mail: jan.styk@nppc.sk, boris.palka@nppc.sk, jarmila.makovnikova@nppc.sk

ORCID: 0000-0003-4104-7406 (Boris Pálka)

Kľúčové slová: potenciál odnosu pôdy, erózný model USLE, vodná erózia pôdy, pôdoochranné opatrenia, okres Banská Bystrica

Keywords: remove potential of soil, USLE erosion model, water erosion of soil, soil protection measures, Banská Bystrica district

JEL klasifikácia: Q57-Ecological Economics: Ecosystem Services

Abstrakt

V agroekosystémoch patrí regulácia odnosu pôdy k hlavným regulačným ekosystémovým službám. Stanovenie potenciálu krajiny regulovať eróziu je dôležitým podkladom pri výbere najvhodnejšieho manažmentu obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy v erózne senzitívnej krajine. K tomu sú potrebné relevantné informácie a dáta o intenzite priebehu vodnej erózie ako aj jej plošnej distribúcii. Užívateľ pôdy dokáže na základe správneho zhodnotenia nadobudnutých informácií cielene zamerať vhodné pôdoochranné opatrenia do tých častí územia, ktoré sú najvýznamnejšie ovplyvňované eróznymi akumuláčnymi procesmi.

Na zhodnotenie záujmového územia z pohľadu potenciálu pre reguláciu vodnej erózie a dlhodobej predikcie intenzity a plošnej distribúcie vodnej erózie je vhodným nástrojom eróznym predikčným model USLE. V jeho základnej štruktúre sú zohľadnené hlavné erózne faktory významne ovplyvňujúce vznik a priebeh eróznymi akumuláčnymi procesmi v danej lokalite (reliéf, erodovateľnosť pôdy, erozivita dažďa, pôdoochranný vplyv rastlinného pokryvu a použitej agrotechniky). To znamená, že územie má na základe konkrétnych pôdno-klimatických a geomorfologických podmienok potenciál poskytovať dané regulačné služby.

Výsledkom modelovania sú výstupy týkajúce sa plošnej distribúcie a intenzity vplyvu eróznymi akumuláčnymi procesmi vodnej erózie a kategorizácia potenciálu územia z pohľadu poskytovania ekosystémových služieb.

Abstract

The regulation of soil erosion is one of the main regulatory ecosystem services in agroecosystem. Determining the potential to regulate erosion is an important basis for choosing the most appropriate landscape management for agricultural land management in an erosion-sensitive landscape. For this, relevant information and data on the water erosion intensity as

well as its surface distribution are needed. On the basis of the correct evaluation of the obtained information, the land user can apply targeted and appropriate soil protection measures to those parts of the territory that are most significantly affected by erosion-accumulation processes.

The USLE erosion prediction model is a suitable tool for evaluating the area of interest from the point of view of the potential for water erosion regulation and long-term prediction of the intensity and areal distribution of water erosion, as well. In its basic structure are taking into account the main erosion factors which affected on erosion-accumulation processes in a given location (relief, erodibility of soil, erosivity of rain, soil protection effect of plant cover and used agricultural technology). This means that the territory has the potential of a given regulatory service based on specific soil-climatic and geomorphological conditions.

Modeling results are outputs related to the surface distribution and intensity of the impact of erosion-accumulation processes of water erosion and the categorization of the potential of the territory of the notification service.

Úvod

Odnos poľnohospodárskej pôdy vodnou eróziou sa zaraďuje k významným environmentálnym degradačným rizikám, ktoré vplyvajú na zhoršovanie jej základných vlastností. Dlhodobý negatívny vplyv eróznno-akumulačných procesov vodnej erózie na pôdu vedie k znižovaniu jej produkčnej schopnosti. Vplyvom neuváženej činnosti (často až nečinnosti) človeka v poľnohospodárskej krajine z pohľadu protieróznej ochrany pôdy, ako aj meniacich sa klimatických podmienok dochádza k významnej akcelerácii eróznno-akumulačných procesov. Intenzívne príválové zrážky spôsobujú uvoľňovanie a premiestňovanie pôdneho materiálu, ktorý sa následne akumuluje v svahových depresiách a dostáva sa až do vodných tokov a vodných zdrojov.

Na regulácii odnosu pôdy (vodnej erózii) v agroekosystémoch sa predovšetkým podieľa ich manažment súvisiaci s priamymi činiteľmi, ktoré ohrozujú integritu vegetácie. Konkrétne na orných pôdach sú to predovšetkým zvýšenie výmery ornej pôdy, ponechanie ornej pôdy v zimnom období bez vegetačného krytu, využívanie orných pôd aj na svahoch s vyšším sklonom a odstránenie krajinných prvkov (medzí, remízok, živých plotov, zatrávnených údolníc a pod.). V agroekosystémoch trávnych porastov sa na regulácii odnosu pôdy podieľa samotná trávna biomasa. Znižuje kinetickú energiu dopadajúcich dažďových kvapiek a tým znižuje ich účinok na pôdne častice na povrchu a zamedzuje vzniku málo priepustnej pôdnej vrstvy.

Poľnohospodárska pôda spolu s vodnými zdrojmi patria medzi environmentálne hodnoty ovplyvňujúce kvalitu života v jednotlivých regiónoch SR. Je to dôvod prečo je nevyhnutné venovať zvýšenú mieru pozornosti riešeniu problematiky ochrany pôd pred vodnou eróziou ako aj zanášaniam vodných tokov a vodných zdrojov pretransportovaným materiálom z okolitých poľnohospodárskych pozemkov.

Nesprávne zvolený manažment obhospodarovania agroekosystémov v erózne senzitívnej krajine má za následok akcelerovanie intenzity vplyvu eróznno-akumulačných procesov na pôdu. Táto skutočnosť môže byť v konečnom dôsledku významnou príčinou znižovania celkového potenciálu ekosystémových služieb územia a zhoršovania kvality života v ňom (zanášanie vodných zdrojov splaveninami, kontaminácia pôdy, eutrofizácia vodných plôch atď.).

Materiál a metódy

Nevyhnutným podklad pri výbere najvhodnejšieho manažmentu obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy v erózne senzitívnej krajine (využívaním odporúčaných protieróznych opatrení a postupov) je získanie relevantných informácií a dát o intenzite priebehu vodnej erózie ako aj jej plošnej distribúcie. Vyhodnotením nadobudnutých informácií dokáže užívateľ pôdy cielene zamerať vhodné pôdoochranné opatrenia do tých častí územia, ktoré sú najvýznamnejšie ovplyvňované eróznou-akumulačnými procesmi.

Pre zhodnotenie záujmového územia z pohľadu potenciálu regulácie odnosu pôdy ako aj dlhodobej predikcie intenzity a plošnej distribúcie vodnej erózie a návrhu vhodných protieróznych opatrení a postupov je vhodným nástrojom eróznym predikčným model USLE. Jeho základná štruktúra vychádza z univerzálnej rovnici straty pôdnej hmoty – USLE (Wischmeier, Smith, 1978), ktorá zohľadňuje hlavné erózne faktory významne ovplyvňujúce vznik a priebeh eróznou-akumulačných procesov v danej lokalite (reliéf, erodovateľnosť pôdy, erozivita dažďa, pôdoochranný vplyv rastlinného pokryvu a použitej agrotechniky). Model bol viackrát aktualizovaný a detailizovaný s cieľom precíznejšieho zhodnotenia územia (Styk a kol., 2008, 2009). V roku 2020 sa uskutočnila zatiaľ jeho posledná aktualizácia ako požiadavka pri tvorbe Správy o stave implementácie smernice Rady 91/676/EHS týkajúcej sa ochrany vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov v Slovenskej republike. Do štruktúry erózneho modelu bola zapracovaná aktualizovaná digitálna vrstva faktora erozivita dažďa (R-faktor) vygenerovaná na základe jeho aktualizovaných hodnôt.

Využívaním erózneho modelu získame informácie týkajúce sa výmery plošnej distribúcie potenciálnej a aktuálnej vodnej erózie, ako aj jej intenzitu vplyvu na poľnohospodársku pôdu záujmového územia (kategórie erodovanosti od nízkej až po extrémne vysokú).

Potenciálna erózia vyjadruje potenciál (náchylnosť) pôdy byť erodovaná. Predstavuje možné (teoretické) ohrozenie pôdy eróznou-akumulačnými procesmi v prípade keď sa na pôde nenachádza žiadny rastlinný pokryv (Šúri a kol., 2002). Jedná sa v podstate o najhorší možný scenár, ktorý môže na pôde z pohľadu erózie nastať. Reálnejšie riziko ohrozenia pôdy vodnou eróziou pri zohľadnení aktuálneho vegetačného pokryvu a spôsobu obhospodarovania predstavuje tzv. aktuálna erózia.

Základom vyššieho potenciálu pre reguláciu odnosu pôdy je dosiahnuť v území intenzitu vodnej erózie menšiu alebo rovnú prípustnej erózii (Alena, 1986).

Prípustnú stratu pôdy určuje vyhláška MPaRV č. 59/2013 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MP SR č. 508/2004 Z.z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z.z. v znení neskorších predpisov (tab. 1).

Tabuľka 1 Limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii

Hĺbka pôdy	Strata pôdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
Plytké pôdy (0,3 m)	5
Stredne hlboké pôdy (0,3-0,6 m)	10
Hlboké pôdy (0,6-0,9 m)	15
Veľmi hlboké pôdy (nad 0,9 m)	20

Vzájomný pomer vypočítaných hodnôt potenciálnej straty pôdy (S_p) a prípustnej erózie ($S_{p,rip}$) nám vyjadruje stupeň eróznej ohrozenosti pôdy (SEOP) (Majtaníková, 2011).

Tabuľka 2 Triedy a indexy 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	1,01 – 2,00	2,01 – 7,00	7,01 – 28,00	> 28,00

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 (Tab. 2).

Ak je hodnota SEOP nižšia alebo rovná 1, riešené pôdy nie sú potenciálne ohrozené vodnou eróziou. Pri ostatných hodnotách je potrebné navrhnúť riešenia znižujúce účinky vodnej erózie.

Na základe indexov a tried SEOP sme klasifikovali kategórie potenciálu regulačnej agroekosystémovej služby (Makovníková a kol., 2017). Potenciál regulácie odnosu pôdy sa hodnotil v 5-tich kategóriách na základe indexov SEOP (tab. 3.).

Tabuľka 3 Potenciál regulácie odnosu pôdy

Kategória	Potenciál regulácie odnosu pôdy	Triedy SEOP	Indexy SEOP
1	veľmi nízky	5	>28,00
2	nízky	4	7,01 – 28,00
3	stredný	3	2,01 – 7,00
4	vysoký	2	1,01 – 2,00
5	veľmi vysoký	1	< 1,00

Výsledky a diskusia

Z pohľadu morfológie reliéfu sa v rámci záujmového územia striedajú takmer všetky jeho typy kedy reliéf rovin, nív a kotlinových pahorkatín na juhu strieda v strede územia vrchovinový a na jeho severe sa nachádza hornatinový až vysočinový podhôrny reliéf (Mazúr, Činčura, Kvitkovič, 1980). Územie sa vyznačuje výraznou svahovou heterogenitou, pričom prevládajú svahy so sklonom nad 25° tvoriace približne 24,7% z celkovej výmery územia. Ostatné kategórie svahovitosti sú zastúpené nasledovne 0-3°: 6,9%, 3-7°: 11,5%, 7-12°: 17,4%, 12-17°: 16,0%, 17-25°: 23,5% a viac ako 25°: 24,7% z celkovej plochy územia.

Južná časť záujmového územia je súčasťou Zvolenskej kotliny a pohoria Poľany, východná časť zasahuje do Veporských vrchov a Horehronského podolia, západná časť územia je súčasťou Kremnických vrchov a jeho sever zasahuje do pohorí Starohorských vrchov, Veľkej Fatry a Nízkych Tatier. Nadmorská výška riešeného územia sa pohybuje od 300 m.n.m. (najnižší bod územia kde rieka Hron opúšťa okres) až po 1753 m.n.m (Veľká Chochuľa). Uvedené geomorfologické jednotky sú charakteristické pestrým geologickým zložením, na ktorého horninovom základe sa vyvinuli väčšinou stredne ťažké pôdy kambizemného, pseudoglejového a rendzinového typu a v alúviách vodných tokov sa nachádzajú fluvizeme.

Z pohľadu hydrologického hľadiska patrí záujmové územie do povodia rieky Hron, do ktorej ústí väčšina vodných tokov odvodňujúcich okolité pohoria. Pri intenzívnej zrážkovej činnosti sa týmito vodnými cestami do Hrona a jeho príľahlých nív dostávajú vodnou eróziou uvoľnené a neskôr pretransportované pôdne sedimenty, pochádzajúce až z oblastí výskytu geochemických anomálií s nadlimitnými koncentraciami ťažkých kovov v pôde (časť Slovenského rudohoria a Nízkych Tatier). Výsledkom akumulácie pretransportovanej pôdnej

hmoty v povodí spomínaných riek sú takzvané off – site efekty vodnej erózie (zanášanie vodných tokov a vodných zdrojov splaveninami, kontaminácia pôdy, eutrofizácia vodných plôch atď.). Významná členitosť územia a značný rozdiel v nadmorskej výške vo veľkej miere ovplyvňujú priemerný ročný úhrn zrážok, pričom v jeho južných častiach spadne ročne približne 700 mm. So stúpajúcou nadmorskou výškou, úhrn zrážok stúpa až nad hodnotu 1600 mm.

Pôdno-klimatické a geomorfologické podmienky riešeného územia, sú primárne faktory ovplyvňujúce intenzitu priebehu vodnej erózie a potenciál krajiny pre jej reguláciu. Záujmové územie sa nachádza vo výrazne heterogénnom reliéfe kde sú zastúpené takmer všetky jeho morfológické typy. Prevažuje tu výskyt stredne ťažkých pôd s priemernou zásobou organickej hmoty.

Už na základe uvedených charakteristík môžeme zaradiť hodnotené územie do kategórie erózne senzitívnych s nižším potenciálom pre reguláciu erózie, čo by mali potvrdiť aj výsledky aplikácie predikčného erózneho modelu USLE spolu so zaradením do stupňov erózneho ohrozenia pôdy.

Informácie a dáta o intenzite priebehu vodnej erózie a jej plošnej distribúcie v priestore sú dôležitým odrazovým mostíkom pri návrhu najvhodnejšieho manažmentu obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy v erózne senzitívnej krajine využívaním odporúčaných protieróznych opatrení a postupov. Zhodnotením získaných informácií dokáže užívateľ pôdy cielene zamerať vhodné pôdoochranné opatrenia do tých častí územia, ktoré sú najvýznamnejšie ovplyvňované eróžno-akumulačnými procesmi a tým zvýšiť potenciál krajiny pre regulačné ekosystémové služby.

V tejto práci sa snažíme pomocou aktualizovaného erózneho predikčného modelu USLE vyjadriť potenciál územia pre regulačné ekosystémové služby, konkrétne potenciál pre reguláciu odnosu pôdy.

V tabuľke 4 sú uvedené plošné hektárové výmery kategórií erodovanosti (od nízkej až po extrémne vysokú) vypočítané modelom USLE pre potenciálnu vodnú eróziu (Obr. 1), kedy je pôda nechránená žiadnym rastlinným pokryvom.

Tabuľka 4 Výmery kategórií potenciálnej vodnej erózie

Kategórie erodovanosti/ strata pôdy (t/ha/rok)	Potenciálna erózia	
	Výmera (ha)	% PP
Žiadna alebo nízka (0-4)	3261,9	22,2
Stredná (4-10)	552,6	3,8
Vysoká (10-30)	1021,5	6,9
Extrémne vysoká (>30)	9867,5	67,1
Výmera poľnohosp. pôdy (ha)	14703,6	100,0
Výmera celého územia (ha)	80943,0	

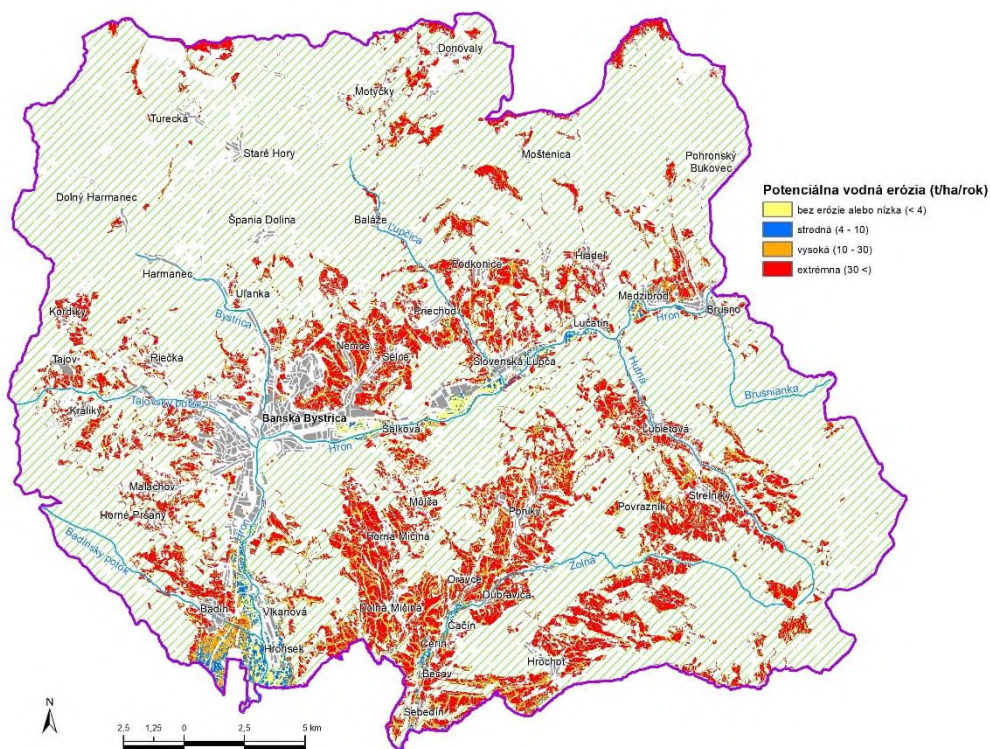
Reálnejší obraz o riziku ohrozenia pôdy vodnou eróziou a schopnosti regulovať odnos pôdy získame pri vypočítaní stupňa erózneho ohrozenia pôdy (SEOP) na základe vzájomného pomeru hodnôt potenciálnej straty pôdy (Sp) a prípustnej erózie (Sp,príp). Po priradení stupňov

erózneho ohrozenia pôdy (SEOP) ku kategóriám potenciálu regulačnej ekosystémovej služby získame obraz o potenciály skúmaného územia pre reguláciu vodnej erózie.

Tabuľka 5 Kategórie potenciálu územia okresu Banská Bystrica pre reguláciu odnosu poľnohospodárskej pôdy

Kategórie potenciálu pre reguláciu odnosu pôdy	Potenciál pre reguláciu odnosu pôdy	
	Výmera (ha)	% PP
Veľmi vysoký	3975,7	27,0
Vysoký	507,4	3,5
Stredný	2078,4	14,1
Nízky	4227,2	28,7
Veľmi nízky	3914,8	26,6
Spolu	14703,6	100,0

Obrázok 1 Mapa potenciálnej vodnej erózie na poľnohospodárskych pôdach okresu BB

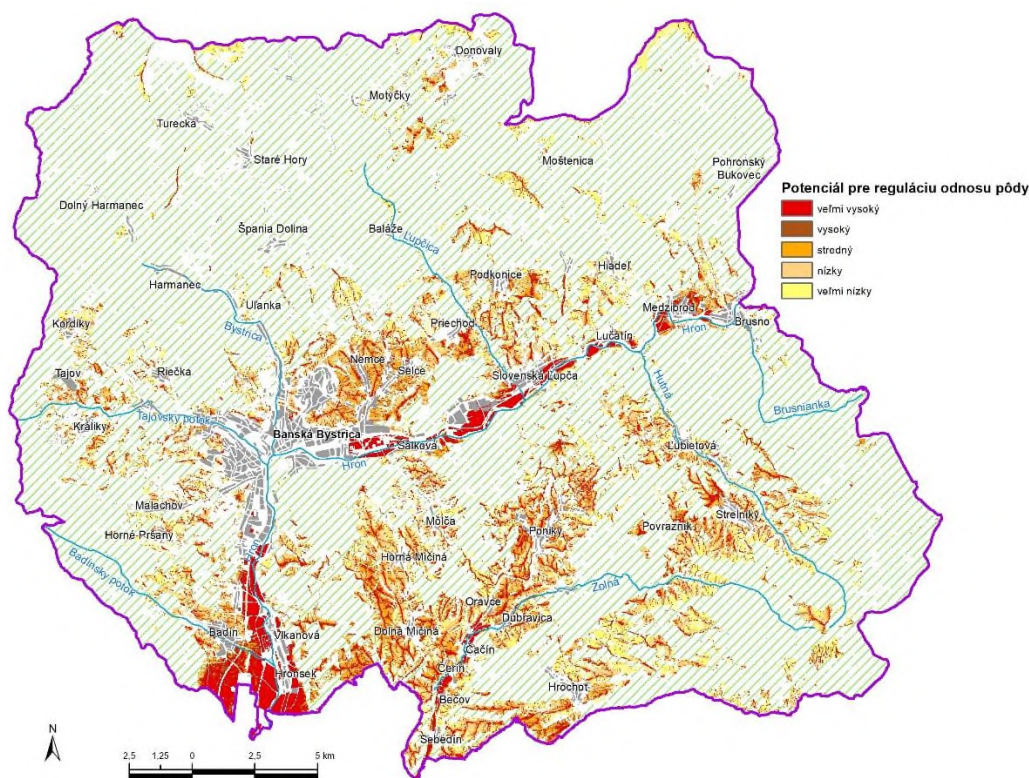


Z výsledkov erózneho modelu a vypočítanej prípustnej straty pôdy je zrejmé, že hodnotené územie je potenciálne vysoko erózne senzitívne a potenciál krajiny regulovať odnos pôdy spôsobený vodnou eróziou je nízky (viac ako 50 % z výmery poľnohospodárskej pôdy v okrese Banská Bystrica má nízky až veľmi nízky potenciál pre reguláciu odnosu pôdy).

Z výslednej mapy potenciálu pre reguláciu straty pôdy vodnou eróziou v banskobystrickom okrese (Obr. 2) vyplýva, že najvyšší potenciál majú rovinaté plochy rozprestierajúce v nivách vodných tokov, hlavne v okolí rieky Hron, kde prevládajú fluvizeme. S narastajúcim sklonom reliéfu a smerom do vyšších nadmorských výšok okolitých pohorí klesá aj potenciál regulácie erózie. Potenciál inverzne koreluje so stupňom erózneho ohrozenia pôdy, s klesajúcim stupňom erózneho ohrozenia pôdy (SEOP) stúpa potenciál pre reguláciu straty pôdy.

Je dôležité zdôrazniť, že polohy s vyšším sklonom reliéfu sa prevažne využívajú ako trvalé trávne porasty, ktoré sa vyznačujú dobrou protieróznou schopnosťou a tým sa znižuje erózne ohrozenie. Trvalo zatravnené plochy výrazne zvyšujú potenciál pre elimináciu erózo-akumulačných procesov a z hľadiska ekosystémových služieb navyšujú kapacitu prírodného kapitálu pre regulačné ekosystémové služby. Teda z hľadiska aktuálneho stavu erózneho ohrozenia môžeme územie banskobystrického okresu svojím vysokým podielom trávnatých plôch zaradiť ku stredne až nízko erózne ohrozeným.

Obrázok 2 Mapa potenciálu územia okresu BB pre reguláciu odnosu poľnohospodárskej pôdy vodnou eróziou



Záver

Analýza, modelovanie a hodnotenie potenciálu agroekosystémových služieb prináša nový komplexný pohľad na problematiku efektívneho využívania prírodných statkov nielen z pohľadu produkcie ale najmä z pohľadu služieb, ktoré agroekosystémy poskytujú. Priestorová analýza a kvantifikácia potenciálu agroekosystémových služieb umožňuje detekovať dôležité informácie o možnostiach optimálneho využívania poľnohospodárskych pôd. Navrhnutý postup dáva možnosti posúdiť potenciál krajiny pre poskytovanie agroekosystémových služieb, prispôbiť manažment pre regionálne i lokálne podmienky a tým podporiť synergiu medzi fungovaním ekosystémov a sociálnou dynamikou danej oblasti.

Zoznam bibliografických odkazov

ALENA, F. : Stanovenie straty pôdy erozívnym splachom pre navrhovanie protieróznych opatrení: Metodická pomôcka. Bratislava: ŠMS, 1986. 58 s.

BIELY, A., BEZÁK, V. ELEČKO, M. et al.: Atlas krajiny SR. Bratislava, Banská Bystrica : Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra životného prostredia SR, 2002, s. 74-75, ISBN 80-88833-27-2

CIBULKA, R., RAJČYKOVÁ, E., BUJNOVSKÝ, R., MÁJOVSKÁ, A. et al.: Správa o stave implementácie smernice Rady 91/676/EHS týkajúcej sa ochrany vôd pred znečistením spôsobeným dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov v Slovenskej republike, 2020, 108 s.

MAJTANÍKOVÁ, J.: Vyhodnotenie eróznej ohrozenosti vybraného pôdneho celku na území povodia Host'ovského potoka. In: Krajinné inžinierstvo-súčasný stav a výhľad do budúcnosti. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. <http://www.slpk.sk/eldo/2011/zborniky/07-11/majtanikova.pdf>

MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., JAĎUĐOVÁ, J. : Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Banská Bystrica : Belianum Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela, 2017, 150 s., ISBN 978-80-557-1242-0.

MAZÚR, E., ČINČURA, J., KVITKOVIČ, J., : Geomorfológia. Atlas SSR, In: Kolektív autorov: Atlas krajiny SROV. Bratislava, Banská Bystrica : Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra životného prostredia SR, 2002, s. 74-75, ISBN 80-88833-27-2

MP SR, 2004. Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy z 10. marca 2004. In: Zbierka zákonov SR, čiastka 96 z 28. apríla 2004, MP SR Bratislava, s. 2278-2315

MPRVSR, 2013. Vyhláška MPA RV SR č. 59/2013 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MP SR č. 508/2004 Z.z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z.z. v znení neskorších predpisov

STYK, J., PÁLKA B., : Vyjadrenie eróznej ohrozenosti poľnohospodárskych pôd SR využitím modelu USLE. Assessment of soil sensitivity to water erosion using USLE model (in the scale of Slovakia). In.: Proceedings. Vedecké práce. Bratislava : VÚPOP, 2007, č. 29. s. 152-159, ISBN 978-80-89128-40-2

STYK, J., FULAJTÁR, E., PÁLKA B., GRANEC, M., : Aktualizovaný výpočet faktora erodovateľnosti pôdy (K-faktor) za účelom generovania detailnejšej digitálnej vrstvy In: Proceedings. Vedecké práce. Bratislava : VÚPOP, 2008, č.30, s.139-146, ISBN 978-80-89128-51-8

STYK, J., PÁLKA, B., GRANEC, M. : Využitie on-line aplikácie pri predikcii pôdnej erózie spôsobenej vodou. In: Proceedings. Vedecké práce. Bratislava : VÚPOP, 2009, č. 31, s. 176-186, ISBN 978-80-89128-59-4

ŠÚRI, M., CEBECAUER, T., HOFIERKA, J., FULAJTÁR, E. : Soil erosion assessment of Slovakia at a regional Scale using GIS. In: Ecology, Bratislava 2002, p. 404-422

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. : Predicting rainfall erosion losses – Guide to conservation planning, Agricultural Handbook 537. USDA, 1978, 58 pp.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Údajová a vedomostná podpora pre systémy rozhodovania a strategického plánovania v oblasti adaptácie poľnohospodárskej krajiny na klimatické zmeny a minimalizáciu degradácie poľnohospodárskych pôd“ (kód ITMS2014+ 313011W580), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a bol podporený aj vďaka Agentúre na podporu výskumu a vývoja na



základe zmluvy č. APVV-18-0035 - Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území.

ZMENY POTENCIÁLU EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB NA POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDE VYUŽÍVANEJ NA PESTOVANIE RÝCHLORASTÚCICH DREVÍN

CHANGES IN THE POTENTIAL OF ECOSYSTEM SERVICES ON AGRICULTURAL LAND USED FOR GROWING FAST-GROWING TREES

JARMILA MAKOVNÍKOVÁ, BORIS PÁLKA

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy,
Regionálne pracovisko Banská Bystrica

Mládežnícka 36

Banská Bystrica, 974 04, SK

e-mail: jarmila.makovnikova@nppc.sk, ORCID: 0000-0002-3328-405X

boris.palka@nppc.sk, ORCID: 0000-0003-4104-7406a

Kľúčové slová: ekosystém, rýchlorastúce dreviny, fytoremediácia, maticový systém.

JEL klasifikácia: Q01, Q15, Q57

Abstrakt

Príspevok je zameraný na zhodnotenie vplyvu pestovania rýchlorastúcich drevín na kontaminovanej poľnohospodárskej pôde na ekosystémové služby s využitím maticového systému hodnotenia. Matica potenciálu ekosystémových služieb je vyhľadávacia tabuľka, ktorá spája ekosystém s jeho potenciálom poskytovať ekosystémové služby. Pre stanovenie peňažnej ceny prírodného kapitálu pre poskytovanie ekosystémových služieb sme zvolili metódu prenosu hodnôt, na základe ktorej je možné priradiť bodovým hodnotám cenu (1 bod = 40,7 Eur). Od roku 2010 sme monitorovali lokalitu Kuchyňa, Čiernicu kontaminovanú, dočasne využívanú na pestovanie energetických plodín v rokoch 2006 až 2018 na ploche 43 ha. V priebehu sledovania pôdných parametrov sme zaznamenali mierny pokles hodnoty aktívnej pôdnej reakcie, negatívny trend v obsahu prístupného fosforu a pozitívny trend vo vývoji celkového obsahu rizikových prvkov v pôde. Fytoremediačná schopnosť vŕby vzhľadom k rizikovým prvkom sa prejavila zvýšením hodnoty a ceny produkčnej aj regulačnej ekosystémovej služby na sledovanej lokalite. Cena prirodzenej fytoremediácie rýchlorastúcej vŕby na danej ploche bola v prípade produkčných služieb 218762,5 Eur a regulačných služieb 171509,8 Eur.

Abstract

The contribution is aimed at evaluating the impact of growing fast-growing trees on contaminated agricultural land on ecosystem services using a Matrix evaluation system. The Matrix system is a table that links an ecosystem to its potential to provide ecosystem services. To determine the monetary price of natural capital for the provision of ecosystem services, we chose the value transfer method, based on which it is possible to assign a price (1 point = 40.7 EUR) to point values. Monitoring of the study site Kuchyňa (Mollic Fluvisol) is running since year 2010. The fast-growing willow was planted (between 2006 to 2018 year) on an area of about 43 hectares. During the monitoring of soil parameters, we observed a slight decrease in the value of the active soil reaction, a negative trend in the content of available phosphorus and a positive trend in the development of the total content risk elements in the soil. The phytoremediation ability of willow with regard to risk elements was manifested by an increase in the value and price of production and regulatory ecosystem services at the monitored

location. The price of natural phytoremediation of fast-growing willow on the given area was 218762.5 EUR for production services and 171509.8 EUR for regulatory services.

Úvod

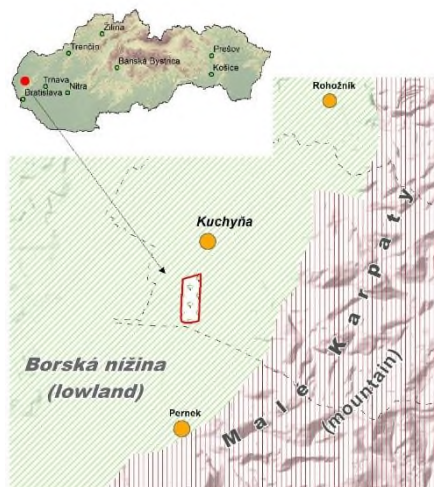
Problematika analýzy a hodnotenia ekosystémových služieb je široko diskutovanou témou naprieč spektrom prírodovedných a spoločenských disciplín. Ekologický aj sociálny rozmer do vnímania, hodnotenia ako aj riadenia predovšetkým hospodársky využívaných ekosystémov zavádza koncept ekosystémových služieb (zásobovacích, regulačných a kultúrnych služieb). Ekosystémové služby sú zo svojej podstaty určené vzájomnou interakciou medzi ekologickými a sociálnymi systémami, pretože len tie ekosystémové procesy, ktoré prispievajú k naplneniu ľudských potrieb, sú definované ako ekosystémové služby (Birghofer et al., 2015). Tým, že pôda podmieňuje mnohé ekosystémové služby, odráža sa na nej aj konflikt ich spolupôsobenia. Napríklad plnenie zásobovacích služieb je často v konflikte s plnením regulačných či kultúrnych služieb (Makovníková a kol., 2017). Vysokú produkciu biomasy je často možné dosiahnuť len na úkor znečistenia pôdy ťažkými kovmi alebo organickými rizikovými látkami vnášanými do pôdy minerálnymi hnojivami či pesticídmi, negatívne ovplyvňujúcimi kvalitu pôdy ale aj vody. Takéto spolupôsobenie vytvára na pôdu zvýšený tlak prejavujúci sa zhoršením jej kvality, čo následne znižuje jej schopnosť poskytovať ekosystémové služby.

Súčasťou primárnej zásobovacej ekosystémovej služby je okrem zabezpečenia potravín aj využívanie dopestovanej biomasy na energetické účely. Využívanie poľnohospodárskych pôd na pestovanie energetických plodín je integrované v spracovaných výhladoch a prognózach ďalšieho rozvoja poľnohospodárstva a je aj súčasťou koncepčných, strategických a legislatívnych nástrojov SR a EÚ (Straka, 2009, Povraz a kol., 2010). Energetické porasty možno zakladať na plochách menej vhodných a nevhodných pre klasickú poľnohospodársku činnosť, na pôdach kontaminovaných, vhodných len na produkciu pre nepotravinárske účely a tiež na zdevastovaných plochách v priemyselných aglomeráciách. Klimatické podmienky Slovenska sú najvhodnejšie pre pestovanie nasledovných druhov rýchlorastúcich drevín: topole, vrby, jelše, lipy, liesky, jarabiny, brezy, smrekovce (Jandačka a Malcho, 2007). Pri pestovaní rýchlorastúcich drevín môže dôjsť k značným zmenám vlastností pôdy, a to vplyvom rastúcich drevín na živinový potenciál, na vodný režim pôdy, pod zemou sa vytvára veľká hmota koreňového systému, môže dôjsť ku zhutneniu a zmene fyzikálnych vlastností pôdy. Pri nevhodnom manažmente (nedodržaní pestovateľských pokynov) môže dôjsť aj k degradácii pôdy, zníženiu celkového obsahu organickej hmoty v pôde (McClean Gary, 2012), ku zníženiu živinového potenciálu pôdy (Makovníková, 2012) a tým ku zmene kvality pôdy. Pri zakladaní porastov na kontaminovaných lokalitách možno pozorovať pozitívny trend v znížení obsahu rizikových látok (Lone et al., 2008), kedy sa prejavuje fytoimediačná schopnosť vrby akumulovaním týchto látok v drevnej hmote.

Príspevok je zameraný na zhodnotenie vplyvu pestovania rýchlorastúcich drevín na ekosystémové služby na kontaminovanej poľnohospodárskej pôde.

Materiál a metódy

Obrázok 1 Lokalita Kuchyňa



rok 2010

rok 2018

Hodnotenie ekosystémových služieb „maticovým systémom“ je praktický prístup, aký je možné použiť na hodnotenie, mapovanie a ocenenie ekosystémových služieb, na ich implementáciu do politiky, inštitucionálneho riadenia a udržateľného manažmentu ekosystémov (Kamlun et al., 2019, Burkhard et al., 2002, Jacobs et al., 2015). Matica potenciálu ekosystémových služieb je v podstate vyhľadávacia tabuľka, ktorá spája typy krajiny pokrývky s ekosystémom a jeho potenciálom poskytovať ekosystémové služby. Hodnotenie potenciálu sme realizovali s využitím matice autorov Burkhard et al. (2014), Müller et al. (2020) a Černecký et al. (2020) a jej doplnením a modifikáciou. Matica s rozsahom bodov od 0 do 100 navrhnutá Müller et al. (2020) bola pri chýbajúcich hodnotách služieb doplnená hodnotami z matice Burkhard et al. (2014), ktoré boli prepočítané z hodnotenia od 0 do 5 na bodové hodnoty od 0 do 100 bodov. V tabuľke 1 sú uvedené bodové hodnoty potenciálu (potenciál ekosystémových služieb predstavuje hypoteticky maximálny výnos vybraných ekosystémových služieb (Burkhard et al., 2014) produkčných a regulačných ekosystémových služieb (pre ekosystém orných pôd a rýchlorastúcich drevín - RRD).

Tabuľka 1 Modifikovaná matica hodnotenia produkčných a regulačných ekosystémových služieb

Ekosystém	Bodová hodnota zásobovacej služby						
	Produkcia plodín	Biomasa na energetické účely	Pastva dobytky, chov	Produkcia dreva	Lov zveriny	Lov rýb	Krmivo pre dobytky a zver
Orné pôdy	90	90	5	5	10	0	90
Rýchlorastúce dreviny	5	90	5	5	20	0	10

Ekosystém	Bodová hodnota regulácie								
	Lokálnej klímy	Globálnej klímy	Kvality ovzdušia	Vody	Vodnej erózie	Živín	Rizikových látok	Opel'ovania	Ochrana biodiverzity
Orné pôdy	40	20	20	20	30	30	30	30	30
Rýchlorastúce dreviny	40	70	20	60	90	70	70	90	40

Pre stanovenie peňažnej ceny prírodného kapitálu pre poskytovanie ekosystémových služieb sme zvolili metódu prenosu hodnôt (Liu et al., 2010, Wilson a Hoehn, 2006, Burkhard a Maes, 2017, Černecký et al., 2020), na základe ktorej je možné priradiť bodovým hodnotám

cenu/ekonomickú hodnotu (1 bod = 40,7 Eur). Na jej základe boli následne vypočítané peňažné hodnoty potenciálu ekosystémových služieb pre jednotlivé ekosystémy podľa bodových súčtov s využitím matice indexov.

Výsledky a diskusia

V priebehu sledovania pôdných parametrov pri využívaní lokality na pestovanie RRD sme zaznamenali mierny pokles hodnoty aktívnej pôdnej reakcie, negatívny trend v obsahu prístupného fosforu a pozitívny trend vo vývoji celkového obsahu rizikových prvkov v pôde (tab. 2).

Tabuľka 2 Indikátory kvality pôdy – lokalita Kuchyňa

parameter		hĺbka 0 – 10 cm		hĺbka 35 – 45 cm	
		rok 2010	rok 2018	rok 2010	rok 2018
pH v H ₂ O		5,81	5,58	5,80	5,52
pH v CaCl ₂		5,23	5,10	5,31	5,20
Cox v %		2,318	2,35	1,958	2,09
makroživiny v mg.kg ⁻¹	P	73,70	63,04	43,50	47,880
	K	163,00	155,80	106,00	129,30
	Mg	92,70	105,08	119,00	117,34
stopové prvky v pôde v mg.kg ⁻¹ (celkový obsah v lúčavke kráľovskej)	Cd	1,016	0,443	0,822	0,340
	Zn	199,000	146,000	287,000	157,000
	Ni	51,500	39,600	69,600	44,400

V hĺbke 0 – 10 cm ako aj v hĺbke 35 – 45 cm sme zaznamenali v porovnaní rokov 2010 a 2018 pokles hodnoty aktívnej aj výmennej pôdnej reakcie. Klesol obsah prístupného fosforu v pôde, a to až o 53 % (v hĺbke 0 – 10 cm) a o 12 % (v hĺbke 35 – 45 cm) stav v roku 2017, kedy bol porast už spustený, v roku 2018 sa však obsah fosforu zvýšil (nedochádzalo k jeho odčerpávaniu porastom vŕby) a jeho pokles v porovnaní s rokom 2010 bol už len 14%. Obsah prístupného draslíka v hĺbke 0 – 10 bol v roku 2018 nižší v porovnaní s rokom 2010, obsah horčíka sa naopak zvýšil, o 1,13 %. Ani v roku 2018 sme však nezaznamenali zníženie obsahu organickej hmoty v pôde v hĺbke pri jej využívaní na pestovanie RRD, ktoré uvádza vo svojej práci aj McClean Gary (2012), naopak, pri spustnutí porastu rýchlorastúcej vŕby, došlo k zvýšeniu obsahu pôdnej organickej hmoty v oboch sledovaných hĺbkach. Vŕba patrí k potenciálne rezistentným plodinám vzhľadom k vysokým obsahom rizikových prvkov v pôde a zároveň patrí k významným fytoextraktorom využívaným v procese prirodzenej fytoremediácie (Schmidt, 2003, Lamine a Saunders, 2022). Celkový obsah kadmia, niklu a zinku sa dostal tesne pod limitnú hodnotu podľa Vyhlášky 59/2013 MPRV SR, ktorou sa mení a dopĺňa Zákon o pôde 220/2004 Z.z.. a poľnohospodárska pôda mohla byť opätovne využívaná pre produkciu plodín a krmovín.

Obsah Cd v drevnej hmote sa počas monitoringu pohyboval od 2,730 do 9,520 mg.kg⁻¹, obsah Zn od 160,00 do 432,00 mg.kg⁻¹. Priemerná hodnota bioakumulačného faktora Cd (pomer celkového obsahu Cd v rastline k celkovému obsahu Cd v pôde) bola v sledovanom období 9,36 (minimálne 7,05 v roku 2010 a maximum 15,01 v roku 2015). Bioakumulačný faktor Zn bol výrazne nižší, s priemernou hodnotou 1,54 (minimum 0,41 v roku 2013 a maximum 2,63 v roku 2012). Vŕba nepatrí medzi hyperakumulátory pre Cd a Zn, ale jej bioremediačný efekt zvyšuje vysoká hodnota ročného prírustku biomasy.

Zdravá pôda môže zabezpečovať ekosystémové služby v plnom rozsahu, môže dosahovať maximálne bodové hodnoty. Kontaminovaná lokalita má znížený potenciál produkcie plodín a krmovín (1/3 z plného potenciálu, Černecký a kol. 2020) ako aj nižší potenciál regulačných

ekosystémových služieb (v prípade regulácie klímy a regulácie ovzdušia o 1/2, filtrácie rizikových látok, opelšovania a ochrany biodiverzity o 1/3). Pokles celkového obsahu rizikových prvkov v pôde pod limitnú hodnotu zvýšil hodnotu produkčných aj regulačných ekosystémových služieb na danej lokalite pri zmene druhu pozemku na ornú pôdu. Zhodnotili sme zmeny potenciálu produkčných a regulačných ekosystémových služieb na sledovanej lokalite. Hodnotenie sme realizovali s využitím modifikovanej matice potenciálu regulačných ekosystémových služieb (tab.1). Zmeny bodovej hodnoty ekosystémových služieb ornej pôdy pred pestovaním RRD (kontaminovaná orná pôda) a po skončení pestovania RRD (dekontaminovaná orná pôda) ako aj ekosystému RRD sú uvedené v tabuľke 3a , 3b.

Samotné pestovanie RRD na poľnohospodárskej pôde môže prispieť k zníženiu skleníkových plynov sekvestráciou uhlíka, čím pozitívne ovplyvňuje regulačnú ekosystémovú službu, reguláciu lokálnej klímy, cez proces fytoemediácie/fytoextrakcie obnovuje potenciál filtrácie rizikových látok a prispieva k zníženiu stupňa degradácie pôdy, prispieva k regulácii vodného režimu, zachovaniu biodiverzity ako aj zabráňuje spustnutiu kontaminovaných alebo menej produkčných orných pôd. Pri dodržaní odporúčaného manažmentu pre pestovanie RRD nedochádza k nadmernému odčerpávaniu živín z pôdy, predovšetkým fosforu avšak pri nedodržaní môže dôjsť k poklesu obsahu prístupných živín ako aj k poklesu obsahu organického uhlíka v pôde (McClean Gary, 2012).

Tabuľka 3a Zmeny bodovej hodnoty (na ha) produkčných ESS ornej pôdy pred pestovaním RRD (kontaminovaná orná pôda) a po skončení pestovania RRD (dekontaminovaná orná pôda) a hodnoty RRD

Produkčné služby	Kontaminovaná orná pôda	Dekontaminovaná orná pôda	RRD
Produkcja plodín	30	90	5
Biomasa na energetické účely	90	90	90
Pastva dobytká, chov	5	5	5
Produkcja dreva	5	5	5
Lov zveriny	5	10	20
Krmivo pre dobytok a zver	30	90	10
bodová hodnota	165	290	135

Tabuľka 3b Zmeny bodovej hodnoty (na ha) regulačných ESS ornej pôdy pred pestovaním RRD (kontaminovaná orná pôda) a po skončení pestovania RRD (dekontaminovaná orná pôda) a hodnoty RRD

Regulačné služby	Kontaminovaná orná pôda	Dekontaminovaná orná pôda	RRD
Lokálna klíma	20	40	70
Globálna klíma	10	20	40
Regulácia kvality ovzdušia	10	20	20
Regulácia vody/ochrana pred záplavami	20	20	60
Regulácia vodnej erózie	30	30	90
Regulácia rizikových látok	10	30	70
Opelšovanie	10	30	90
Ochrana biodiverzity	10	30	40
bodová hodnota	122	220	480

Hodnota produkčných ekosystémových služieb ekosystému ornej pôdy sa po pestovaní RRD zvýšila o 125 bodov na ha a regulačných o 98 bodov na ha. Zmeny ceny ESS ornej pôdy pred pestovaním RRD (kontaminovaná orná pôda) a po skončení pestovania RRD (dekontaminovaná orná pôda) a hodnoty ekosystému RRD sú uvedené v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Zmeny ceny ESS ornej pôdy pred pestovaním RRD (kontaminovaná orná pôda) a po skončení pestovania RRD (dekontaminovaná orná pôda) a hodnoty RRD

Ekosystémové služby		Kontaminovaná orná pôda	Dekontaminovaná orná pôda	RRD
Produkčné služby	cena za ha v Eur	6 715,5	11 803	5 494,5
	cena za 43 ha	288 766,5	507 529	236 263,5
Regulačné služby	cena za ha v Eur	4 965,4	8 954	19 536
	Cena za 43 ha	213 512,2	385 022	840 048

Po ukončení pestovania RRD sa hodnota 43 ha ekosystému ornej pôdy zvýšila o 390 272,3 Eur.

Záver

Pokles prírodných zdrojov a zhoršujúca sa kvalita životného prostredia spôsobuje neustále tlaky na ekosystémy. Rastúce nároky uspokojovania spoločenských potrieb vyvolávajú potrebu udržateľného spôsobu obhospodarovania krajiny, čo si vyžaduje zavedenie nástrojov na hodnotenie a ocenenie ekosystémových služieb. Spájanie ekonomických a ekologických prístupov v podobe konceptu ekosystémových služieb predstavuje takúto alternatívu. Pri zmene využívania poľnohospodárskej pôdy z ornej pôdy na pôdu pre pestovanie RRD a opätovne na ornú pôdu môžeme hodnotiť dve roviny, a to zmeny pôdných indikátorov po skončení pestovania RRD, fytooremediáciu danej lokality a jej navrátenie k pôvodnému využívaniu. Druhou rovinou je vplyv pestovania RRD na pôdne vlastnosti. V priebehu sledovania využívania poľnohospodárskej pôdy na pestovanie energetických plodín na Čiernici pozorujeme mierny pokles hodnoty aktívnej pôdnej reakcie, výraznejší negatívny trend v obsahu prístupného fosforu a pozitívny trend vo vývoji celkového obsahu rizikových prvkov v pôde. Pestovanie RRD má pozitívny vplyv aj na regulačné ESS, keďže celková bodová hodnota regulačných služieb ekosystému RRD je výrazne vyššia ako ornej pôdy a to pri všetkých sledovaných službách.

Fytooremediačná schopnosť vrby vzhľadom k rizikovým prvkom sa prejavila zvýšením hodnoty a ceny produkčnej aj regulačnej ekosystémovej služby na sledovanej lokalite. Cena prirodzenej fytooremediácie rýchlorastúcej vrby na danej ploche (s bonusom z predaja RRD na energetické spracovanie) bola v prípade produkčných služieb 218 762,5 Eur a regulačných služieb 171 509,8 Eur.

Do budúcnosti zostáva úlohou štandardizovať systémy hodnotenia ekosystémových služieb pre jednotlivé ekosystémy a skupiny služieb, sledovať zmeny potenciálu ekosystémových služieb a smerovať manažment k udržaniu čo najvyššej hodnoty prírodných aktív na regionálnej a národnej úrovni.

Zoznam bibliografických odkazov

BIRGHOFER, K., DIEHL, E., ANDERSSON, J., EKROOS, J., FRÜH-MÜLLER, A., MACHNIKOWSKI, F., MADER, V. L., NILSSON, L., SASAKI, K., RUNDLÖF, M., WOLTERS, V., & SMITH, H. G. 2015. Ecosystem services — current challenges and opportunities for ecological research. In *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2, pp. 1 - 12. ISSN 2296 -701X.

BURKHARD, B., KANDZIORAI, M. S., MULLER, F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. In *Landscape Online*, 34, pp. 1 - 32. DOI 10.3097/LO.201434.

BURKHARD B & MAES J. (eds.) 2017. *Mapping Ecosystem Services*. Sofia: Pensoft Publishers. 374 pp.

ČERNECKÝ, J., GAJDOŠ, P., ĎURICOVÁ, V., ŠPULEROVÁ, J., ČERNECKÁ, Ľ., ŠVAJDA, J., ANDRÁŠ, P., ULRYCH, L., RYBANIČ, R., POVAŽAN, R. 2020. *Hodnota ekosystémov a ich služieb na Slovensku*. Banská Bystrica: ŠOP SR.

JACOBS S, BURKHARD B, DAELE TV, STAES J, SCHNEIDERS A. 2015. 'The Matrix Reloaded': A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. In *Ecological Modelling* 295: 21 30. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.024>.

JANDAČKA, Jozef a Milan MALCHO. *Biomasa ako zdroj energie*. Žilina: Juraj Štefuň GEORG, 2007. ISBN 978-80-969161-4-6.

KAMLUN KU, ARNDT RB. 2019. Expert-based approach on mapping ecosystem services potential supply incircling a protected areas by integrating matrix model assessment. In *Journal of Physics: Conference Series* 1358 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1358/1/012032>.

KOLEKTÍV 2011. *Jednotné pracovné postupy rozborov pôd*. Bratislava: VUPOP Bratislava, 124pp. ISBN 978-80-89128-89-1

LAMINE, S.; SAUNDERS, I. 2022. Phytoremediation of Heavy-Metals-Contaminated Soils: A Short-Term Trial Involving Two Willow Species from Gloucester WillowBank in the UK. In *Minerals* 2022, 12, 519. <https://doi.org/10.3390/min12050519>.

LIU S, COSTANZA R, TROY A, D'AAGOSTINO JD & MATES W. 2010. Valuing New Jersey's ecosystem services and natural capital:a spatially explicit benefit transfer approach. In *Environmental Management* 45, pp. 1271 – 1285. DOI: 10.1007/s00267-010-9483-5.

LONE MI, HE ZL, STOFFELLA PJ, YANG XE. 2008. *Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: progresses and perspectives*. J Zhejiang Univ Sci B. 9(3):210-20.

MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., JAĎUĐOVÁ, J. 2017. *Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb*. Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2017, 150 s., ISBN 978-80-557-1242-0.

MCCLEAN GARY. 2012. The effects of land conversion to bioenergy crops on soil carbon. In *Proceedings 4th international Congress Eurosoil 2012*, Bari, Italy, 2 -6 July 2012, p.394

MÜLLER F, BICKING S, AHRENDT K, KINH BAC D, BLINDOW I, FÜRST C, HAASE P, KRUSE M, KRUSE T, MA L, ET AL. 2020. Assessing ecosystem service potentials to evaluate terrestrial, coastal and marine ecosystem types in Northern Germany – an expert-based matrix approach. In *Ecol Indic.* 112:106116. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106116.

POVRAZ, P., NAŠČÁKOVÁ, J., KOTOROVÁ, D., KOVÁČ, L.. 2010 Poľné plodiny ako zdroj biomasy na energetické využitie v podmienkach Slovenska. In. *Inovatívne technológie pre efektívne využitie biomasy v energetike*. str. 66 – 75, Dostupné na internete: http://enersupply.euke.sk/wp-content/uploads/66-75_porvaz-nascakova-kotorova-kovac.pdf

SCHMIDT, U. 2003. Enhancing phytoextraction: the effect of chemical soil manipulation on mobility, plant accumulation and leaching of heavy metals. In *Journal of Environmental Quality*, vol. 32, No. 6, PP. 1939–1954.

STRAKA Ľ.: 2009. *Energetické využitie fytoomasy pestovanej na Slovensku*. In. *Biom.Cz* . [on-line] [cit.2010-04-06]. Dostupné na internete: <http://biom.cz/cz-pestovani-biomasy/odborne-clanky>, ISSN 1801-2655.

WILSON M & HOEHN JP. 2006. Valuing Environmental Goods and Services Using Benefit Transfer: The State-of-the Art and Science. In *Ecological Economics* 60, pp. 335 – 342. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2006.08.015.,

Vyhláška 59/2013 MPRV SR

Úradný vestník Európskej únie. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/28/ES, z 23. apríla 2009 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie a o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 2001/77/ES a 2003/30/ES. [on-line] [cit.2010-04-06]. Dostupné na internete : < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:sk:PDF>>

Zákon o pôde č.220 (2004). Zbierka zákonov, 220/2004, 2290-2292

Vyhláška č. 59/2013 Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky

Tento príspevok je podporený grantovou schémou (Agentúrou na podporu výskumu a vývoja) na základe zmluvy č. APVV-18-0035 - Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu území a Operačným programom Integrovaná infraštruktúra projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaným zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

ENVIRONMENTÁLNE A EKONOMICKÉ BENEFITY TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC BENEFITS OF PERMANENT GRASSLAND

MIRIAM KIZEKOVÁ, JOZEF ČUNDERLÍK, ZUZANA DUGÁTOVÁ, ĽUBICA JANČOVÁ, MARIANA JANČOVÁ, ZUZANA KOVÁČIKOVÁ, ŠTEFAN POLLÁK, VLADIMÍRA VARGOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36

Banská Bystrica, 974 21, Slovenská republika

e-mail: miriam.kizeková@nppc.sk

ORCID: 0000-0003-3025-6704

Kľúčové slová: trvalý trávny porast, ekosystémové služby, mliekový produkčný potenciál, zásoba pôdneho organického uhlíka.

JEL klasifikácia: Q15, Q57

Abstrakt

Trvalé trávne porasty poskytujú mnohé ekosystémové služby. V príspevku je hodnotená produkcia sušiny, mliekový produkčný potenciál a zásoba pôdneho organického uhlíka na štyroch trvalých trávnych porastoch na strednom Slovensku. Trvalý trávny porast na Králikoch bol po poškodení lesnou zverou obnovený prísevom d'atelinotrávnej miešanky a minerálnymi hnojivami. Pásienky v Ráztoke a Dolnej Lehote boli prisiatie d'atelinotrávnou miešankou. Na trávnom poraste na Suchom vrchu sa raz ročne aplikoval digestát v dávke 100 kgN.ha⁻¹. Prísev d'atelinotrávnej miešanky preukazne zvýšil úrodu sušiny a mliekový produkčný potenciál. Naopak aplikácia digestátu raz ročne nemala preukazný vplyv na zvýšenie produkcie sušiny. Najvyšší celkový mliekový produkčný potenciál 35,91 tis kg mlieka.ha⁻¹, 36,04 tis kg mlieka.ha⁻¹ poskytli prisiatie trávne porasty a obnovený porast na Králikoch. V roku 2021 zásoba pôdneho organického uhlíka varírovala od 28.88 t.ha⁻¹ na poškodenom poraste na Králikoch do 58.82 t.ha⁻¹ na pasienku v Ráztoke.

Abstract

Permanent grasslands deliver multiply ecosystem services. In this study, dry matter yield, milk production potential and soil carbon stock of four permanent meadows and pastures in central Slovakia is evaluated. At Králiky site, permanent grassland was renovated by grass/clover mixture and mineral fertilization after sward degradation by forest animals. Pastures in Ráztoka and Dolná Lehota were improved by grass/glover mixture oversowing. Permanent grassland at Suchý vrch was fertilized by digestate with 100 kgN.ha⁻¹. Introducing of grass/glover mixture into the permanent grassland significantly increased dry matter yield and milk production potential. To contrary, digestate application once per year did not show any significant difference. The highest total milk production potential: 35,91 kg milk. ha⁻¹, 36,04 kg milk. ha⁻¹ provided oversown pastures and renovated grassland in Králiky, respectively. In 2021, soil organic carbon stock varied from 28.88 t.ha⁻¹ to 58.82 t.ha⁻¹ in degraded grassland in Králiky and pasture in Ráztoka site, respectively.

Úvod

Trvalé trávne porasty zohrávajú kľúčovú úlohu v globálnej potravinovej bezpečnosti, a významnou mierou ovplyvňujú ekonomický rast a prosperitu národných ekonomík (Huyghe a kol., 2014). Trávne porasty primárne slúžia ako najdôležitejší obnoviteľný zdroj potravy v potravnom reťazci hospodárskych zvierat a lesnej zveri (Novák, 2008). Kvapilík (2010) uvádza, že v chove dojníc, krmivá predstavujú najvyššiu nákladovú položku. Kvalita a množstvo krmiva z trávnych porastov významnou mierou ovplyvňuje ekonomiku poľnohospodárskeho podniku. Požiadavky na kvalitu krmiva pri zbere trávnych porastov sú predovšetkým, aby bolo krmivo vysoko energetické, s vysokým obsahom nutričných látok, vysokou stráviteľnosťou organickej hmoty, prijateľnosťou krmiva, s dobrým dorastaním a vhodným floristickým zložením (Dugátová a kol., 2015). Prísevy tráv a d'atelinovín zvyšujú úrodu sušiny z trvalých trávnych porastov, zlepšujú nutričnú hodnotu objemového krmiva, zvyšujú koncentráciu energie (Kohoutek a kol., 2007). Intenzívne obhospodarovanie lúčnych porastov predstavuje používanie dusíkatých, fosforečných a draselných hnojív s cieľom dosahovania vyššej úrody sušiny s dobrou kvalitou a následnej redukcie potreby drahých koncentrovaných krmív.

Okrem provízných ekosystémových služieb poskytujú trávne porasty aj ďalšie ekosystémové služby. Trávne porasty ovplyvňujú ekologické procesy v krajine na lokálnej úrovni ako je napr. regulácia vody v rámci regiónu, prispieva k zachovaniu diverzity flóry (Hanzes a kol., 2020) aj fauny (Varga a kol., 2018). K významným ekosystémovým službám patrí regulácia klímy a akumulácia uhlíka. Pre trvalé trávne porasty je charakteristický vyšší obsah pôdnej organickej hmoty a organického uhlíka v porovnaní s ornými pôdami (Guillaume a kol., 2022). Množstvo sekvestrovaného uhlíka v pôdach pod trvalými trávnymi porastami závisí od systému obhospodarovania. Nepriaznivý vplyv na zásoby pôdneho organického uhlíka v pôde pod trávnymi porastmi má okrem premeny trvalých trávnych porastov na ornú pôdu aj degradácia a narušenie pôdneho krytu pasúcimi zvieratami resp. lesnou zverou (Yuan a kol., 2019).

Cieľom príspevku je zhodnotiť provízne (úroda sušiny, mliekový produkčný potenciál) a regulačné ekosystémové služby (zásoba organického uhlíka) pasienkových a lúčnych trávnych porastov.

Materiál a metódy

Pre zhodnotenie úrody sušiny, mliekového produkčného potenciálu (MPP), zásoby pôdneho organického uhlíka (POC) sa použili údaje zo štyroch stanovišť obhospodarovaných rozdielnym spôsobom za obdobie 2019-2021. Experimenty na sledovaných stanovištiach sú popísané v záverečných správach Čunderlíka (2022); Dugátovej (2022) a Kováčikovej (2022). Charakteristika stanovišť je uvedená v tabuľke 1. Na každom stanovišti bol kontrolný variant bez hnojenia alebo bez prísevu. Na stanovišti Králiky sa uskutočnila v rokoch 2019 revitalizácia vegetačného krytu prísevom d'atelinotrávnej miešanky a hnojením N. Na Suchom vrchu bol na trvalý trávny porast (TTP) aplikovaný digestát raz ročne v dávke 100 kgN.ha⁻¹. Na pasienkových porastoch v Dolnej Lehote a Ráztoke sa uskutočnil prísev d'atelinotrávnej miešanky s cieľom zlepšenia množstva a kvality objemového krmiva pre hospodárske zvieratá. Vzorky nadzemnej fytomasy sa odoberali v termíne kosby alebo pasienkového cyklu. Stanovenie obsahu sušiny, metabolizovateľnej energie a popola sa vykonalo v laboratóriu NPPC-VÚTPHP Banská Bystrica v zmysle platných legislatívnych predpisov (Výnos MP SR č. 2145/2004-100). MPP sušiny bol stanovený výpočtom podľa vzorca : $MPP \text{ sušiny} = ME \times [0,46 + 12,38 \times ME / (1000 - \text{popol})] / 3,14$. Mliekový produkčný potenciál trávneho porastu (tis. kg mlieka. ha⁻¹) bol stanovený výpočtom $MPP \text{ TTP} = MPP \text{ sušiny} \times \text{úroda sušiny TTP}$. Pre stanovenie obsahu pôdneho organického uhlíka (POC) podľa Vyhlášky MP SR z 21. marca 2016 Z. z. č. 151/2016, sa na každom stanovišti na jeseň 2019, 2020 a 2021 odobrali štyri pôdne

vzorky z hĺbky 0 - 10 cm, z ktorých sa urobila jedna priemerná vzorka. V miestach odberu pôdných vzoriek sa odobrali neporušené Kopeckého fyzikálne valčeky pre stanovenie objemovej hmotnosti redukovanej (OH) podľa metodických postupov Hrivňáková, Makovníková a kol. (2011). Zásoba POC v hĺbke 0 - 10 cm sa vypočítala podľa vzorca: Zásoba POC = 10 x (OH x POC). Zhromaždené údaje sa vyhodnotili pomocou analýzy rozptylu Anova a Tukeyovým testom pri hladine preukaznosti $P < 0,01$. Štatistické spracovanie sa uskutočnilo v programe STATGRAPHIC 5.0.

Tabuľka 1 Charakteristika vybraných stanovišť

Lokalita	Králiky	Suchý vrch	Dolná Lehota	Ráztoka
Okres	Banská Bystrica	Banská Bystrica	Brezno	Brezno
Geomorfologické členenie	Kremnické vrchy	Kremnické vrchy	Nízke Tatry	Nízke Tatry
Nadmorská výška (m)	715	420	480	480
Agroklimatická oblasť	Chladná	Teplá	Mierne teplá	Mierne teplá
Agroklimatický okrsk	C1 mierne chladný	T7 teplý, mierne vlhký s chladnou zimou	M5 mierne teplý, vlhký s chladnou až studenou zimou	M5 mierne teplý, vlhký s chladnou až studenou zimou
Výrobná oblasť	Horská	Zemiakarská	Zemiakarská	Zemiakarská
Pôdny typ	Kambizem	Kambizem	Kambizem	Kambizem
Využitie TPP	Revitalizový lúčny porast	Lúčny porast	Pasienok	Pasienok
Frekvencia využívania	3 x kosba	3 x kosba	5 cyklov pasenia	5 cyklov pasenia

Výsledky a diskusia

Provízne ekosystémové služby

Produkcia sušiny

Trávne porasty primárne slúžia ako najdôležitejší obnoviteľný zdroj potravy v potravnom reťazci hospodárskych zvierat (Hönigová a kol., 2012, Novák, 2008). V priemere troch rokov bola úroda sušiny signifikantne ($P < 0,01$) vyššia na prisiatych trávnych porastoch ($7,22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) v porovnaní s kontrolnými variantmi. K podobný záverom dospel aj Komárek a kol. (2005), ktorý poukázal na významný stabilizačný vplyv prísevu na produkciu sušiny najmä počas extrémne suchého letného obdobia.

Z hodnotených lokalít sa najnižšou priemernou produkciou vyznačovali trávne porasty na Suchom vrchu. Poetch a kol. (2014) vytvorili sieť 27 experimentov pozdĺž klimatického gradientu v Rakúsku s cieľom zistiť, do akej miery je produkcia trávnych porastov ovplyvnená klimatickými podmienkami. Výsledky ukázali, že úroda a kvalita trávnych porastov je na 90 % determinovaná ročníkom, klimatickým regiónom a intenzifikačnými zásahmi. V našom porovnaní sa stanovište Suchý vrch nachádza v teplom klimatickom regióne, zatiaľ čo stanovištia Králiky, Dolná Lehota a Ráztoka ležia v chladnom a mierne teplom klimatickom regióne. To znamená, že úroda aj kvalitu sušiny na trvalom trávnom poraste na Suchom vrchu nepriaznivo ovplyvňuje nižší úhrn zrážok a vyššie teploty ovzdušia počas vegetačného obdobia

v porovnaní s ďalšími hodnotenými lokalitami. Najlepšie úrody sušiny ($P < 0,01$) dosiahli varianty na Králikoch, kde okrem prísevu boli aplikované aj minerálne hnojivá. Porovnanie prísevu d'atelinotrávnej miešanky a hnojenia digestátom jeden krát ročne ukázalo, že hnojenie digestátom nemalo štatisticky významný ($P < 0,01$) vplyv na výšku úrody sušiny (tab. 2). K podobným záverom dospela (Tilvikienė a kol. 2020), ktorá uvádza, že hnojenie trávnych porastov digestátom s obsahom dusíka nižším ako $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ za rok nemalo preukazný vplyv na produkciu sušiny.

Mliekový produkčný potenciál

Jedným z užitočných nástrojov, ktoré ukazujú na ekonomiku výroby mlieka z trávnych porastov je mliekový produkčný potenciál. Tento ukazovateľ spája úrodový potenciál trávneho porastu spolu s jeho kvalitou, osobitne metabolizovateľnou energiou krmiva (Schaub a kol., 2020). Porovnanie trojročných výsledkov z experimentov ukazuje, že MPP kolíše v závislosti od stanovišťa aj od intenzifikačných opatrení. Štatisticky významne ($P < 0,01$) sa najvyšším sumárnym MPP vyznačovali prisiate trávne porasty ($35,91 \text{ tis. kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) a porasty dotované minerálnym hnojením s dávkou dusíka $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($36,64 \text{ tis. kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Naše výsledky sú v súlade s prácou Stypinského (2011), ktorý uvádza, že výživná hodnota krmiva a MPP závisí od environmentálnych podmienok, hnojenia a spôsobu využívania a konzervovania.

Pri priemernej nákupnej cene surového kravského mlieka $34,65 \text{ €/100kg}$ v novembri 2021 (ATIS, 2021) by sa predpokladaný príjem z trvalých trávnych porastov bez akýchkoľvek intenzifikačných zásahov pohyboval od $1\,285 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ do $3\,568 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$. Prísevom d'atelinotrávnej miešanky môže dôjsť až k 100% navýšeniu. Treba poznamenať, že výpočet je zjednodušený, neobsahuje ďalšie položky ako sú náklady na nákup miešanky, pracovné operácie (sejba, kosenie) a podobne.

Tabuľka 2 Úroda sušiny a mliekový produkčný potenciál (MPP)

Parameter		Úroda sušiny ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)				MPP ($\text{tis. kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)			
		2019	2020	2021	Priemer	2019	2020	2021	Suma
Variant	Kontrola	2,41	6,69	5,83	4,98 ^b	3,71	10,30	8,97	22,98 ^b
	50 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$	2,34	11,04	9,82	7,73 ^a	3,69	17,44	15,51	36,64 ^a
	100 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$	3,48	8,19	6,36	6,01 ^a	5,56	13,10	10,17	28,83 ^{ab}
	Prísev	4,47	9,71	7,47	7,22 ^a	7,40	16,11	12,40	35,91 ^a
Stanovište	Králiky	2,43	10,75	8,67	7,28 ^a	4,01	17,73	14,30	36,04 ^a
	Suchý vrch	2,13	4,32	3,60	3,35 ^b	3,28	6,65	5,54	15,47 ^b
	Dolná Lehota	4,73	7,16	5,84	5,91 ^a	7,56	11,45	9,34	28,35 ^{ab}
	Ráztoka	4,61	7,18	7,24	6,34 ^a	7,37	11,48	11,58	30,43 ^a
Typ porastu	Hnojený biokalom	2,43	5,00	4,01	3,81 ^b	3,74	7,70	6,17	17,61 ^b
	Prisievany	3,61	9,71	7,47	7,22 ^a	7,40	16,11	12,40	35,91 ^a

Odlišné písmeno v stĺpci znamená štatisticky významný rozdiel na hladine $P < 0,01$

Regulačné ekosystémové služby

Zásoba pôdneho organického uhlíka

Zásoby organického uhlíka v pôde sú kľúčové pre zabezpečovanie provízných aj regulačných ekosystémových služieb (Olson a kol., 2017). Kobza a kol. (2019) uvádzajú, že na pôdach rovnakého typu bola na pôdach pod trvalými trávными porastami koncentrácia pôdneho organického uhlíka vyššia v porovnaní s ornými pôdami. Tabuľka 3 ukazuje, že obsah pôdneho

organického uhlíka na troch stanovištiach s pôdnym typom kambizem dosahoval 2,42 % (Dolná Lehota) až 3,04 % (Ráztoka). Výnimkou bol trávny porast na Králikoch, kde bola koncentrácia pôdneho organického uhlíka nízka. Zásoba POC v hĺbke 0 - 10 cm bola na Králikoch v roku 2019 nižšia o 31 % v porovnaní so stanovišťom Suchý vrh a 39 % v porovnaní s pasienkovým porastom v Ráztoke (tabuľka 3). Táto skutočnosť bola pravdepodobne spôsobená tým, že vegetačný kryt trávneho porastu bol značne poškodený lesnou zverou. Štatisticky významné zníženie zásoby pôdneho organického uhlíka uvádza vo svojej práci Yuan a kol. (2019), ktorý porovnával zásobu organického uhlíka, fosforu a dusíka v pôde pod trvalým trávnym porastom s poškodeným vegetačným krytom. Pri poškodení vegetačného krytu zvieratami vyššom ako 45 % zistil redukciiu zásoby organického uhlíka o 28 %.

Tabuľka 3 Zásoba uhlíka v pôde v hĺbke 0 - 10 cm na sledovaných stanovištiach

		OH (g.kg ⁻³)	POC (%)	Zásoba POC (t.ha ⁻¹)
2019	Králiky	1,05	1,99	31,34
	Suchý vrch	1,16	2,63	45,76
	Dolná Lehota	1,14	2,73	46,68
	Ráztoka	1,15	2,99	51,57
2021	Králiky	1,16	1,66	28,88
	Suchý vrch	1,14	2,86	48,90
	Dolná Lehota	1,12	2,42	40,65
	Ráztoka	1,29	3,04	58,82

Záver

V príspevku bola porovnaná úroda sušiny, MPP a zásoba pôdneho organického uhlíka na trvalých trávnych porastoch s rôznym spôsobom obhospodarovania. Štatisticky preukázane najnižšou úrodou sušiny a MPP sa vyznačoval trvalý trávny porast na Suchom vrchu v teplom klimatickom regióne s jednorazovou aplikáciou digestátu na jar. Naopak prísев d'atelinotrávnej miešanky má významný vplyv na zvýšenie produkcie sušiny, kvality trávneho porastu a následne na MPP. Trvalé trávne porasty sa v porovnaní s ornými pôdami vyznačujú vyššou zásobou POH. Na sledovaných stanovištiach sa zásoba POH pod trvalými trávnymi porastami v hĺbke 15 cm pohybovala od 28,88 t.ha⁻¹ do 58,62 t.ha⁻¹.

Výsledky našej práce ukázali, že prísев d'atelinotrávnej miešanky a hnojenie trvalých trávnych porastov v dávke 50 kg N.ha⁻¹ a 100 kg N.ha⁻¹ má pozitívny vplyv na provízu ekosystémovú službu trávneho porastu vo podobe zvýšenej produkcie krmiva pre hospodárske zvieratá. Rovnako tento spôsob manažmentu trvalých trávnych porastov prispieva k stabilizácii POH. Naopak narušenie vegetačného krytu hospodárskymi zvieratami alebo lesnou zverou vedie k znižovaniu zásoby POH, a tým aj k zhoršeniu kvality regulačných ekosystémových služieb trávnych porastov.

Zoznam bibliografických odkazov

ATIS, Agrárne trhové informácie Slovenska. 2021. *Správa o trhu s mliekom a mliečnymi výrobkami za november 2021*[online]. roč. 26, 2021, č. 12. [cit. 2022-07-31]. Dostupné na internete: <https://www.apa.sk/mlieko-a-mliecne-vyrobyky>

ČUNDELÍK, J. 2022. Dopad aplikácie alternatívneho organického hnojenia na trávny porast: záverečná správa. Banská Bystrica: NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva. 59 s.

DUGÁTOVÁ, Z. – MARTINCOVÁ, J. – JANČOVÁ, M. 2015. Vplyv prísевu trávnej a d'atelinotrávnej miešanky na kvalitu a produkciu trávnych porastov v pasienkovom chove

dojnic. In *Zborník vedeckých prác* [CD]. Zvolen: Slovenská spoločnosť pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri SAV v Bratislave, Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied vo Zvolene, 2015, s. 52-55.

DUGÁTOVÁ, Z. 2022. *Optimalizácia kvality pasienkových porastov v chove oviec: záverečná správa*. Banská Bystrica: NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva. 58 s.

GUILLAUME, T., MAKOWSKI, D., LIBOHOVA, Z., BRAGAZZA, L., SALLAKU, F., SINAJ, S. 2022. Soil organic carbon saturation in cropland-grassland systems: Storage potential and soil quality. In *Geoderma*, roč. 406, 2022, 11529.

HANZES, Ľ. – BRITAŇÁK, N. – ILAVSKÁ, I. 2020. Obhospodarovanie trávnych porastov v horskom krajinnom celku Nízke Tatry. In *Geografické informácie*, roč. 24, 2020, č. 1. s. 127-142.

HÖNIGOVÁ, I. a kol. 2012. *Survey on grassland ecosystem services. Report to the EEA - European Topic Centre on Biological Diversity*. Prague: Nature Conservation Agency of the Czech Republic, 2012. 78 s.

HRIVNÁKOVÁ, K. - MAKOVNÍKOVÁ, J. a kol. 2011. *Jednotné pracovné postupy rozborov pôd*. 1. vyd. Bratislava : VÚPOP. 2011, 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1

HUYGHE, C. – DE Vlieghe, A. – VAN GILS, B. – PEETERS, A. 2014. *Grassland and herbivore production in Europe and effects of common policies*. Paris : Quae Editions, 290 s.

KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DODOK, R. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2019. *Monitoring pôd SR. Súčasný stav a vývoj monitorovaných vlastností pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu (2013-2017)*. Bratislava : VÚPOP Bratislava, 252 s. ISBN 978- 80-8163-033-0

KOHOUTEK, A. a kol. 2007. *Přísevy jetelečin a trav do trvalých travních porostů*. Praha: VÚRV, v.v.i., 40s. ISBN 978-80-87011-19-5

KOMÁREK, P. – KOHOUTEK, A. – ODSTRČILOVÁ, V. – NERUŠIL, P. 2005. Pásové přísevy jetele lučního, vojtěšky seté, jetele zvrhlého, jetele plazivého a vičence do travního porostu. In *Kvalita píce z travních porostů, sborník z mezinárodní vědecké konference*, Praha: VÚRV v Praze, s. 183-189. ISBN 80-86555-75-5.

KOVÁČIKOVÁ, Z. 2022. *Možnosti eliminácie poškodzovania trávnych porastov lesnou zverou : záverečná správa*. Banská Bystrica: NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva. 36 s.

KVAPILÍK, J. 2010. *Hodnocení ekonomických ukazatelů výroby mléka*. Praha Uhřetves: Výzkumní ústav živočišné výroby, v.v.i. 80s. ISBN 978-80-7403-059-8.

NOVÁK, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza: Patria I spol. s.r.o., 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.

OLSON, K.R. – AL-KAISI, M., LAL, R. – WRIGHT, L. 2017. Soil ecosystem services and intensifies cropping systems. In *Journal of Soil and Water Conservation*, roč. 72, 2017, č. 3, s. 64-69.

POETCH, E.M. – ASEL, A. – SCHAUMNERGER, A. – RESCH, R. 2014. Impact of climate change on grassland productivity and forage quality in Austria. In *Grassland Science in Europe*, roč. 19, 2014. s. 139-141. ISBN 978-0-9926940-1-2.

SCHAUB, S. – BUCHMANN, N. – LÜSCHER, A. – FINGER, R. 2020. Economic benefits from plant species diversity in intensively managed grasslands. In *Ecological Economics*, roč. 168. 2020. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106488>

STYPINSKI, P. 2011. The effect of grassland-based forages on milk quality and quantity. In *Agronomy Research* (Special Issue II), roč. 9, 2011, s. 479-488.

TILVIKIENE, V. – VENSŁAUSKAS, K. – POVILAITIS, V. a kol. 2020. The effect of digestate and mineral fertilization of cocksfoot grass on greenhouse gas emissions in a

cooksfoot-based biogas production system. In *Energy, Sustainability and Society*, roč. 10, 2020, č. 13. <https://doi.org/10.1186/s13705-020-00245-6>

YUAN, Z.Q. – JIANG, X.J. – LIU, G.J. a kol. 2019. Responses of soil organic carbon and nutrient stock to human-induced grassland degradation in a Tibetan alpine meadow. In *Catena*, roč. 178, 2019, s. 40-48.

VARGA, J., KANIANSKA, R., SPIŠIAK, J. 2018. Impact of land use and ecological conditions on selected physical soil properties in relation to the earthworm abundance and biomass along an altitudinal gradient in Slovakia. In *Soil Science Annual*, roč. 69, 2018, č. 3, s. 160-168.

Vyhláška MP SR č. 151/2016 Z. z. z 21. marca 2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív.

Výnos MP SR č. 2145/2004-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom posudzovaní a hodnotení krmív, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu

Tento príspevok je podporený grantovou schémou Operačný program Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a kontraktu MPRV SR č. 342/2021/MPRVSR-220.

VPLYV PASIENKOVÉHO A LÚČNEHO MANAŽMENTU NA EKOSYSTÉM BIOTOPU LK3 MEZOFILNÉ PASIENKY A SPÁSANÉ LÚKY

THE INFLUENCE OF PASTURE AND MEADOW MANAGEMENT ON THE ECOSYSTEM OF BIOTOPE LK3 MESOPHIOUS PASTURES AND GRAZED MEADOWS

STELA JENDRIŠÁKOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36
Banská Bystrica, 974 21, Slovensko
e-mail: stela.jendrisakova@nppc.sk
ORCID: 0000-0001-7960-2175

Kľúčové slová: Biotop, mezofil, pasienok, produkcia, seno.

JEL klasifikácia: : Q54, Q56, Q57

Abstrakt

V príspevku prezentujeme hodnotenie úrody sušiny, kvality krmovín a botanické zloženie 2 porastov (1 lúka a 1 pasienok) biotopu Lk3 Mezofilné pasienky a spásané lúky. Experiment prebiehal počas 3 rokov, v rovnakých environmentálnych podmienkach v lokalite Strelníky. Botanické zloženie si zachovalo identitu biotopov, ktorú v každom roku potvrdil výskyt diagnostických rastlinných druhov. Produkcia sušiny nadzemnej fytohmoty bola na lúčnom poraste v 1. kosbe vyššia od 22,47 – 52,38% v porovnaní s produkciou v 2. kosbe. Produkcia sušiny nadzemnej fytohmoty na začiatku pasienkovej sezóny bola vyššia oproti letnému paseniu od 68,06 – 77,08 %. Seno biotopu Lk3 bolo v triede kvality II a bonita trávneho porastu bola na úrovni málohodnotný až menejhodnotný porast

Abstract

In this paper, we present the assessment of the dry matter yield, the quality of forage and the botanical composition of 2 stands (1 meadow and 1 pasture) of the biotop Lk3 Mesophilic pastures and grazed meadows. The experiment took place over 3 years, in the same environmental conditions in the Strelníky location. The botanical composition preserved the identity of the biotopes, which was confirmed by the occurrence of diagnostic plant species every year. The production of above-ground phytomass dry matter was 22.47-52.38% higher in the meadow in the 1st mowing compared to the production in the 2nd mowing. The production of above-ground phytomass dry matter at the beginning of the grazing season was higher compared to summer grazing from 68.06-77.08%. The hay of habitat Lk3 was in quality class II, and the quality of the grassland was at the level of low-value to low-value growth.

Úvod

Agroekosystémy silne závisia od súboru ekosystémových služieb (ES) poskytovanými prírodnými ekosystémami (POWER 2010). Emisie NH₃ a NO₂ vznikajúce pri chove dobytka a používaní hnojív (využívané aj k manažmentu ekosystémov) môžu viesť k zvýšenému ukladaniu dusíka alebo priamej intoxikácii rastlín citlivých na tento typ znečistenia (SUTTON et al., 2011). K cieľom Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) aj pre roky 2021 – 2027 patria opatrenia v oblasti klímy. Tieto boli formulované už v odporúčaniach uvedených vo

Vyhláske Ministerstva pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky 356/2010 Z. z., na výkon niektorých ustanovení zákona o ovzduší a ktorá pojednáva o. i. aj o chovoch hospodárskych zvierat, v časti 9.2.1 Správna stratégia kŕmenia, sa odporúča na zníženie nadbytočných dávok proteínov zvýšenie podielu pasenia. Predpokladá sa o. i., že zvýšením podielu pasenia bude prisun proteínov v krmive zodpovedať produkčnej úrovni zvierat, čím sa dosiahne zníženie obsahu nadbytočného dusíka v exkrementoch. Stratégia kŕmenia poskytuje nákladovo najúčinnnejšie možnosti znižovania emisií, nakoľko prináša efekt v každom stupni, kde sa amoniak môže uvoľňovať. Aby mohli byť tieto ciele reálne naplnené, je nevyhnutné zabezpečiť z trávnych porastov krmivo s optimálnou úrovňou výšky produkcie a kvality.

Produkcia krmiva prostredníctvom ekosystémov je zabezpečovaná na Slovensku v rôznej kvalite na výmere 4 467 647,11 ha/44 676,47 km² a poskytuje ju 72 rôznych ekosystémov (EUNIS). Na základe komplexnej celoslovenskej mapy ekosystémov a následným priradením relevantných ekosystémových služieb (ES) a ich potenciálu a produkcie na škále 0 až 5 je možné priradiť hodnoty vyjadrené v EUR/ha/rok každému ekosystému. Vysoký index (3,13) pre potenciál poskytovania ES spomedzi kategórie EUNIS E - Travinno-bylinné ekosystémy, majú Lk3 - Mezofilné pasienky a spásané lúky (E2.1 Permanent mesotrophic pastures and aftermath-grazed meadows) a Lk1 - Nížinné a podhorské kosné lúky (E2.2 Sub-Atlantic lowland hay meadows) (ČARNECKÝ et al, 2020). Živinový a vlhový režim sú najvýznamnejšími ekologickými faktormi ovplyvňujúcimi druhové zloženie, úrodnosť a kvalitu krmiva trávnych porastov (LICHNER, KLESNIL a HALVA, 1989). Prirodzené pasienkové a lúčne porasty tvoria nadzemné časti rastlín s neukončeným vývojom (SOMMER, 1985). Za optimálny sa považuje trávny porast s úrodou 50 - 70 % tráv, 10 - 30 % strukovín a menej ako 30 % ostatných lúčnych a pasienkových bylín, bez iných nežiaducich burín (PÖTSCH et al., 1994; HOLÚBEK, HOLÚBEKOVÁ, 2002). V lúčnom ekosystéme sú rastliny počas vegetačnej doby raz alebo i viackrát odstránené až po zásobné orgány buď kosbou, alebo kosbou i pastvou. Vďaka schopnosti rýchle sa vegetatívne obnoviť sú dobre prispôsobené hospodárskemu využívaniu. Pokiaľ nie je zabezpečené pravidelné obhospodarovanie, mezofilné lúky v dôsledku neustáleho zvyšovania živín v pôde z neodstránenej biomasy rýchlo zarastajú expanzívnymi bylinami a náletovými drevinami (RUŽIČKOVÁ et al, 2007).

Materiál a metódy

Predmetom výskumu bol botanický rozbor, pokryvnosť a početnosť rastlinných druhov v biotope národného významu: LK3 - Mezofilné pasienky a spásané lúky, na kvalitu krmovín a množstvo produkcie. Skúmali sme 2 trávne porasty rovnakého biotopu Lk3, ktoré boli extenzívne obhospodarované a bez použitia hnojív. Lúka (M) bola obhospodarovaná extenzívne dvojkosným spôsobom a pasienky (P) boli obhospodarované pasiením oviec.

Experiment bol realizovaný v rokoch 2019 až 2021 v oblasti Severné Podpoľanie, lokalita Strelníky, v nadmorskej výške 666 - 810 m. Podľa geomorfologického členenia SR patrí lokalita do oblasti Slovenské stredohorie, Poľana, Severné Podpoľanie. V oblasti je dlhodobý priemer zrážok ročne 600 – 800 mm a za vegetačné obdobie 400 mm. Priemerné ročné množstvo zrážok sa pohybuje od 680 mm (najnižšie polohy) do 1100 mm (Poľana). Sever územia je mierne teplý, vlhký, s chladnou až studenou zimou. Najchladnejším je mesiac január s teplotou do - 3 °C, najteplejším mesiac júl s priemernou dennou teplotou nad 16 °C a počet letných dní je do 50 (Atlas krajiny SR). V katastri Strelník sú najčastejšími pôdami kambizeme. Pre severnú časť územia sú typické kambizeme modálne a kultizemné, nasýtené až kyslé, pre južnú horskú časť územia sú charakteristické kambizeme podzolové. Kambizeme nasýtené tvoria prevažnú časť pôdneho krytu pod trávnyimi porastmi. Vyskytujú sa približne do

nadmorskej výšky 800 m n. m. na zvetralinách andezitových pyroklastík v tufovom a tufitovom vývoji s rôznou hĺbkou a obsahom skeletu (LAUKO, 2003).

Botanický výskum počas rokov 2019 – 2021 bol zameraný na zistenie druhového zloženia, uvedeného v popise biotopu v Katalógu biotopov (STANOVÁ, VALACHOVIČ, 2002). Botanické názvoslovie druhov je uvedené podľa Zoznamu nižších a vyšších rastlín Slovenska (MARHOLD a HINDÁK, 1998). Pozorovanie sa uskutočnilo na plochách s rozlohou 4 m², v štyroch opakovaníach v dvoch termínoch (v jarnom a letnom období), na lúčnom poraste biotopu v termínoch senokosnej zrelosti pre 1. a 2. kosbu a na spásanom biotope v termínoch pasienkovej zrelosti porastu. Botanické pozorovania boli spracované na stupnici podľa KLAPPA (1964). Z botanických zápisov sme vykonali hodnotenie kvality trávneho porastu podľa NOVÁKA (2004) na základe vzťahu: $E_{GQ} = \sum Si \cdot n(D \times FV)/8$, kde E_{GQ} (Evaluation of Grassland Quality) je bonitácia trávneho porastu; Si – rastlinný druh, Sn – počet druhov v botanickom zápise; D – dominancia druhu v %; FV (Feeding Value) je krmná hodnota druhu; 8 – faktor.

Kvalitu sena sme určili podľa NARIADENIA VLÁDY 439/2006. Parametre kvality sena boli zistené z reprezentatívnych vzoriek, ktoré boli analyzované na obsah sušiny (DM), celkového popola (TA), celkového proteínu (CP) a hrubej vlákniny (CF), acidodetergentnej vlákniny (ADV), neutrálnodetergentnej vlákniny (NDV). Sušina bola stanovená vysušením vzoriek pri 105 °C v teplovzdušnej sušiarňi počas 12 hodín. Celkový proteín sa analyzoval Kjeldahlovou metódou. Celkový popol bol stanovený spaľovaním vzorky pri 550 °C v muflovej peci počas 16 hodín (AOAC, 1980) a hrubá vláknina pomocou Van Soestovej metódy (GOERING a Van SOEST, 1970). Frakcie vlákniny: ADF – vzorka bola hydrolyzovaná v kyslom roztoku detergentu C₁₉H₄₂BrN (cetyltrimetyl amónium bromid), NDF: vzorka bola hydrolyzovaná v prostredí neutrálneho roztoku detergentu CH₃(CH₂)₁₀CH₂(OCH₂CH₂)_nOSO₃Na (laurylsulfát sodný). Metódy sú uvedené vo Výnose MP SR č. 2145/2004).

Hodnotenie produkcie sme vykonali gravimetricky (t.ha⁻¹). Výsledky boli spracované štatistickou metódou analýzy variancie ANOVA na posúdenie rozdielov bol použitý Tukeyov HSD test na hladine významnosti 0,05 z program. Statit Custom QC.

Výsledky a diskusia

Botanické zloženie lúky a pasienku na biotope Lk3 - Mezofilné pasienky a spásané lúky Na pasienkovom poraste (P) biotopu Lk3 - Mezofilné pasienky a spásané lúky sme zaznamenali každý rok chránené druhy *Gymnadenia conopsea*, *Orchis militaris*, *Orchis morio*, ktoré sa na lúčnom praste nevyskytovali. Pokryvnosť (tabuľka 1) botanickej skupiny tráv na pasienku v rokoch 2019 až 2021 mierne oscilovala na úrovni 75 % – 80 %. V agrobotanickej skupine leguminóz sme nezistili významné medziročné rozdiely v pokryvnosti. Etáž E₀ (machy) bola na pasienku veľmi dobre zapojená (70%). Z *Poaceae* dominovali trávy *Briza media* a *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis capillaris*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Trisetum flavescens*, *Luzula campestris*, *Nardus stricta*. V skupine bylín to boli *Acetosa pratensis*, *Centaurea stoebe*, *Colchicum autumnale*, *Geranium sylvaticum*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus corniculatus*, *Plantago major*, *Ranunculus acris*, *Veronica officinalis*, *Vicia cracca*, *Viola canina*. Na pasienku bol biotop Lk3 jasne identifikovateľný.

Pasením sa podporuje odnožovanie, a tým aj tvorba hustých porastov (HOLÚBEK a kol., 2005). Druhovú bohatosť a zapojenie bylinnej etáže týchto pasienkov je výrazne ovplyvnená intenzitou pasenia. Porasty sú nízke až stredne vysoké, ich pokryvnosť sa pohybuje od 85 – 100 % a počet druhov od 25 – 40 taxónov vyšších rastlín na 16 m² (UHLIAROVÁ et al., 2009). Pasenie by sa malo začať pri dostatočne preschnutom povrchu pôdy, aby nedochádzalo k poškodzovaniu mačiny a výška porastu by mala byť pri kontinuálnom pasení 4 – 10 cm a pri

rotačnom a honovom 10 – 15 cm (MLÁDEK et al. 2006). Zošľapovaním sa podporuje mačiotvorný proces a znižuje sa prevzdušnenie. Ohrýzaním a udupávaním ustupujú z porastu vysoké druhy. Pasenie lúčneho porastu môže tiež spôsobiť výraznejšie zmeny, ktoré vedú k poklesu výkonných vysokých lúčnych druhov (NOVÁK, 2007). V pokryvnosti botanických skupín (trávy, leguminózy, byliny) na biotope s rozdielnym manažmentom (pasený porast a kosený porast) sme zaznamenali v rokoch 2019 – 2021 zmeny, avšak rozdiely neboli štatisticky významné (tabuľka 6).

Na lúčnom poraste (M) sme pri špecifikácii botanického zloženia v rokoch 2019 - 2021 zistili, taxóny charakteristické pre biotop, avšak v porovnaní s pasienkovým porastom bez výskytu chránených taxónov. Na lúkach vzniká hustá mačina približne po 5 – 10 rokoch pasenia, vznik typického pasienkového porastu so všetkými charakteristickými vlastnosťami môže trvať aj 40 rokov intenzívneho rotačného alebo kontinuálneho pasenia (MLÁDEK et al. 2006). Biotop bol ohrozovaný výskytom taxónu *Calamagrostis epigejos*. V roku 2021 sme zaznamenali na lúčnom poraste (M) biotopu Lk3 vyšší podiel trávnych druhov (80 %) v porovnaní s rokmi 2019 a 2020 (75 %). Počas vegetačného obdobia 2019 a 2020 mali bylinné druhy rovnomerné zastúpenie (20 %), v roku 2021 sme zaznamenali pokles na 15 % (tabuľka 1). Na lúčnom poraste mali každoročne najvyšší podiel trávy *Agrostis capillaris*, *Arrhenatherum elatius*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa angustifolia*, nasledovali *Deschampsia cespitosa*, *Festuca rubra*, z bylín *Achillea millefolium*, *Bellis perenni*, *Bistorta major*, *Crepis biennis*, *Geranium sylvaticum*, *Knautia arvensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Leontodon hispidus*, *Poa chaixii*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago lanceolata*, *Plantago media*, *Phyteuma spicatum*, *Ranunculus sp.*, *Rhinanthus minor*, *Salvia pratensis*, *Taraxacum officinalis*, *Trifolium pratense*. Druhy rastúce v lúčnych porastoch menej odnožujú a výsledkom sú redšie porasty (HOLÚBEK, 2005). Pasienkové porasty sa odlišujú od lúčnych porastov v celkovom zložení, početnosti a pokryvnosti nadzemnej, ale aj podzemnej biomasy. Na pasienkoch je nadzemná biomasa predovšetkým tesne nad pôdnym povrchom. Na lúčnom poraste sa vytvorili vhodné podmienky pre *Achillea millefolium*, *Prunella vulgaris*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*. UHLIAROVÁ, et al. (2009), uvádza, že asociácia *Anthoxantho odorati - Agrostietum tenuis* Sillinger 1933 po revízii preradená do zväzu *Arrhenatherion elatioris* Koch 1926, by mala byť zaradovaná spolu s ostatnými asociáciami zväzu *Arrhenatherion elatioris* do biotopu Lk1 – nížinné a podhorské a kosné lúky.

Krmna hodnota a kvalita sena

Hodnota EGQ (bonita trávneho porastu) počas vegetačných období rokov 2019 – 2021 bola na biotope Lk3 - Mezofilné pasienky a spásané lúky v limite hodnôt pre stupeň „menej hodnotný až hodnotný TP (tabuľka 2). Hodnotenie sme realizovali v pasienkovej zrelosti porastov, ktorá spadá do fenofázy, keď dominantné trávy v poraste ukončujú odnožovanie a začínajú tvoriť stebľa (jarný aspekt), v tomto štádiu je paša pre zvieratá aj z hľadiska výživy lepšie stráviteľná a vhodná pre zabezpečenie optimálneho príjmu sušiny krmiva zvieratami. Odnožovanie tráv počas vegetačného obdobia dosahuje maximum na jar a ďalší významný vzostup je na prelome leta až jesene (letný aspekt). V priebehu rokov sa floristické zloženie trávnych porastov výrazne nezmenilo. Pokryvnosť (tabuľka 1) botanickej skupiny tráv na pasienku v rokoch 2019 až 2021 mierne oscilovala na úrovni 75 % – 80 %. V skupine bylín zaregistrovali aj výskyt jedovatých (toxických) druhov, s FV = -1 až -4, *Colchicum autumnale*, *Ranunculus acris*, *Senecio subalpinus*, ale ich pokryvnosť taktiež nepresiahla > 3 %. Autoregulačné mechanizmy týchto porastov umožňujú navyše striedavú dominanciu druhov, ktoré sú najlepšie prispôsobivé klimatologickým podmienkam toho, ktorého ročníka, čo sa výrazne prejavilo aj na skúmanom stanovišti a čo komplikuje orientáciu v kvalite krmu (ĐURKOVÁ et al., 2004). V agrobotanickej skupine leguminóz sme nezistili významné medziročné rozdiely v pokryvnosti. Krmna kvalita pasienkového porastu v priebehu

vegetačného obdobia kolíše a závisí na botanickom zložení, fenologickej fáze rastu, množstvo zrážok ako aj ďalších faktorov.

Kvalita sena

Hodnotenie sme realizovali v senokosnej zrelosti lúčneho porastu, ktoré v 1. kosbe vegetačného obdobia nastáva, keď je porast vo fenofáze vyklásenia maximálne 50 % z dominantných druhov tráv a 2. kosby po 6 týždňoch od 1. kosby. V trávnom poraste sme nezistili významné zastúpenie rastlín, evidovaných v Nariadení vlády 439/2006 Príloha 7: Zoznam škodlivých a jedovatých rastlín. Obsah N – látok a vlákny v sušine sena bol každý rok na úrovni triedy 2 (tabuľka 3). Obsah N – látok v lúčnom sene biotopu Lk3 - Mezofilné pasienky a spásané lúky bol v rozpätí, ktoré uvádzajú VALKO a JURÁČEK (2011) tj., že obsah dusíkatých látok sa v súbore lúčneho sena pohyboval v rozpätí od 49,4 do 132,1 g.kg⁻¹ sušiny.

Obsah živín a frakcie vlákny

Preukazné rozdiely v obsahu produkcie, vlákny a frakcií vlákny (ADV a NDV) v krmivách rôzne obhospodarováných biotopov z 1. odberov v rokoch 2019 – 2021 sa nepotvrdili (tabuľka 4) a rovnako ani medzi krmivami z 2. odberov (tabuľka 5). Optimálny obsah vlákny kvalitného trávneho porastu má byť do 250 g.kg⁻¹ (BUCHGRABER, 2005). Vyššie hodnoty obsahu hrubej vlákny sme zistili v krmivách z lúčneho porastu aj pasienku v 2. termíne odberu (tabuľka 5). Pri prežúvavcoch sa príjem krmív zvyšuje so stúpajúcim obsahom vlákny približne do 18 – 20 %. Keď krmivo obsahuje viac ako 26 % vlákny, spotreba krmív sa výrazne zníži (ŠIMKO *et al.*, 2017). Preukazné rozdiely obsahu frakcie vlákny NDV v krmivách z rovnakého termínu odberu s rôznym obhospodarováním biotopu Lk3 sa nepotvrdili (tabuľky 4 a 5), avšak priemerné hodnoty NDV prekročili optimálne hodnoty v krmivách biotopu s pasienkovým manažmentom pasienkov a v 2. termíne odberu aj v krmive s kosným manažmentom (tabuľka 5). Podiel NDV by nemal klesnúť pod 30 % a prekročiť 45 % v sušine KD. Pri nadmernom zvyšovaní obsahu NDV klesá príjem krmív a živín v KD (PETRIKOVIČ a SOMMER, 2002). NDV poskytuje energiu pre mikrobiálnu syntézu a zaisťuje správnu funkciu bachora (EASTRIDG, 2006). Vyššiu priemernú hodnotu ADV sme zistili v krmive z lúčneho porastu biotopu Lk3. Podiel ADV by nemal klesnúť pod 22 % v sušine KD, so zvyšovaním obsahu ADV klesá stráviteľnosť energie a živín v KD (PETRIKOVIČ a SOMMER, 2002).

Celková produkcia fytomasy

Na lúčnom poraste sme zaznamenali vyššiu priemernú produkciu (tabuľky 4 a 5). Produkcia lúky aj pasienka bola optimálna v porovnaní s dlhodobým priemerom úrody pasienkov (1,57 t.ha⁻¹) z rokov 1945 – 2004 a dlhodobého priemeru produkcie lúk (2,86 t.ha⁻¹) z rokov 1920 – 1993 (MICHALEC a JENDRIŠÁKOVÁ, 2006). Úrodová variabilita trávnych porastov v závislosti od ekologických podmienok a intenzity pratotechniky je mimoriadne veľká, od 1 – 15 t.ha⁻¹ (VELICH, 1986). Nehnojený lúčny porast produkuje 3,43 – 5,16 t.ha⁻¹ sušiny sena (HOLÚBEK a HOLÚBEK, 2013). Po vyčerpaní uvoľnených živín dochádza k 1 – 2 ročnej depresii v úrodách sušiny, po ktorej nasleduje režim adaptácie porastov novým podmienkam. V nich už variabilitu úrod zapríčiňujú väčšinou klimatické faktory (KRAJČOVIČ, 1997).

Záver

Obhospodarovanie porastov biotopov kosným alebo pasienkovým spôsobom nemalo významný vplyv na produkciu a obsah živín v krmivách. Priemerná produkcia sušiny nadzemnej trávovej fytomasy z lúčneho porastu bola vyššia ako na pasienku, či už v medziročnom porovnaní, ale aj v porovnaní v termínoch počas vegetačného obdobia. Štatisticky preukazné rozdiely v produkcii fytomasy a obsahu živín v krmivách biotopu sme

nezistili. Biotop Lk3 bol na poraste lúka aj pasienok dobre identifikovaný, no pri viacročnom obhospodarovaní rovnakého biotopu iba kosením v porovnaní s pasienkom, sme zistili, že na lúke sa zmenil podiel tráv v agrobotanickej skupine tráv, a tiež pokryvnosť v kompozícii bylín bola rozdielna oproti pasienku, avšak rozdiely neboli štatisticky významné (tabuľka 6). Na biotope Lk3 s pasienkovým obhospodarovaním sme zistili stúpajúci trend v pokryvnosti botanickej skupiny drevín (tabuľka 1), čo poukazuje na rozdielne energetické vstupy pre udržanie plochy agroekosystému odstraňovaním náletových drevín, v porovnaní s kosným manažmentom biotopu. Uvedený poznatok je v súlade s Miléniovým hodnotením ekosystémov, kde sa uvádza, že hodnotenie ekosystémov je prostriedkom hodnotenia mnohých odlišných aspektov zdravia ekosystémov a poskytovania ekosystémových tovarov a služieb.

Tabuľka 1 Aritmetické priemery pokryvnosti botanických skupín (%) počas vegetačného obdobia

Rok	2019		2020		2021	
Manažment	Kosený porast	Pasienkový porast	Kosený porast	Pasienkový porast	Kosený porast	Pasienkový porast
Pokryvnosť	100	100	100	100	100	100
Trávy	75	78	75	75	80	75
Leguminózy	5	5	5	6	5	6
Byliny	20	15	20	15	15	15
Prázdne miesta	0	0	0	1	0	0
Dreviny	0	2	0	3	0	4

Tabuľka 2 Aritmetický priemer krmnej hodnoty a interval bonity počas vegetačného obdobia 2019 – 2021

Manažment	Kosený porast		Pasienkový porast	
	Bonita trávneho porastu E _{GQ}	Krmná hodnota FV	Bonita trávneho porastu E _{GQ}	Krmná hodnota FV
Jarný aspekt	50 – 70	68,50	50 – 70	52,00
Letný aspekt	50 – 70	56,00	25 – 50	32,00

Vysvetlivky: FV – Feed value, E_{GQ} - Evaluation of grassland quality: E_{GQ} 50 – 70 - menej hodnotný až hodnotný, E_{GQ} 25 – 50 málo hodnotný až menej hodnotný, E_{GQ} 15 – 25 bezcenný až málo hodnotný, E_{GQ} 0 – 15 škodlivý až bezcenný

Tabuľka 3 Trieda kvality sena (Nariadenie vlády SR 439/2006)

Typ TP	Aritmetický priemer v sušine sena v rokoch 2019 - 2021		Trieda sena
	N-látky (g.kg ⁻¹) Aritmetický priemer	Vláknina (g.kg ⁻¹) Aritmetický priemer	
Pasienkový porast	110,36	225,04	II
Kosený porast	108,11	229,98	II

Tabuľka 4 Analýza variancie produkcie, hrubej vlákniny a frakcií vlákniny v krmive z 1. odberu v rokoch 2019 – 2021

	Produkcia (t.ha ⁻¹)				Vláknina (g.kg ⁻¹)				ADV (g.kg ⁻¹)				NDV (g.kg ⁻¹) (g.kg ⁻¹)			
	AP	SD	Min.	Max.	AP	SD	Min.	Max.	AP	SD	Min.	Max.	AP	SD	Min.	Max.
P	3,01 ^A	0,54	2,36	3,66	230,80 ^B	23,67	199,83	261,78	269,37 ^B	18,7	246,75	291,99	470,01	45,13	410,04	529,97
M	3,82 ^B	0,2	3,17	4,47	220,30 ^A	13,66	189,4	251,35	265,81 ^A	6,97	243,19	288,44	439,39	27,6	379,43	499,36

One way Anova, P < 0,05 (*), P < 0,01 (**)

Vysvetlivky: AP - aritmetický priemer, M - kosený porast, P - Pasienkový porast, SD - smerodajná odchýlka

Tabuľka 5 Analýza variancie produkcie, hrubej vlákniny a frakcií vlákniny v krmive z 2. odberu rokov 2019 – 2021

	Produkcia (t.ha ⁻¹)				Vláknina (g.kg ⁻¹)				ADV (g.kg ⁻¹)				NDV (g.kg ⁻¹) (g.kg ⁻¹)			
	AP	SD	Min.	Max.	AP	SD	Min.	Max.	AP	SD	Min.	Max.	AP	SD	Min.	Max.
P	2,23 ^A	0,43	1,86	3,39	257,06 ^A	25,45	189,07	275,06	296,04 ^A	37,16	214,09	348,28	458,79 ^A	33,76	403,05	514,53
M	3,55 ^B	0,64	2,74	4,32	252,748 ^B	28,13	194,49	280,48	281,19 ^B	46,08	228,94	363,14	462,69 ^B	35,76	406,95	518,43

One way Anova, P < 0,05 (*), P < 0,01 (**)

Vysvetlivky: AP - aritmetický priemer, M - kosený porast, P - Pasienkový porast, SD - smerodajná odchýlka

Tabuľka 6 Pokryvnosť botanických skupín na biotope s manažmentom pasenia a kosenia v rokoch 2019 - 2021

	Typ manažmentu	Aritmetický priemer	Smerodajná odchýlka	Min.	Max.
Trávy	Kosený porast	76,67 ^B	2,89	72,85	80,48
	Pasienkový porast	76,00 ^A	1,73	72,18	79,82
Leguminózy	Kosený porast	5,00 ^A	0,01	1,24	11,24
	Pasienkový porast	8,67 ^B	5,51	2,42	14,91
Byliny	Kosený porast	18,33 ^B	2,89	15,06	21,61
	Pasienkový porast	15,00 ^A	0,01	11,73	21,61

One way Anova, P < 0,05 (*), P < 0,01 (**)

Zoznam bibliografických odkazov

ČERNECKÝ J, GAJDOŠ P, ĎURICOVÁ V, ŠPULEROVÁ J, ČERNECKÁ Ľ, ŠVAJDA J, ANDRÁŠ P, ULRICH L, RYBANIČ R, POVAŽAN R. 2020. Hodnota ekosystémov a ich služieb na Slovensku. Banská Bystrica: ŠOP SR, 166 pp. ISBN 978-80-8184-078-4.

ĎURKOVÁ, E., JANČOVIČ, J., VOZÁR, Ľ. 2004. Kvalita krmu z trávnych porastov. In Produkčné, ekologické a krajinotvorné funkcie trávnych ekosystémov a krmných plodín. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie, Nitra 30. september 2004. FAPZ SPU Nitra. S. 9499. ISBN80-8069-409-5.

EASTRIDGE, M. L. 2006. Major advances in applied dairy cattle nutrition. In Journal of Dairy Science, vol. 89, no. 4, pp. 1311-1323. ISSN 0022-0302.

HEGEDŮŠOVÁ, K., RUŽIČKOVÁ, H. MILAN JANÁK, M. Manažmentový model pre horské trojštetové lúky. Dostupné na:

https://daphne.sk/sites/daphne.sk/files/uploads/MM08_trojstetove_2.pdf

HOLUBEK, I., HOLUBEK, R. 2013. Production and economic analysis of mountain grasslands in low-input farming system/Produkčná a ekonomická analýza horských trávnych porastov v low input systéme obhospodarovania. In Journal of Central European Agriculture, 2013, 14(3), p. 331-346. ISSN 1332 – 9049.

HOLUBEK, R. a kol. 2005. Pasienkárstvo a trávne porasty. Nitra: SPU 2005. s. 54-120. ISBN 80- 8069-479-6. KLAPP, E. 1964. Wiesen und Weiden. 4. Auf. Berlin-Hamburg, 620 s.

KRAJČOVIČ, V., 1997. Dynamika tvorby paše na poloprirodných trávnych porastoch. In: KRAJČOVIČ, V. a kol. 1968. Krmovinnárstvo. Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry v Bratislave, 1968, 564 s. ISBN 64-032-68.

LAUKO, V. 2003. Fyzická geografia Slovenskej republiky", MAPA Slovakia, Bratislava, 2003, 106 s.

LIČNER, S., KLESNÍL, A., HALVA, E. 1983. Krmovinnárstvo. 1 vyd. Bratislava: Príroda, 1983. 551 s. ISBN 64 - 011 - 83.

MARHOLD, K., HINDÁK, F. (eds.) 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava: Veda, 1998. 687 s. ISBN 80-224 - 0526.

MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington, DC: Island Press. 266 pp. http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf. Accessed 8 July 201

MICHALEC, M., JENDRIŠÁKOVÁ, S. 2006. Prírodný produkčný potenciál trvalých trávnych porastov (TTP) na Slovensku. In: Podtatranské pažite : zborník referátov zo sympózia a vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. – Nitra: SPU, 2006. - s. 73-77.

MLÁDEK, J., PAVLŮ, V., HEJCMAN, M., GAISLER, J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. Metodická příručka pro ochranu přírody a zemědělskou praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha. 104

NARIADENIE VLÁDY SR č. 439/2006 Z.z. o kŕmnych surovinách, príloha č. 7.

NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. Prievidza: Patria I. spol. s r. o., 2008.

NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. *Ekológia* : Bratislava, Vol. 23, 2004, Issue 2, pp. 127-143, e-ISSN 1337-947X.

OOM, S. P., SIBBALD, A. M., HESTER, A. J. MILLER, D. R. & Legg, C. J. 2007. Impacts of sheep grazing a complex vegetation mosaic: Relating behaviour to vegetation change. In *Journal Agriculture, Ecosystems & Environment* 124, p. 219-228.

POWER AG. 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365:2959–2971. DOI: /10.1098/rstb.2010.0143. Accessed 8 October 2019.

PÖTSCH, M. E. BUCHGRABER, K., HAIN, E. 1994. Unkrautregulierung am Grünland. *Sonderbeil. Pfl. Artz.*, 5, 1994, s. 1 – 12.

RUŽIČKOVÁ, H., ŠKODOVÁ, I., JANÁK, M. 2007. Manažmentový model pre mezofilné lúky.

Dostupné na: https://www.daphne.sk/sites/daphne.sk/files/uploads/MM07_Arrhenatherion.pdf

SOMMER, A. et al. 1985. Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat. 1. Vyd. Bratislava: Príroda, 1985, str. 279.

SUTTON M. A., HOWARD C. M., ERISMAN J. W., BILLEN G., BLEEKER A., GRENNFELT P., GRINSVEN, B. 2011. The European Nitrogen Assessment: Sources, Effects and Policy Perspectives. Cambridge University Press, Cambridge [online]. [cit. 2019-04-02]. Dostupné na:

http://assets.cambridge.org/97811070/06126/frontmatter/9781107006126_frontmatter.pdf:

ŠIMKO, M., BÍRO, D., JURÁČEK, M. 2017. Kŕmenie prežúvavcov. Vyd. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 145 s. ISBN 978-80-552-1785-7

UHLIAROVÁ, E., SMATANOVÁ, J., JANÁK, M., JANIŠOVÁ, M. 2009. Manažmentový model pre mezofilné pasienky. Dostupné na: https://www.daphne.sk/sites/daphne.sk/files/uploads/MM09_Cynosurion_0.pdf

VELICH, J. 1986. Studium vývoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového procesu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. 162 s.

VICENÍKOVÁ, A., POLÁK, P. (eds), 2003: Európsky významné biotopy na Slovensku. ŠOP SR, Banská Bystrica, 152 p.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla v rámci úlohy odbornej pomoci: Analýza stavu trávnych porastov s vysokou biodiverzitou pre účely plnenia Smernice EÚ č. 2018/2001, vďaka podpore z kontraktu č. 433/2020/MPRVSR-5000.

VPLYV RÔZNEJ INTENZITY KOSBY NA DRUHOVÚ ROZMANITOSŤ TRÁVNEHO PORASTU

INFLUENCE OF DIFFERENT INTENSITY OF MOWING ON THE SPECIES DIVERSITY OF THE GRASS VEGETATION

ZUZANA KOVÁČIKOVÁ, VLADIMÍRA VARGOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36
Banská Bystrica, 974 21, Slovensko
e-mail: zuzana.kovacikova@nppc.sk
ORCID: 0000-0001-6974-5631

Kľúčové slová: rôzna intenzita kosby¹, trvalé trávne porasty², Shannonov index diverzity³, Shannonov index vyrovnanosti⁴, počet druhov⁵

JEL klasifikácia: Q24, Q56

Abstrakt

Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej intenzity kosenia na druhovú rozmanitosť trávnych porastov. Pokus bol založený na trávnom poraste v okrese Banská Bystrica – Suchý Vrch. Pôda bola charakteristická veľmi vysokým obsahom dusíka a draslíka. Zásoba prijateľného fosforu v pôde bola na nízkej úrovni. Sledovania prebiehali počas štyroch rokov a porast bol rozdelený do štyroch variantov. Trávne porasty boli kosené v závislosti od variantu 1x, 2x, 3x alebo 4x za rok. Zo Shannonovho indexu diverzity vyplýva, že extenzívne kosné využívanie porastu malo za následok zvýšenie a rozvoj druhovej diverzity.

Abstract

The aim of this work was to determine the influence of different intensity of mowing on the diversity of grassland and abundance of species. The experiment was carried in Banská Bystrica – Suchý Vrch. The soils were characterized by very high content of nitrogen and potassium. The supply of acceptable phosphorus in the soil was low level. The monitored periods were four years and the grass was divided into four treatments. The grasslands were mowed depending on the variant 1x, 2x, 3x or 4x per year. According to the Shannon diversity index, an extensive cutting regime led to an increase in species diversity and its development.

Úvod

Druhové zloženie trávnych porastov je výsledkom pôsobenia interakcií všetkých ekologických faktorov v ekosystéme a zároveň spôsobu a intenzity využívania. Dôležitým faktorom zodpovedným za zmeny v rastlinných spoločenstvách sú zmeny vo využívaní pôdy a zlepšovaní poľnohospodárskych systémov, ktoré majú výrazný vplyv na vegetáciu. Floristická diverzita zohráva dôležitú úlohu pri stabilite a produkcii trávneho ekosystému a predstavuje celkovú rozmanitosť druhov, žijúcich na konkrétnom stanovišti. Prostredie bohatšie na živiny však nemusí ovplyvňovať rozmanitosť druhov. Pri vyššej zásobe živín v pôde druhové bohatstvo rastlín obvykle klesá. Na danom stanovišti sa preto môže vyskytovať viac jedincov jednotlivých druhov, ale nie väčší počet druhov (Novák, 2008). Diverzita trávnych druhov sa mení v závislosti od aktuálnych podmienok prostredia, ktorým je vystavená ďalšia existencia, či zánik druhov (Bačová *et al.*, 2009). Dôležitým faktorom zodpovedným za

zmeny v rastlinných spoločenstvách sú zmeny vo využívaní pôdy a zlepšovaní poľnohospodárskych systémov, ktoré majú výrazný vplyv na vegetáciu (Kački a Hegedúšová, 2019; Lukács *et al.*, 2020). Vysoká diverzita je obvykle spojená s relatívne nízkou produktivitou, ktorá je odrazom zásoby prístupných živín na stanovišti a aj od spôsobu obhospodarovania trávneho porastu (Tasser a Tappeiner, 2009). Ryser *et al.* (1995), Hansson (2000), Wahlman a Milberg (2002) uvádzajú, že druhová rozmanitosť v trávnych porastoch klesá s časom po skončení obhospodarovania. Preto pri riešení problematiky obnovy a obhospodarovania lúk a pasienkov je nutné hľadať odpovedajúci kompromis riešenia. Pre zachovanie určitej diverzity v krajinnom meradle bude nutné niekedy hospodáriť intenzívne, inokedy extenzívne, s rôznou organizáciou kosieb. Druhová pestrosť trávnych porastov v praxi veľmi závisí od spôsobu obhospodarovania (Šarapatka a Čížková, 2007).

Cieľom práce bolo zistiť vplyv rôznej intenzity kosenia na druhovú rozmanitosť trávnych porastov.

Materiál a metódy

Pokus s rozdielnym termínom prvej kosby a rôznou intenzitou využívania bol založený na produkčnom trávnom poraste v okrese Banská Bystrica - Suchý Vrch v nadmorskej výške 460 m. Sledovania prebiehali počas štyroch rokov. Územie má mierne vrchovinový a hornatinový charakter. Dlhodobý priemer denných teplôt vzduchu je 8 °C, za vegetáciu 15,50 °C. Úhrn dlhodobých ročných zrážok predstavuje 819,50 mm a za vegetáciu 431,50 mm. Pôdnym typom sú kambizeme, pôdny druh je piesočnatohlinitá až hlinitá pôda, stredne hlboká až plytká. Podľa agrochemického rozboru pôdy bola na ploche zaznamenaná neutrálna pôdna reakcia (hodnota pH 6,68). Pôda sa vyznačovala veľmi vysokým obsahom celkového dusíka (3,46 g.kg⁻¹), nízkou koncentráciou fosforu (13,08 mg.kg⁻¹) a veľmi vysokou zásobenosťou draslíka (215,63 mg.kg⁻¹) a horčíka (1511,18 mg.kg⁻¹). Využívanie porastu bolo nasledovné: 1. intenzívne - 4 x kosený porast (1. kosba do 15.5; ďalšie po 45. dňoch); 2. stredne intenzívne – 3 x kosený porast (1. kosba od 16.5. do 31.5.; ďalšie 2 kosby po 60. dňoch); 3. málo intenzívne – 2 x kosený porast (1. kosba od 1.6. do 15.6.; druhá kosba po 90. dňoch).

Ukazovateľom štruktúry trávnych porastov je tzv. druhová diverzita. Túto druhovú diverzitu možno veľmi ľahko vyjadriť počtom druhov, ktoré spoločenstvo vytvára (Klimeš, 2004). Presnejšie povedané, diverzitu môžeme vyjadriť k niektorému indexu druhovej diverzity, ktorý môže na jednom čísle uviesť počet druhov v komunite a ich priemerné zastúpenie. Čím rozmanitejší ekosystém je, tým stabilnejší je. Charakteristickou črtou, ktorá berie do úvahy množstvo biomasy (časti) a druhov, je Shannonov index diverzity a vyrovnanosti (Gliessman, 2015). Podľa Shannonovho indexu sme vypočítali diverzitu a vyrovnanosť trávnych porastov (Begon, Harper a Townsend, 1997).

Shannonov index diverzity (Begon, Harper a Townsend, 1997):

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

H – index diverzity

S – celkový počet druhov v snímke

P_i – podiel *i*-teho druhu na snímke

Shannonov index vyrovnanosti (Begon, Harper a Townsend, 1997):

$$J = \frac{- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}$$

J – index vyrovnanosti
 S – celkový počet druhov v snímke
 P_i – podiel i -teho druhu na snímke

Výsledky a diskusia

Poloprirodné trávne porasty sú udržiavané ľudským manažmentom, najmä kosením a pasením. Výskum je potrebný na vyhodnotenie vplyvu kosenia na biodiverzitu a na preskúmanie účinkov na jednotlivé druhy. To by umožnilo kontrolovať biomasu kosením a určovaním inváznych druhov, ktoré si vyžadujú dodatočnú kontrolu, alebo pôvodných druhov, ktoré si vyžadujú osobitnú ochranu (Smith *et al.*, 2018). Induktívny prístup k identifikácii ekosystémových služieb (zdola-nahor) umožňuje posúdiť ekologické a spoločenské funkcie vegetácie na základe diverzity fytocenóz a jej hodnotenia podľa fytocenologických zápisov (Petrášová, 2015).

Na základe pokryvnosti rastlinných druhov (parameter D v %) sme vypočítali Shannonov index druhovej diverzity (H) a vyrovnanosti (J). Hodnoty indexu H sa väčšinou pohybujú medzi 1,50 a 3,50 a iba zriedka prekračujú 4,50. Citlivo reaguje na viaceré charakteristiky rastlinných spoločenstiev, ako sú počet druhov, ich pokryvnosť, suma pokryvnosti všetkých druhov, čiastočne aj dominancia (Halada, 1998). Kanka (2000) konštatuje, že Shannonov index je komplexnejší. Je funkciou významnosti druhov a reaguje aj na vyrovnanosť spoločenstva (ekvitabilitu). Vypočítané hodnoty Shannonovho indexu druhovej diverzity sú uvedené v tabuľke 2.

V prvom roku využívania sa hodnota indexu (H) pohybovala od 2,11 do 2,66. Najnižšia hodnota (1,95) bola nameraná v druhom roku využívania na intenzívne využívanom variante v 1. kosbe. V treťom roku došlo k zvýšeniu indexu druhovej diverzity na variantoch v porovnaní s prvým sledovaným rokom. Hodnota Shannonovho indexu sa pohybovala v rozpätí od 2,51 do 2,89 (tab. 1). Index diverzity H sa začal blížiť k hodnote 3. Na extenzívne využívanom variante (variant 4) bola v poslednom roku zaznamenaná najvyššia druhová diverzita 2,94 (1. kosba) počas sledovaného obdobia. To je v súlade s výsledkami Imrichovej (2006) a Varėkovej *et al.* (2007). Extenzívne využívané trávne porasty sú z hľadiska druhovej diverzity najbohatšie. V štvrtom roku sme zaznamenali zvýšenie hodnoty diverzity oproti prvému roku sledovania, aj keď ku koncu vegetácie sme zaznamenali mierny pokles. Hanzes *et al.* (2007) poukazujú na pozitívny vplyv využívania na diverzitu rastlín. Skládanka a Hrabě (2008) uvádzajú, že druhové najpestrejšie sú trávne porasty pri trojkosnom využívaní.

Tab. 1 Shannonov index diverzity H

Variant	Kosba	Roky			
		1.	2.	3.	4.
1	I.	2,11	1,95	2,61	2,43
	II.	2,58	2,61	2,65	2,83
	III.	2,44	2,57	2,89	2,70
	IV.	2,66	2,39	2,70	2,46
2	I.	2,25	2,25	2,52	2,57
	II.	2,41	2,46	2,89	2,75
	III.	2,53	2,31	2,68	2,48
3	I.	2,40	2,34	2,51	2,61
	II.	2,41	2,12	2,56	2,47
4	I.	2,56	2,24	2,68	2,94
	II.	2,57	2,42	2,71	2,46

Na základe vypočítaného indexu druhovej diverzity, je najpriateľnejší index vyrovnanosti (J). Hodnoty indexu sú uvedené v tabuľke 2. Jurko (1990) uvádza, že čím sa hodnoty viac blížila k 1, tým je spoločenstvo vyrovnanejšie.

Vplyvom intenzity využívania sa hodnota indexu v prvom roku zvyšovala ku koncu vegetácie na všetkých sledovaných variantoch. Najvyššia vyrovnanosť porastu v tomto roku využívania (0,86) bola na variante intenzívnom, s najvyšším počtom využítí počas roka (4 kosby). Najnižšia hodnota indexu J bola zaznamenaná na prvom variante v 1. kosbe (0,61), kde sa zistila aj najnižšia hodnota druhovej diverzity. V treťom roku sa nezaznamenali výrazné zmeny vo vyrovnanosti porastu, hodnoty indexu sa pohybovali v rozpätí od 0,78 do 0,88. V poslednom roku obhospodarovania sa zvýšila vyrovnanosť porastu na málo intenzívne využívanom variante (dve kosby počas roka), pri porovnaní s prvým rokom. Zvýšenie indexu J sme zaznamenali aj na variante 3 (stredne intenzívne využívaný), výnimku predstavuje len 3. kosba, na úroveň 0,83. Najvyššia vyrovnanosť porastu sa dosiahla na extenzívne využívanom variante 0,91. Index vyrovnanosti sa začal približovať k hodnote 1, možno teda konštatovať, že porast pri takomto spôsobe využívania bol najvyrovnanejší.

Skládanka a Hrabě (2008) pri použití Hillovho indexu diverzity (N2), zistili vyššiu hodnotu indexu pri nehnosených porastoch (dvojkosných a trojkosných) ako pri porastoch, ktoré boli využívané rovnako, avšak hnojené.

Tab. 2 Shannonov index vyrovnanosti J

Variant	Kosba	Roky			
		1.	2.	3.	4.
1	I.	0,76	0,61	0,78	0,74
	II.	0,76	0,82	0,79	0,87
	III.	0,77	0,80	0,84	0,82
	IV.	0,86	0,77	0,84	0,80
2	I.	0,71	0,72	0,79	0,80
	II.	0,75	0,80	0,86	0,84
	III.	0,83	0,77	0,84	0,83
3	I.	0,75	0,78	0,80	0,80
	II.	0,80	0,72	0,84	0,81
4	I.	0,79	0,75	0,84	0,91
	II.	0,84	0,82	0,88	0,79

Záver

Väčšina nelesných porastov si vyžaduje pravidelný manažment, najčastejšie poľnohospodárske obhospodarovanie. Pravidelné kosenie tak môže zachovať biodiverzitu a zároveň je aj neoddeliteľnou súčasťou riadenie trávnych porastov.

V hodnotenom trávnom poraste sme po štyroch rokoch sledovania zistili, že floristické zloženie bolo ovplyvnené počtom kosieb. Extenzívne kosné využívanie malo za následok rozvoj druhovej diverzity, ktorá sa prejavila najvyššími hodnotami Shannonovho indexu diverzity (2,94). Zároveň na predmetnom variante sme zaznamenali aj najviac vyrovnanú distribúciu rastlinných druhov v sledovanom trávnom poraste.

Zachovanie druhovej diverzity je podmienené dobrým stavom konkrétnych ekosystémov a biotopov. To znamená, že ekologicky optimálna priestorová štruktúra a využívanie krajiny je významným predpokladom trvalo udržateľného rozvoja. Ekosystémové služby ovplyvňujú a skvalitňujú 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.

Zoznam bibliografických odkazov

BAČOVÁ, S., JANČOVIČ, J., VOZÁR, Ľ. 2009. Zmeny floristickej skladby pri rôznom manažmente využívania trávneho porastu. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 12, 2009, č. 3, s. 65- 68. ISSN 1336-9245

BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. 1997. *Ekologie – jedinci, populace a spoločenstva*. Olomouc : Vydavatelství University Palackého, 1997, 949 s. ISBN 80-7067-695-7

GLIESSMAN, S. R. 2015. Agroecology: A Growing Field, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39:1, 1-2, DOI: 10.1080/21683565.2014.965869

HALADA, Ľ. 1998. *Krajinnoekologické hodnotenie vegetácie* : kandidátska dizertačná práca. Nitra : Ústav krajinnej ekológie SAV, 1988, 121 s.

HANSSON, M., FOGELFORS, H. 2000. Management of a semi-natural grassland result from a 15-years-old experiment in southern Sweden. In *Journal of Vegetation Science*, issue 11, 2000, vol. 1, pp. 31-38. ISBN 978-80-210-4585-9

HANZES, Ľ., JANČOVIČ, J., BRITAŇÁK, N., LIPTÁK, L., ILAVSKÁ, I. 2007. Zmeny druhovej diverzity TTP na terasových pásoch políach v Nízkych Tatrách. In *Súčasnosť a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny: zborník prác z vedeckej konferencie*. Nitra : SPU, 2007, s.45-49. ISBN 978-80-8069-929-1

IMRICHOVÁ, Z. 2006. Biodiverzita trávnych porastov v závislosti od intenzity a spôsobu využívania. In *Podtatranské pažite : zborník referátov zo sympózia a vedeckej konferencie*, Levoča, 2006, s. 39-43. ISBN 80-8069-721-3

JURKO, A. 1990. *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava : Príroda, 1990, 183 s. ISBN 80-07-00391-6

KĄCKI, Z., HEGEDŮŠOVÁ, K. 2019. Plant community responses to changes in management. In *Biologia*, Volume 74, Issue 4, 2019, pp 335-337 74: 335. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00228-9>

KANKA, R. 2000. Fytodiverzita rastlinných spoločenstiev s dubom plstnatým v Malých Karpatoch. In *Acta environmentalica universitatis comenianae*. vol. 10, 2000, pp. 56-61. ISSN 1335-0285

KLIMEŠ, F. 2004. Lukařství a pastvinářství. Biodiagnostika a speciální prátotechnika. ZF JČU České Budějovice, 142 s.

LUKACS, M., VOZÁR, Ľ., KOVÁR, P., HRIC, P., VEREŠOVÁ, P. 2020. Vplyv rôznej intenzity kosby na trávny porast v teplých a suchých podmienkach. In *Vedecké práce Katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov 2020*, Nitra : SPU s. 179-185. ISBN 978-80-552-2244-8.

NOVÁK, J. 2008. *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza : Patria I. spol. s r. o., 2008, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1

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

RYSER, P., LANGENAUER, R., GIGON, A. 1995. Species richness and vegetation structure in a limestone grassland after 15 years management with six biomass removal regimes. In *Folia Geobotanica*. Vol. 30, 1995, n. 2, pp. 157-167. ISSN 1211-9520

SKLÁDANKA, J., HRABĚ, F. 2008. Vliv hnojení a intenzity využití na druhovou skladbu, diverzitu a kvalitu travního porostu. In *Agriculture*, roč. 54, 2008, č. 1, s. 1-8. ISSN 0551-3677

ŠARAPATKA, B., ČÍŽKOVÁ, S. 2007. Diverzita trávnych porastů v ekologickém zemědělství ve vztahu k dotační politice, 2007. In *Ekológia trávneho porastu VII*. Banská Bystrica : SCPV-VÚTPHP, 28.-30.11. 2007, s. 114-117. 978-80-88872-69-6

SMITH, A. L., BARRETT, R. L., MILNER, R. N. C. 2018. Annual mowing maintains plant diversity in threatened temperate grasslands. *Applied vegetation science*, 21, 207-218. DOI: 10.1111/avsc.12365

TASSER, E., TAPPEINER, U. 2009. Impact of land use changes on mountain vegetation. In *Applied Vegetation Science*. Vol. 5, 2002, Issue 2, pp. 173-184. DOI: 10.1111/j.1654-109X.2002.tb00547.x

VAŘEKOVÁ, P., SVOZILOVÁ, M., MIČOVÁ, P. 2007. Pokryvnost' agrobotanických skupin a výskyt pýru plazivého (*Elytrigia repens*) v lučním porostu. In *Multifunkční obhospodařování a využívání travních porostů v LFA : sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference*. Rapotín, 13.11.2007, s. 126-130. ISBN 978-80-87144-00-8

WAHLMAN, H., MILBERG, P. 2002. Management of semi-natural grassland vegetation: evaluation of a long-term experiment in southern Sweden. In *Annales Botanici Fennici*, vol. 39, 2002, n. 2, pp. 159-166. ISSN 0003-3847

OCEŇOVANIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV Z POHLADU ZÁCHYTU CO₂

VALUATION OF PERMANENT GRASSLAND ECOSYSTEM SERVICES FROM THE PERSPECTIVE OF CO₂ CAPTURE

ŠTEFAN POLLÁK, MARIANA JANČOVÁ,
ZUZANA DUGÁTOVÁ, MIRIAM KIZEKOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica
Mládežnícka 36
Banská Bystrica, 974 21, Slovensko
e-mail: stefan.pollak@nppc.sk
ORCID: 0000-0002-5474-4836

Kľúčové slová: Emisie, straty uhlíka, záchyty uhlíka, zásoby uhlíka, trávne porasty.

JEL klasifikácia: Q16,Q57

Abstrakt

Procesy a dynamiku sekvestrácie uhlíka na trvalých trávnych porastoch radíme k regulačným a podporným ekosystémovým službám. Emisie a odstraňovanie skleníkových plynov v kategórii trávnych porastov boli získané pomocou metodiky IPCC 2006 GL pre LULUCF a národných údajov o trávnatých porastoch a výmere pôdy prepočítanej na trávnaté porasty v roku 2020. Celková výmera trávnych porastov na Slovensku v roku 2020 bola 850 027 ha. Je to približne 17,3 % celkovej plochy územia Slovenska. Na trávnatých plochách sa v posledných rokoch dramaticky znižuje zachytávanie CO₂. V roku 2020 bol zaznamenaný záchyt -92,86 Gg CO₂. Príspevok dokumentuje klesajúcu schopnosť zachytávania CO₂ a sekvestrácie uhlíka trávnyimi porastmi po jednotlivých položkách od pôdnej zložky, cez živú až po odumretú organickú hmotu. V roku 2020 pri priemernej cene emisnej povolenky 24,44 €·t⁻¹ dosiahla hodnota ekosystémovej služby trvalých trávnych porastov pri záchytoch CO₂ 2 269 524,45 €.

Abstract

The processes and dynamics of carbon sequestration in perennial grasslands we include to the regulatory and supporting ecosystem services. Greenhouse gas emissions and removals in the grassland category were obtained using the IPCC 2006 GL methodology for LULUCF and national data on grassland and land area converted to grassland in 2020. The total area of grassland in Slovakia was 850 027 ha in 2020. It is approximately 17.3 % of the total land area of Slovakia. Grasslands have shown dramatic decline CO₂ capture in recent years. In 2020, a capture of -92.86 Gg CO₂ was recorded. This article documents the decreasing ability of grasses to capture the CO₂ and carbon sequestration by individual items from the soil component, through the living to dead organic matter. If the average price of emission allowance in 2020 was 24.44 € per ton, then the value of ecosystem service of permanent grassland for CO₂ sequestration reached 2 269 524,45€.

Úvod

Človek rozumný ako biologický druh od nepamäti využíval prírodné prostredie a prírodné zdroje. Vplýval priamo aj nepriamo na okolité prostredie, na prírodné zložky v priestore aj čase. Postupne sa menil charakter pôsobenia, nešlo už len o krátkodobé, strednodobé a dlhodobé pôsobenie, ale aj priestorové od miestnej, regionálnej až po globálnu mierku. Ako uvádza

Mederly et al. (2019) vzájomné spolupôsobenie prírody a človeka je základom pre koncept ekosystémových služieb - ES sú teda koncepciou na pomedzí prírodných, sociálnych a ekonomických vied. Dynamiku tohto procesu spomína Černecký et al. (2020) ako neustále prebiehajúce prírodné procesy, kde ráta sekvestráciu uhlíka, udržiavanie vhodných atmosférických podmienok atď., ktoré nenahradiťne pomáhajú pri udržiavaní stabilnej klímy na národnej a medzinárodnej úrovni. Vyhodnotenie ES regulácie globálnej klímy je nevyhnutným podkladom pre nastavenie udržateľného využívania krajiny. Z hľadiska významu sú na prvom mieste lesné ekosystémy, poľnohospodárska krajina a trávne porasty.

Jedinečné komplexy ekosystémov, ako sú trvalé trávne porasty, ktoré zaberajú široké spektrum rôznorodých štruktúr v geografickom priestore sú charakteristické pestrými ekologickými nárokmi. Významnou mierou sa svojimi funkciami podieľajú na stabilite a biologickej diverzite územia a slúžia aj ako stabilizujúci prvok kultúrnej krajiny. Ich význam z hľadiska absorpcie emisií je značný, aj keď doposiaľ nie exaktne podchytený. Slovenská republika ako členský štát OSN sa prihlásila k rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy (UNFCCC) a zaviazala sa okrem iného monitorovať a reportovať každoročne emisie skleníkových plynov produkované v rôznych sektoroch v rámci SR.

Povinnosť vykazovať emisie z využívania krajiny vyplýva aj z Európskej legislatívy a to konkrétne z „Rozhodnutia Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 529/2013 o pravidlách započítavania a akčných plánoch pre emisie a absorpcie skleníkových plynov vyplývajúce z činností súvisiacich s využitím pôdy, so zmenami vo využívaní pôdy a lesným hospodárstvom“, na základe ktorého je Slovenská republika povinná evidovať emisie z poľnohospodárskej výroby. V súčasnosti je platný legislatívny stav na základe Nariadenia EP a Rady (EÚ) 2018/1999 z 11. decembra 2018 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy, ktorým sa menia Nariadenia EP a Rady (ES) č. 663/2009 a (ES) č. 715/2009.

Dôležitou súčasťou agendy UNFCCC je sektor LULUCF. Tento sektor zahŕňa všetky skleníkové plyny (CO_2 , CH_4 a N_2O) a základné znečisťujúce látky z lesných požiarov (NO_x a CO). Jednotlivé inventáre kategórií LULUCF sú prepojené so všetkými relevantnými procesmi, ktoré súvisia s piatimi zásobami uhlíka (živá biomasa – nad zemou a pod zemou, mŕtva organická hmota – mŕtve drevo a opad, uhlík v pôde), ako sú definované v Marakéšskych dohodách. Okrem toho sa produkty z dreva označované ako produkty z vyťaženeého dreva (HWP) vykazujú, ako dodatočná skupina v rámci LULUCF (sektor CRF 4.G).

V sektore LULUCF je inventarizácia založená na definícii reprezentatívnych typov kategórií využitia pôdy – lesná pôda (Forest land, FL), orná pôda (Crop land, CL), trávne porasty (Grass land, GL), mokrade (Wetlands), sídla (Settlements, S) a iná pôda (Other Land, OL). Okrem toho sa uvádzajú aj ich časové zmeny. Prvé tri kategórie majú najväčší význam vzhľadom na ich relatívnu veľkosť pokrytia rozlohy Slovenska, ktoré predstavuje viac ako 90 % celého územia. Procesy spojené s využívaním pôdy a zmenami vo využívaní pôdy väčšinou súvisia s bilanciou CO_2 (IPCC 2006 GL).

Systém obchodovania s emisnými kvótami – European Union Emission Trading Scheme (ETS) - je hlavným nástrojom EÚ pre znižovanie emisií skleníkových plynov. Do systému je aktuálne zapojených viac ako 11 tisíc priemyselných a energetických zariadení, ktoré v EÚ vytvárajú cca 40 % emisií skleníkových plynov. Každá kvóta reprezentuje právo vypustiť 1 tonu emisií ekvivalentu oxidu uhličitého (CO_2) (MŽP, 2022). Prevádzkovatelia zariadení môžu dostať časť kvót bezplatne. Ďalšie kvóty môžu získať kúpou cez primárnu aukciu na základe aktuálnej ponuky zo strany štátov, alebo na sekundárnom trhu kde medzi sebou obchodujú firmy. V priebehu roka prebiehajú jednotlivé aukcie na Európskej energetickej burze (EEX) Bukovina (2021).

Cieľ práce je cenový odhad potenciálnych ekosystémových služieb TTP vyplývajúcich z metodiky IPCC 2006 GL na príklade záchytu emisií.

Materiál a metódy

Podľa prístupu úrovne 1 metodiky IPCC 2006 GL nenastala žiadna zmena v živej biomase v zostávajúcich trávnych porastoch. Tento prístup bol použitý pri odhade emisií/záchytoch v tejto kategórii. Nedošlo k žiadnym zmenám v type ani intenzite hospodárenia a biomasa je na trávnych porastoch približne v ustálenom stave (akumulácia uhlíka rastom rastlín je vyvážená stratami pasením, rozkladom a požiarom). Emisie CO₂ sa považujú za nevýznamné, pretože sa nepredpokladá žiadna zmena v DOM (mŕtva organická hmota) a zásoby uhlíka v pôde (úroveň 1, IPCC 2006 GL). Toto je konzervatívny predpoklad, ak krajina neočakávala významné zmeny v kategóriách-alebo režimoch riadenia počas vykazovaného roka. Aplikácia vápenca nie je na Slovensku praxou v kategórii trávne porasty a spaľovanie biomasy je zakázané zákonom č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarom.

Každoročne aktualizované priemerné objemy porastových zásob BCEFR (0,602 pre ihličnany a 0,770 pre listnaté) a štandardný obsah uhlíka (0,51 pre ihličnaté a 0,48 pre listnaté) boli použité na výpočet zásob uhlíka biomasy v lesnej krajine pred konverziou. Štandardné hodnoty 4,7 t C/ha pre bylinnú nadzemnú a podzemnú biomasu boli použité pre zásobu uhlíka biomasy na trávnych porastoch pred konverziou. Zásoba uhlíka z jednoročného rastu trávnej vegetácie po konverzii je 13,6 t C/ha (z tabuľky 6.4, IPCC 2006 GL).

Odhad emisií DOM zahŕňa emisie zo zmien mŕtveho dreva súvisiacich s premenou lesnej pôdy. Čistá zmena zásob uhlíka v mačine porastu je odhadnutá pomocou úrovne 2 pre konkrétnu krajinu. Vychádza sa z existujúcich súborov údajov z pôdnych inventúr a publikovaných informácií (Šály, 1998, Kobza et al., 2002, 2009, 2014, Pavlenda, 2008). Na výpočet čistej zmeny zásob uhlíka v mačine porastu bola použitá stredná hodnota 8,3 t C/ha/rok pre zásoby uhlíka (predstavujúca povrchovú organickú vrstvu). Rovnica 2.23 (IPCC 2006 GL) sa použila na výpočet ročných zmien zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote pre pôdu prepočítanú na ornú pôdu. Na uplatnenie okamžitej oxidácie uhlíka v mačine porastu sa zásoby mačiny porastu v rámci „novej kategórie“ nastavili na nulu a prechodné obdobie na hodnotu jedna. Zmena zásob uhlíka v mačine porastu v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu spojenú s pôdou prepočítanou na trávne porasty.

Výpočet zmeny zásoby uhlíka v minerálnych pôdach bol založený na údajoch z pôdnej inventarizácie so štandardným predpokladom 20-ročného obdobia pre rovnováhu zásoby uhlíka v podmienkach „novej kategórie“. Výpočty zmeny zásob uhlíka v minerálnej pôde v dôsledku konverzií lesnej pôdy a ornej pôdy na trávne porasty boli vykonané podľa IPCC 2006 GL. Na odhad čistých zmien zásob uhlíka v minerálnej pôde sa použili priemerné zásoby uhlíka na hektár. Zásoba uhlíka v pôde bola vypočítaná pre hĺbku 30 cm. Na výpočet boli použité aktuálne výsledky monitoringu poľnohospodárskej pôdy a aktualizované databázy.

Výpočet zmeny zásoby uhlíka v mačine porastu bol oddelený od výpočtov zmien v pôde. Informácie o zásobách uhlíka v povrchovej organickej vrstve lesných pôd (na základe údajov z inventáru pôdy) sa použili na výpočet zmeny zásoby uhlíka v mŕtvej organickej hmote (lesná pôda prepočítaná na ornú pôdu) so štandardným 20-ročným obdobím pre rovnováhu zásob uhlíka v podmienkach „novej kategórie“. Nasledujúce faktory (priemerná ročná zmena zásoby uhlíka v pôde) boli vypočítané pre rôzne typy konverzie: lesná pôda prepočítaná na trávne porasty -0,704 t C/ha/r, orná pôda prepočítaná na trávne porasty +0,742 t C/ha/r, iná pôda prepočítaná na trávne porasty +1,055 t C/ha/r. Zmena zásob uhlíka v pôde v každom roku sa vypočítala ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu súvisiacu s pôdou premenenou na trávnaté plochy.

Projekcie hlavných vstupných parametrov - výmery a zmeny vo výmerách v jednotlivých kategóriách využívania krajiny v sektore LULUCF na rok 2020 boli stanovené prostredníctvom funkcie exponenciálneho vyrovnávania MS Excel, v nástroji Prognóza (projekcie dynamické). Interval spoľahlivosti bol nastavený na 95 %. Parameter MASE znamená mieru presnosti

predpovede, čím je jej hodnota vyššia, tým je miera predpovede menej presná. Expertný nástroj prezentovaný Prognózami môže poslúžiť ako prvý odhad emisných hodnôt. Keďže je založený na matematických vzorcoch a pracuje s pravdepodobnosťami, má svoje limity o čom nás oboznamuje aj parametrom miery presnosti MASE.

Výsledky a diskusia

Celková výmera trávnatých plôch na Slovensku v roku 2020 predstavovala 850 027 ha. Je to približne 17,3 % z celkovej rozlohy krajiny. Postupnosť zmien v charaktere a využívaní krajiny dlhodobo eviduje Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. Z týchto údajov sa zostavujú základné jedno a dvadsaťročné zostavy využitia krajiny pre potreby LULUCF. Obhospodarované trvalé trávne porasty (TTP) v roku 2020 predstavovali 512 197 ha. Tieto TTP sú hospodársky využívané a hospodáriace subjekty na ich výmery zväčša poberajú rôzne podpory. Vývoj výmer obhospodarovaných TTP (tabuľka 1) charakterizuje lineárna rovnica $y = 1144,6x + 840150$ (y = výmera v ha, x = rok) ($R^2 = 0,247$; $P = 0,0002^{++}$) (R^2 - koeficient determinácie, P - hladina významnosti, $^{++}$ rozdiel je vysoko štatisticky významný).

Neobhospodarované TTP v roku 2020 predstavovali 337 830 ha. Tieto plochy TTP sú zanedbávané a opustené, podliehajú zrýchlenej sukcesii. Vývoj výmer neobhospodarovaných TTP v období rokov 1990 – 2020 vyjadruje rovnica $y = 14892x - 18166$ (y = výmera v ha, x = rok) ($R^2 = 0,7179$; $P < 0,0001^{++}$).

Tabuľka 1 Dynamika vývoja TTP na Slovensku

TTP	Priemerná hodnota	Smerodajná odchýlka	Variačný koeficient	SE
Zberová plocha (ha) *	509 544	138358,92	0,27	19374,12
Úroda (t) *	1 162 067	315640,35	0,27	44198,49
Úroda z ha (t) *	2,28	0,62	0,27	0,09
Výmera deklarovaná ÚGKK SR (ha) **	858463,19	20941,38	0,02	3761,18
Rozdiel výmer (ha) – neobhospodarované plochy **	220113,03	159810,34	0,73	28702,78
Percento podielu (%) – neobhospodarované plochy **	25,38	18,32	0,72	3,29

ÚGKK SR - Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

* údaje za roky (1970-2020) ** údaje za roky (1990-2020)

Bližšiu charakteristiku zmien využitia krajiny dokumentujú ročné zmeny zásob uhlíka v mačine porastu v danom roku, ktoré sa vypočítali ako súčet ročných zmien zásob uhlíka pre každú kategóriu spojenú s pôdou prepočítanou na GL (tabuľka 2).

Tabuľka 2 Zmeny využitia krajiny v kha (vybrané kategórie)

Využitie územia	2019 (kha)	2020 (kha)	2021 (kha) MASE	Priemerná hodnota	Smerodajná odchýlka	Variačný koeficient	SE
TTP na Lesnú krajinu*	1,162	0,639	0,812 1,12	0,856	0,510	0,595	0,092
Lesná krajina na TTP*	0,026	0,009	0,016 0,38	0,123	0,141	1,152	0,025
TTP na Lesnú krajinu**	19,765	19,711	17,236 3,84	15,980	2,087	0,131	0,375
Lesná krajina na TTP**	1,419	1,405	1,240 0,54	3,934	1,470	0,374	0,264

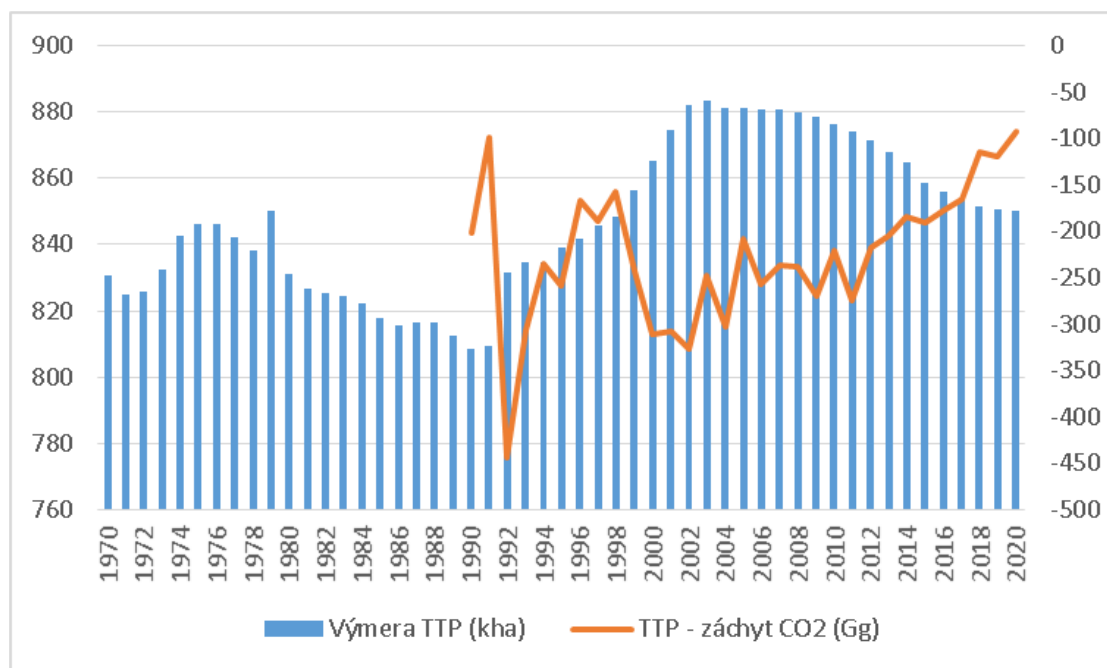
* za 1 ročné obdobie, ** za 20 ročné obdobie

Proces jednoročnej zmeny lesnej krajiny na TTP je kontinuálny a vyrovnaný v celom časovom období, preto aj matematický odhad na rok 2021 je na úrovni 0,016 s parametrom MASE 0,38. Takto nízka hodnota parametru zvyšuje pravdepodobnosť tejto hodnoty.

Pri jednoročných prevodoch využitia krajiny je zreteľný kontinuálne narastajúci trend straty výmer TTP v prospech lesného fondu ($y = 0,0301x + 0,375$; $R^2 = 0,2876$; $P < 0,0001^{++}$). Naopak pri jednoročných prevodoch využitia krajiny v kategórii lesná krajina premenená na trávne porasty sa sleduje nižší východiskový stav a klesajúci trend až k nulovej úrovni ($y = -0,0105x + 0,2908$; ($y =$ výmera v kha, $x =$ rok), $R^2 = 0,4589$; $P < 0,0001^{++}$).

Výpočet zmeny zásoby uhlíka v minerálnych pôdach bol založený na údajoch z pôdnej inventarizácie so štandardným predpokladom 20 - ročného obdobia pre rovnováhu zásoby uhlíka v podmienkach „novej kategórie“ (tabuľka 2). Dvadsaťročné prevody využitia krajiny v kategórii trávne porasty premenené na lesnú krajinu charakterizuje vyrovnaný trend mierneho nárastu v poslednom desaťročnom období ($y = 0,0375x + 15,379$; $R^2 = 0,0268$; $P = 0,2510$) ($y =$ výmera v kha, $x =$ rok). Naproti tomu dvadsaťročné prevody využitia krajiny v kategórii lesná krajina premenená na trávne porasty korelujú s jednoročnými zmenami v danej kategórii. Sledujeme nižší východiskový stav a klesajúci trend ($y = -0,1341x + 6,0793$; $R^2 = 0,688$; $P < 0,0001^{++}$) ($y =$ výmera v kha, $x =$ rok).

Zmenu výmer TTP na Slovensku od roku 1970 do roku 2020 a stanovené emisie podľa metodiky IPCC: 2006 IPCC Guidelines vyjadrené v kt CO₂ ekvivalentov dokumentuje obrázok 1. Obdobie celospoločenských zmien po roku 1990 sa odrazilo v zmenách výmer aj v záchytoch emisií. Vývoj výmer TTP je charakterizovaný lineárnou rovnicou $y = 0,9976x + 821,15$; ($R^2 = 0,4248$; $P < 0,0001^{++}$) ($y =$ výmera v kha, $x =$ rok), ktorá poukazuje na výrazný nárast výmer TTP v deklarovanom období. Napriek zvyšujúcim sa výmerám TTP v hodnotenom období bol zaznamenaný klesajúci trend množstva záchytov CO₂ ($y = 3,5022x - 351$; $R^2 = 0,1798$; $P = 0,0019^{++}$) ($y =$ kt CO₂, $x =$ rok).



Obrázok 1 Plochy TTP v SR (1970-2020) a záchyty emisií CO₂ (1990-2020)

Opúšťanie obhospodarovania TTP a v posledných rokoch aj pokles ich výmer sa výrazne odzrkadľuje na stratách ich vitálnych funkcií a zhoršujúcom sa stave v záchytoch emisií. Na začiatku monitorovacieho obdobia TTP vykazovali vysoké záchyty CO₂, ktoré však posledné roky výrazne klesajú. V roku 2019 bol zaznamenaný záchyt na úrovni -118,93 kt CO₂

(Szemesová et al., 2020), nasledujúci rok 2020 sme zaznamenali pokles záchytovej úrovni - 92,86 kt CO₂ (Labovský et al., 2021).

Emisie CO₂ a zmeny zásob uhlíka v živej biomase sú dôležité ukazovatele, ktoré sa stanovujú v rámci každoročnej emisnej inventúry. Na začiatku sledovaného obdobia sa prejavili výrazné zmeny, ktoré sa postupne zmierňovali. Približovanie sa trendových čiar lineárnych rovníc k nule pripisujeme ustáleniu stavu výmer TTP po nevyrovnanom začiatkovom období, zohľadneniu 20 - ročných priemerov a súčasne neustálemu znižovaniu intenzity obhospodarovania a hnojenia, ktoré sa odzrkadľuje aj v klesajúcich hospodárskych úrodách zberanej fytomasy. V hodnotenom období (tabuľka 3) je zaznamenaný trvalo klesajúci trend prírastkov zásob (záchytovej úrovni) uhlíka ($y = 0,7404x - 22,617$; $R^2 = 0,3913$; $P < 0,0001^{++}$) ($y = kt$ C, $x = rok$) a strát uhlíka ($y = 0,7484x - 22,704$; $R^2 = 0,3732$; $P < 0,0001^{++}$) ($y = kt$ C, $x = rok$).

Tabuľka 3 Zmena zásob uhlíka na TTP (1990-2020)

Zmeny zásob uhlíka a emisie CO ₂ /odstraňované z pôdy	Priemerná hodnota	Smerodajná odchýlka	Variačný koeficient	SE
Emisie (kt CO ₂ equivalent)	-224,640	74,724	-0,333	13,421
Celková plocha (kha)	858,460	20,941	0,024	3,761
Zmeny zásob uhlíka v živej biomase				
Prírastok – záchyt (kt C)	5,920	8,405	1,421	1,510
Strata (kt C)	-10,770	10,762	-0,999	1,933
Čistá zmena (kt C)	-4,850	13,448	-2,771	2,415
Čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote (kt C)	-1,810	1,933	-1,070	0,347

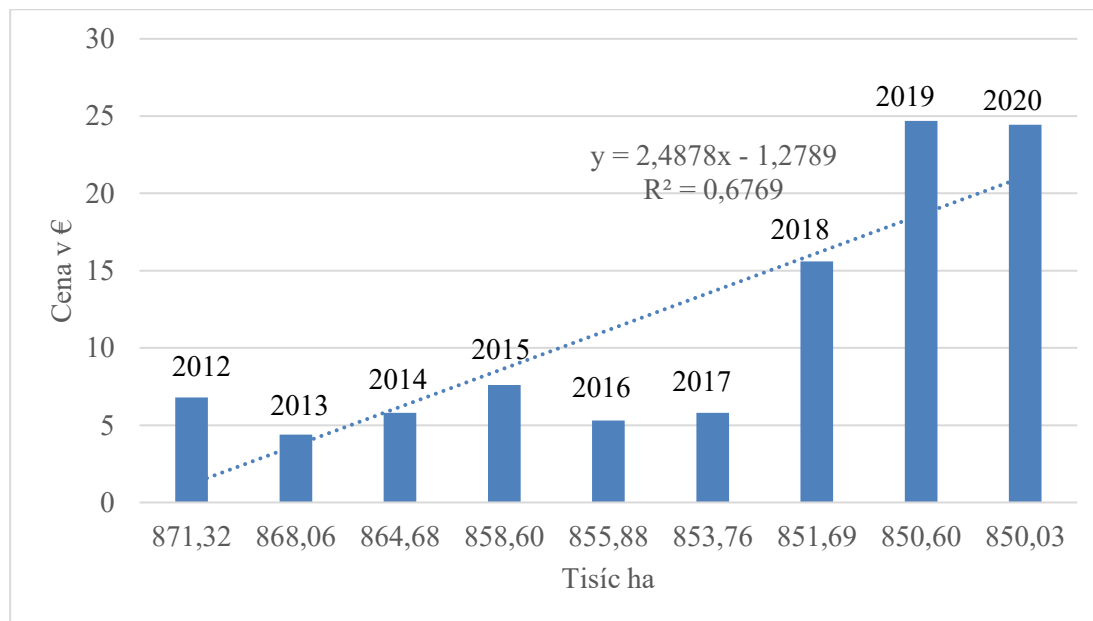
Rozdiel prírastku a straty zásoby uhlíka (C) živej biomasy je výsledný parameter čistej zmeny zásob C v živej biomase TTP. Obdobne ako pri parametri záchyty CO₂, aj pri parametri zásoby uhlíka v biomase sa prejavuje klesajúci trend ($y = 0,2459x - 8,7888$; $R^2 = 0,0276$; $P = 0,2440$) ($y = kt$ C, $x = rok$). Uvedené indikuje znižovanie vstupov a intenzity obhospodarovania TTP. V čistej zmene zásob uhlíka v pôde (tabuľka 4) sa prejavuje ešte výraznejší klesajúci trend ($y = 0,1369x - 3,9976$; $R^2 = 0,415$; $P < 0,0001^{++}$) ($y = kt$ C, $x = rok$). Tento ukazovateľ ilustruje zmeny v obhospodarovaní za posledných 30 rokov, kedy došlo k zmene prístupu, znižovaniu vstupov a intenzity obhospodarovania TTP.

Tabuľka 4 Zmena zásob uhlíka v pôde na TTP (1990-2020)

Čistá zmena zásob uhlíka v pôde	Priemerná hodnota	Smerodajná odchýlka	Variačný koeficient	SE
Minerálne pôdy	68,161	16,861	0,247	3,028
Zmena zásob uhlíka v živej biomase na plochu				
Prírastok – záchyt (t C/ha)	0,007	0,010	1,434	0,002
Strata (t C/ha)	-0,013	0,013	-1,030	0,002
Čistá zmena (t C/ha)	-0,006	0,016	-2,792	0,003
Čistá zmena zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote na plochu (t C/ha)	-0,002	0,002	-1,106	0,001

Mederly et al. (2019) definuje regulačné ekosystémové služby a podporné ekosystémové funkcie a bližšie reguláciu kvality ovzdušia (R1) a odvoláva sa na Burkhard & Maes (2017), ktorí „označujú znečistenie ovzdušia za jedno z hlavných environmentálnych rizík“. Pre výpočet hodnoty ekosystémovej služby TTP z pohľadu záchytovej úrovni CO₂ sme vychádzali zo zverejnených cien emisných povoleniek Inštitútom finančnej politiky – MF SR (Bukovina, 2021). Vývoj cien emisných povoleniek má za hodnotené obdobie (obrázok 2) rastúci charakter. Nakoľko sa od roku 2012 do roku 2020 zaznamenal pokles výmer TTP korelácia s vývojom cien emisných

povoleniek je vyjadrená rovnicou $y = 2,4878x - 1,2789$; ($R^2 = 0,6769$; $P = 0,0065^{++}$) (y = cena za 1t CO₂ v €, x = výmera TTP v kha). Tento trend dokladuje stúpajúci význam ekosystémových služieb. Ak by sme finančne ohodnotili záchyt TTP v roku 2020 na úrovni -92,86 Gg CO₂ priemernou cenou emisnej povolenky 24,44 €.t⁻¹ dosiahli by sme cenu ekosystémovej služby na úrovni 2 269 524,45 €.



Obrázok 2 Korelácia vývoja cien emisných povoleniek a výmer TTP

Záver

Ekosystémové služby predstavujú prínosy a úžitky, ktoré poskytujú ekosystémy pre spoločnosť, napr. voda, potraviny, drevo, tvorba pôdy, čistenie ovzdušia a vody, ochrana pred povodňami a suchom, opelňovanie plodín a ďalšie. Ľudská činnosť však ničí biodiverzitu a znižuje odolnosť a schopnosť zdravých ekosystémov poskytovať túto širokú škálu tovarov a služieb. V prípade poloprirodných ekosystémov, alebo človekom ovplyvnených ekosystémov môže paradoxne svojou nečinnosťou spôsobovať ich degradáciu a znižovanie vitálnych funkcií. V našom príspevku sme sa zamerali len na časť potenciálnych ekosystémových služieb TTP vyplývajúcich z metodiky IPCC 2006 GL a uskutočnili sme cenový odhad ES len na príklade záchytu emisií. Prezentovanými výsledkami sme ilustrovali výrazné klesanie záchytov CO₂ a následné znižovanie zásob uhlíka v najdôležitejších parametroch. Alarmujúci je trend poklesu zásob uhlíka v živej biomase a čistej zmeny zásob uhlíka v mŕtvej organickej hmote v pôde. Taktiež sledujeme dlhodobé negatívne trendy pri zmene využívania trávnych porastov v prospech lesnej krajiny. Zarastanie a sukcesia drevinami s následným vývojom lesa je dominantný jav.

Sektor LULUCF s čistým odstránením -8 746,54 kt CO₂ ekv. v roku 2020 je veľmi dôležitý sektor emisnej agendy IPCC. Napriek tomu, že trvalé trávne porasty sú jeho najmenšou súčasťou, zachytili -92,86 kt CO₂. Výsledky emisnej inventúry potvrdili dlhodobější trend znižovania viazania uhlíka a znižovanie záchytov CO₂ trávnyimi porastmi.

Zoznam bibliografických odkazov

BURKHARD, B., MAES, J. (Eds.) 2017. Mapping Ecosystem Services. Sofia: Pensoft Publishers, (2017), 374 p. ISBN 978-954-642-852-3.

ČERNECKÝ, J., GAJDOŠ, P., ĎURICOVÁ, V., ŠPULEROVÁ, J., ČERNECKÁ, I., ŠVAJDA, J., ANDRÁŠ, P., ULRYCH, L., RYBANIČ, R., POVAŽAN, R. 2020. Hodnota

ekosystémov a ich služieb na Slovensku. Banská Bystrica: ŠOP SR, 166 pp. ISBN 978-80-8184-078-4.

IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia I., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.), Published: IGES, Japan.

BUKOVINA, J., 2021: Prognózy príjmov z obchodovania s emisími kvótami. Metodológia výpočtu. Bratislava, 2021. Inštitút finančnej politiky – Ministerstvo financií SR, 8s. Dostupné na: IFP: <https://www.mfsr.sk/files/archiv/86/Manual-emisnekvoty.pdf>

KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., CEPKOVÁ, V., DOŠEKOVÁ, A., FULAJTÁR, E., HOUŠKOVÁ, B., MAKOVNÍKOVÁ, J., MATÚŠKOVÁ, L., MEDVĚD, M., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., VOJTÁŠ, J., 2002: Soil monitoring of the Slovak republic - present state and development of monitored soil properties 1997-2001. Bratislava, Soil Science and Conservation Research Institute, 178 pp. (in Slovak).

KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., ČUMOVÁ, L., DODOK, R., HRIVNÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., NÁČINIAKOVÁ - BEZÁKOVÁ, Z., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M., TOTHOVÁ, G., 2009: Soil monitoring of the Slovak republic - present state and development of monitored soil properties 2002 – 2006, Bratislava, Soil Science and Conservation Research Institute, 200 s. (in Slovak).

KOBZA, J., BARANČÍKOVÁ, G., DODOK, R., HRIVNÁKOVÁ, K., MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., PAVLENDÁ, P., SCHLOSSEROVÁ, J., STYK, J., ŠIRÁŇ, M., 2014: Soil monitoring of the Slovak republic - present state and development of monitored soil properties 2007 - 2012. Bratislava, Soil Science and Conservation Research Institute, 249 s. (in Slovak).

MEDERLY, P., ČERNECKÝ, J. a kol. Katalóg ekosystémových služieb Slovenska. ŠOP SR, UKF v Nitre, ÚKE SAV, Banská Bystrica, 2019, 215 strán. ISBN: 978-80-8184-067-8.

Ministerstvo životného prostredia MŽP SR,. 2022: Obchodovanie s emisími kvótami, Systém obchodovania s emisími kvótami, citované: 1.8.2022, <https://www.minzp.sk/klima/obchodovanie-emisnymi-kvotami/>

LABOVSKÝ, J., HORVÁT, J., DANIELIK, V., TONHAUZER, K., PRIWITZER, T., BARKA, I., PAVLENDÁ, P., SVIČEK, M., BEZÁK, P., POLLÁK, Š., BODÍK, I., HRABČÁK, M., JONÁČEK, Z., PETRAŠ, M., 2021. National Inventory Report of the Slovak republic 2021, Bratislava: Slovak hydrometeorological institute, 2021. p.498. ISBN 978-80- 99929-20-4.

PAVLENDÁ, P., 2008: Quantification of carbon stocks in forest soils. In: Kobza, J. (Ed.): Piate pôdoznalecké dni. Pôda - národné bohatstvo. Zborník z medzinárodnej konferencie, Bratislava:

VÚPOP, 2013, s. 243-250 (in Slovak).

SZEMESOVÁ, J., LABOVSKÝ, J., HORVÁT, J., DANIELIK, V., TONHAUZER, K., PRIWITZER, T., BARKA, I., PAVLENDÁ, P., SVIČEK, M., BEZÁK, P., POLLÁK, Š., BODÍK, I., HRABČÁK, M., JONÁČEK, Z., GERA, M., 2020. National Inventory Report of the Slovak republic 2020, Bratislava: Slovak hydrometeorological institute, 2020. p. 492. ISBN 978-80-99929-06-8.

ŠÁLY, R., *Pedológia: Skriptum*. 1998, Zvolen: TU Zvolen, 1998, 177. ISBN 80-228-0714-1.

Podakovanie:

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

HODNOTENIE VPLYVU PRÍSEVU ĎATELINOTRÁVNEJ MIEŠANKY NA BOTANICKÉ ZLOŽENIE A PRODUKČNÚ ÚČINNOSŤ TRÁVNEHO PORASTU

EVALUATION OF THE EFFECT OF GRASS/CLOVER MIXTURE OVERSOWING ON BOTANICAL COMPOSITION AND GRASSLAND PRODUCTION POTENTIAL

ZUZANA DUGÁTOVÁ, MARIANA JANČOVÁ, MIRIAM KIZEKOVÁ,
ŠTEFAN POLLÁK

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36
Banská Bystrica, 974 21, Slovensko
e-mail: zuzana.dugatova@nppc.sk
ORCID: 0000-0003-4304-5439

Kľúčové slová: trávne porasty, botanické zloženie, produkcia sušiny, obsah živín, produkčné ekosystémové služby.

JEL klasifikácia: Q10, Q12, Q57 (pozri bližšie [zoznam kategórií](#))

Abstrakt

Zabezpečenie stability provízných ekosystémových služieb trávnych porastov je dôležitou podmienkou fungovania poľnohospodárskych podnikov hospodáriacich v horských a podhorských regiónoch Slovenska. Jednou z možností zvyšovania produkcie sušiny a kvality objemového krmiva je prísev ďatelinotrávnej miešanky. Cieľom výskumu bolo zhodnotiť vplyv prísevu ďatelinotrávnej miešanky na botanické zloženie, produkciu sušiny a potenciálnu produkčnú účinnosť pasienkového porastu v podhorskej oblasti Slovenska. Pokus bol založený v katastri obce Dolná Lehota (575 m n. m.). Trávny porast sa využíval pasením v piatich cykloch počas vegetačného obdobia. Prísev ďatelinotrávnej miešanky preukazne znížil zastúpenie bylín a zvýšil zastúpenie *Trifolium repens* a *Trifolium pratense* v poraste, čo viedlo k zlepšeniu nutričnej hodnoty pasienkového porastu. Z hľadiska hodnotenia produkcie sušiny a potencionalnej produkčnej účinnosti, sa štatisticky nepreukazne vyššou produkciou sušiny a vyššími hodnotami potencionalnej PMP_{PDI} charakterizoval porast s prísevom ďatelinotrávnej miešanky oproti pôvodnému pasienkovému porastu vo všetkých sledovaných rokoch.

Abstract

Ensuring of the stability of grassland ecosystem service provision is an important condition of the functioning of agricultural farms operating in upland regions of Slovakia. One way to improve dry matter yield and quality of forage is an oversowing of grass/clover mixture. The aim of the research was to evaluate the effect of grass/clover mixture oversowing into grassland on botanical composition, dry matter yield and production potential of pasture in upland region of Slovakia. The experiment was established in the cadastre of Dolná Lehota village (575 m a.s.l.). During growing period, five grazing cycles were applied. An oversowing increased the coverage of *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* in pasture, which led to an improvement of pasture nutritive value. From the point of view of dry matter production and potential production efficiency, statistically non-significant ($P < 0.05$) higher dry matter yield and higher production potential PMP_{PDI} was found with oversown pasture compared to original pasture in all experimental years.

Úvod

Zásobovacie ekosystémové služby sú definované, ako hmotné produkty a tovary, ktoré môže ľudstvo priamo využívať (Haines-Young a Potschin, 2011). K najvýznamnejšie hodnoteným produkčným ekosystémovým službám trávnych porastov patrí produkcia biomasy. Trávne porasty primárne slúžia ako najdôležitejší obnoviteľný zdroj potravy v potravinovom reťazci hospodárskych zvierat (Novák, 2004). Okrem produkcie, trávne porasty z hľadiska celospoločenských úžitkov, prispievajú k regulačným ekosystémovým službám a podporným službám najmä k zachovaniu biodiverzity, regulácii klímy, čistote vody, úrodnosti pôdy a podpore kolobehu vody a živín v ekosystéme. Podľa Tomaškina a Tomaškinovej (2009), plnia mnohé ekosystémové služby (obohacujú pôdu o uhlík a dusík, prispievajú k znižovaniu emisií skleníkových plynov). Zabezpečovanie regulačných a podporných ekosystémových služieb si vyžaduje hľadanie kompromisov (Kizeková et al., 2016).

Trávne porasty tvoria produkciu počas celého vegetačného obdobia a poskytujú polobielkovinový krm s vyrovnaným pomerom dusíkatých látok a cukrov (Bíro et al., 2009). Vzťahmi medzi druhovou diverzitou a funkciami a následne službami ekosystémov sa zaoberá veľa autorov. Väčšina tvrdí, že s rastúcou biodiverzitou rastie aj plnenie funkcií a služieb (Giller et al., 2004, Hooper et al., 2005). Spoločenstvo s vyššou diverzitou vykazuje vyššiu komplementaritu vo využívaní zdrojov prostredia (Loreau, 2010).

Loreau et al. (2002) uvádzajú, že miešanky vedia lepšie reagovať na variabilitu klímy a vykazujú lepšiu odolnosť voči teplotnému stresu. Tieto vlastnosti prejavujú najmä miešanky s hlboko koreniacimi d'atelinovinami, ktoré lepšie využívajú vodu z hlbších vrstiev pôdy. Kombinácia tráv a d'atelinovín poskytuje zvieratám krmivo s vyváženým obsahom cukrov a bielkovín, pre chovateľov zabezpečuje vyššie a stabilnejšie úrody sušiny v porovnaní s monokultúrami (Elgersma, A. a Sørensen, K., 2018). Pozitívna interakcia medzi druhmi vedie k vyššej produktivite (Tilman et al., 2014). Biologická diverzita udržiava rovnovážny stav ekosystému. Každý druh v ekosystéme zohráva dôležitú úlohu a práve ich kombinácia poskytuje ekosystému schopnosť predchádzať katastrofám alebo po nich regenerovať (Kanianska et al., 2016).

Cieľom príspevku je zhodnotenie botanického zloženia, produkcie sušiny a potenciálnej produkčnej účinnosti pôvodného trvalého trávneho porastu a porastu s prísевom d'atelinotrávnej miešanky v pasienkovom chove oviec.

Materiál a metódy

Pokusné práce sa realizovali na pasienkovom poraste v katastri obce Dolná Lehota v rokoch 2019-2021. Lokalita sa nachádza v mikroregiónu Chopok – Juh, v ochrannom pásme Národného parku Nízke Tatry (48,51267 N, 19,312281 E, okres Brezno), v nadmorskej výške 575 m n. m. Prevládajúcim pôdnym typom je kambizem a pôdny druh ílovito - hlinitá. Do experimentu boli zaradené dva varianty. Variant 1: prísев d'atelinotrávnej miešanky (ĎTM) zloženej z *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Festulolium* festukoidného typu, *Festulolium* lolioidného typu, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Poa pratensis*. Výsevok d'atelinotrávnej miešanky bol 36 kg.ha⁻¹ (z toho 4 kg.ha⁻¹ d'atelinoviny, 8 kg.ha⁻¹ *Festulolium* festukoidného typu, 8 kg.ha⁻¹ *Festulolium* lolioidného typu, 16 kg.ha⁻¹ ostatné trávne druhy). Variant 2 predstavoval pôvodný pasienkový porast. Zápis druhového botanického zloženia porastu sa vykonával každoročne v jarnej dobe, metódou redukovanej projektívnej dominancie podľa Klappa (1965). V termínoch využívania (pasienkových cykloch) sa na každom variante uskutočnil zápis agrobotanických skupín a odber rastlinných vzoriek.

Z odobratých priemerných vzoriek zelenej fytohmoty (cca 500 g) sa pri laboratórnej analýze stanovil obsah: sušiny, dusíkatých látok (NL), vlákniny, acidodetergentnej vlákniny (ADV) a

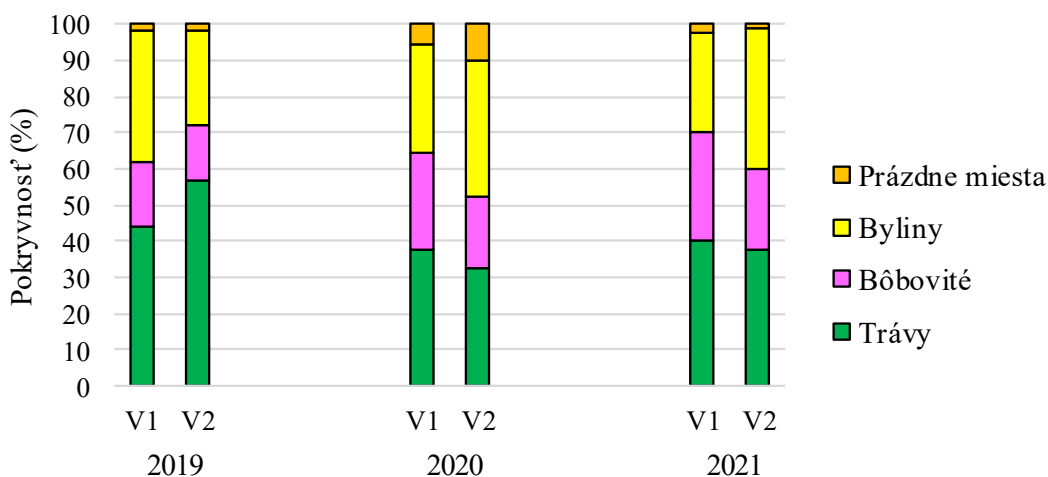
neutrálnedetergentnej vlákniny (NDV), podľa pokynov, uvedených vo Výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos č. 1497/1/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. Na základe laboratórne stanoveného obsahu živín sa podľa rovníc uvedených vo Výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2145/2004-100 vypočítala výživná hodnota (PDI, NEL). Potenciálna produkčná účinnosť porastu vyjadrená produkčným mliekovým potenciálom (PMP) v kg FCM (mlieko korigované na 4 % tuku) sa pre PMP_{NEL} a PMP_{PDI} stanovila výpočtom ($NEL/3,13$ a $PDI/50$).

Získané výsledky boli spracované metódou viacfaktorovej analýzy rozptylu *ANOVA* použitím *Tukeyovho HSD testu* (Statgraphics) pri hladine preukaznosti rozdielov $\alpha = 0,05$ ($n = 60$).

Výsledky a diskusia

Na začiatku vegetačného obdobia 2020 boli identifikované rozdiely medzi hodnotenými porastami v pokryvnosti agrobotanických skupín (graf 1). Pre prisiaté porasty bolo charakteristické vyššie zastúpenie bôbovítých o 35 % v porovnaní s variantom 2. Na obidvoch variantoch sa uplatnila najmä *Trifolium repens*. Na pôvodnom poraste prevládala bylinná zložka na úkor zastúpenia trávnych druhov. Zastúpenie agrobotanických skupín v 1. pasienkovom cykle v roku 2021 bolo podobné roku 2020. Na variante 1 bola evidovaná zvýšená pokryvnosť *Trifolium pratense*. Zapojenie *Trifolium pratense* až v treťom roku využívania pasienkového porastu súvisí so slabou vitalitou malých semien (Frame, 2005).

Graf 1 Pokryvnosť (%) agrobotanických skupín v 1. pasienkovom cykle



Percentuálne zastúpenie prisiatych druhov na variante 1 dosahovalo v prvom roku 33 % a v poraste prevládala bylinná zložka s dominantným zastúpením *Taraxacum officinale*. Na pôvodnom poraste (variant 2) dominovali trávy s najvyššou pokryvnosťou *Avenula pubescens* a *Trisetum flavescens*. Počas sledovaného obdobia sme zaznamenali odlišný trend vo vývoji botanického zloženia medzi prisiatym a pôvodným trávny porastom (tab.1). Na prisiatom poraste sa rozširovali trávne druhy ($r = 0,103^-$) na úkor bylinnej zložky ($r = -0,345^+$), čo korešponduje s tvrdením (Houdek, 2010) o postupnom narastaní podielu festukoidných typov, ktorý sa prejaví už v druhom úžitkovom roku. Pozitívny vplyv prísevu sa potvrdil aj v zvýšení pokryvnosti bôbovítých druhov na variante 1 ($r = 0,281^+$).

Tabuľka. 1 Priemerná pokrývnosť agrobotanických skupín

Priemerné hodnoty		Trávy	Bôbovité	Byliny
		%		
rok	1	45,50	24,50	29,50
	2	43,80	24,10	30,45
	3	40,25	26,20	33,00
cyklus pasenia	1	41,42	22,08	32,67 ^b
	2	46,92	29,75	23,33 ^a
	3	41,17	21,83	36,50 ^b
	4	44,17	25,00	30,83 ^{ab}
	5	42,25	26,00	31,58 ^{ab}
variant	1	44,00	26,70	28,63 ^a
	2	42,37	23,17	33,33 ^b
Hd (rok)		9,48	6,85	5,92
Hd (cyklus)		14,45	10,44	9,02
Hd (variant)		6,39	4,61	3,99

Hodnoty s rozdielnymi písmenami malej abecedy označujú preukaznosť rozdielov ($P < 0,05$)

Produkcia sušiny je determinovaná vlastnosťami komponentov trávneho porastu, podmienkami stanovišťa a poveternostnými podmienkami. Rozhodujúcimi faktormi hospodárskeho výnosu trávneho porastu potom sú prirodzená úrodnosť pôdy, úroveň výživy, floristické zloženie, počet a termín kosieb, priebeh počasia na jar a počas vegetačného obdobia, najmä dažďových zrážok a zloženia zmesi pri obnove alebo príseve (Fiala et al., 2007). Na produkciu sušiny sledovaných trávnych porastov mal preukazný vplyv vývoj porastov v pasienkových cykloch (tab. 2). Nepreukazne vyššia produkcia sušiny bola zaznamenaná na variante 1, s prísevom d'atelinotrávnej miešanky vo všetkých pokusných rokoch. *Festulolium* lolioidného typu sa v porastoch uplatní a zabezpečuje produkciu v prvých rokoch, v ďalších rokoch v súčinnosti s podmienkami stanovišťa i počasia zabezpečí zapojenosť, vytrvalosť aj produkčnú schopnosť porastu *Festulolium* festukoidného typu (Ilavská et al., 2016).

Dôležitým ukazovateľom kvality krmiva sú dusíkaté látky. Pasienkový porast je dobrým zdrojom NL pre dospelé jedince (Šimko et al., 2019). V našom experimente mal nepreukazne vyšší obsah NL ($r = 0,167$) vo všetkých pasienkových cykloch a hodnotených rokoch variant s prísevom d'atelinotrávnej miešanky. Podobné výsledky uvádza Kohoutek et al. (2007), ktorý udáva, že prísev tráv a d'atelinovín zlepšuje nutričnú hodnotu krmiva. Z hľadiska hodnotenia boli zistené koncentrácie dusíkatých látok na sledovanej lokalite v optimálnom rozmedzí od 110 - 250 g v 1 kg sušiny (Holúbek et al., 2007).

Charakteristickým znakom objemových krmív je vlákna. Pre ADV sa udáva koncentrácia v intervale 17 – 22 %, v prípade NDV by podiel nemal klesnúť pod 30 % a prekročiť 50 % (Petrikovič et al. 2000). Na obsahy oboch zložiek vlákniny (ADV, NDV) mal preukazný vplyv vývoj porastov v sledovaných rokoch a pri ADV aj v pasienkových cykloch. Vplyv prísevu na obsah ADV a NDV v pasienkovom poraste sa štatisticky nepotvrdil (tab. 2).

Produkčná účinnosť krmovín je v úzkej korelácii s ich obsahom živín a výživnou hodnotou. Nepreukazne vyššími hodnotami PMP_{NEL} ($r = 0,123$), a tiež PMP_{PDI} ($r = 0,167$) sa charakterizoval porast variantu 1 s prísevom d'atelinotrávnej miešanky oproti pôvodnému pasienkovému porastu (variant 2). Potenciálna produkčná účinnosť PMP_{PDI} variantu s prísevom d'atelinotrávnej miešanky bola v priemere pokusných rokov o 0,08 kg FCM vyššia, ako produkčná účinnosť kontrolného variantu bez prísevu (tab. 2).

Tabuľka 2 Priemerná produkcia sušiny, obsah živín a produkčný mliekový potenciál pasienkového porastu

Priemerné hodnoty		Produkcia t.ha ⁻¹	Sušina g.kg ⁻¹	NL	ADV	NDV	PMP _{NEL}	PMP _{PDI}
				g.kg ⁻¹ sušiny			kg FCM	
rok	1	1,67	240,01	138,92 ^{ab}	289,65 ^a	412,63 ^a	1,58 ^a	1,77 ^{ab}
	2	1,43	242,29	143,91 ^b	303,22 ^{ab}	426,31 ^a	1,60 ^a	1,83 ^b
	3	1,17	267,67	130,07 ^a	318,95 ^b	485,46 ^b	1,64 ^b	1,66 ^a
cyklus pasenia	1	1,84 ^{ab}	268,75	140,24 ^b	280,92 ^a	425,18	1,62	1,78 ^b
	2	2,30 ^b	247,14	106,51 ^a	319,18 ^b	458,89	1,60	1,36 ^a
	3	0,95 ^a	237,44	143,72 ^b	297,69 ^{ab}	421,99	1,61	1,83 ^b
	4	1,05 ^a	254,10	142,31 ^b	311,87 ^{ab}	453,59	1,62	1,81 ^b
	5	0,96 ^a	242,52	155,39 ^b	310,04 ^{ab}	447,69	1,59	1,98 ^b
variant	1	1,52	240,41	140,86	301,64	445,56	1,61	1,79
	2	1,32	259,57	134,41	306,24	437,37	1,60	1,71
Hd (rok)		0,69	32,57	10,00	24,06	49,32	0,03	0,13
Hd (cyklus)		1,06	49,66	15,25	36,69	75,20	0,04	0,19
Hd (variant)		0,47	21,95	6,74	16,22	33,24	0,02	0,09

Hodnoty s rozdielnymi písmenami malej abecedy označujú preukaznosť rozdielov ($P < 0,05$)

Záver

Prísev ďatelino-trávnej miešanky do pasienkového porastu zlepšil pomer agrobotanických skupín v poraste. Oproti pôvodnému porastu sa na prísatom variante zvýšilo zastúpenie hodnotných trávnych druhov a bôbovitých a preukazne sa znížil podiel málo hodnotných bylín. Pozitívny vplyv prísevu na ekosystémové služby sa prejavil vyššou produkciou sušiny, a tiež zvýšením potenciálnej produkčnej účinnosti porastu v pasienkových cykloch. Na variante s prísevom ďatelino-trávnej miešanky bola zaznamenaná vyššia priemerná produkcia sušiny v pasienkových cykloch o 0,29 t.ha⁻¹ a vyššie hodnoty PMP_{PDI} oproti pôvodnému porastu.

Zoznam bibliografických odkazov

BÍRO, D. ET AL. 2009. Výživa zvierat. 2. prepracované vydanie, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2009, 173 s., ISBN 978-80-552 - 0321-8.

ELGERSMA, A., SØEGAARD, K. 2018. Changes in nutritive value and herbage yield during extended growth intervals in grass-legume mixtures: Effects of species, maturity at harvest, and relationships between productivity and components of feed quality. Grass and Forage Science, 73, 78-93. DOI: 10.1111/gfs.12287.

FRAME, J. 2005. Forage legumes for temperate grasslands. 1. vyd. Rome: FAO, 309s. ISBN 92-5-105043-0.

FIALA, J., KOHOUTEK, A., KLÍR, J. 2007. Výživa a hnojení travních a jetelovino-travních porostů. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2007. 40s. ISBN 978-80-87011-25-6.

GILLER, P.S., HILLEBRAND, H., BERNINGER, U.G., GESSNER, O., HAWKINS, S., INCHAUSTI, P., INGLIS, CH. 2004. Biodiversity effects on ecosystem functioning: emerging issues and their experimental test in aquatic environments. OIKOS, 104: 423-436.

HAINES YOUNG, R., POTSCHIN, M. 2011. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES):2011 Update, November 2011. EEA Framework Contract No. EEA/BSS/07/007.

HOOPER, D.U., CHAPIN, F.S., EWEL, J.J., HECTOR, A., INCHAUSTI, S., LAVOREL, J.H., LAWTON, H. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs, 75(1): 3-35.

HOLÚBEK, R., JANČOVIČ, J., GREGOROVÁ, H., NOVÁK, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, L. 2007. Krmovinárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. Nitra : SPU, 2007, 419 s. ISBN 978-80-880699-11-6.

HOUDEK, I. 2010. Perspektivní druhy a odrůdy trav a jetelovin z ŠS Hladké Životice, s.r.o. In Kvalita píce z travních porostů a chov skotu v měnících se ekonomických podmínkách : Sborník z celostátní vědecké konference s mezinárodní účastí konané 14.října 2010, Kunín. Praha: VÚRV, v.v.i. Praha-Ruzyně, Výzkumná stanice Jevíčko, 2010, s.61-67. ISBN 978-80-7427-043-7.

ILAVSKÁ, I., JANČOVÁ, M., BRITANÁK, N., HANZES, L., POLLÁK, Š. 2016. Možnosti pestovania medzirodových hybridov tráv v horskej oblasti. In Lúkarstvo a pasienkarstvo na Slovensku, roč. 10, č. 2, s. 52-56. ISSN 1337-589X.

KANIANSKA, R., JAĎUĐOVÁ, J., MAKOVNÍKOVÁ, J., KIZEKOVÁ, M., TOMAŠKIN, J. 2016. Biodiverzita ako predpoklad plnenia ekosystémových služieb. In Ekosystémové služby. 244 s. ISBN 978-80-557-1129-4.

KIZEKOVÁ, M., ČUNDERLÍK, J., DUGÁTOVÁ, Z., MAKOVNÍKOVÁ, J., KANIANSKA, R., JAĎUĐOVÁ, J., JANČOVÁ, L., PÁLKA, B. 2016. Agroekosystémové služby a súčasný stav trávnych porastov v Slovenskej republike. Banská Bystrica: NPPC – VÚTPHP, 2016. 120s. ISBN 978-80-89800-09-4.

KLAPP, E. 1965. Grünlandvegetation und Standort. Verlag Paul Parey - Berlin und Hamburg, 1965.

KOHOUTEK, A. et al. 2007. Přísevy jetelovin a trav do trvalých travních porostů. Praha: VÚRV, v.v.i., 40s. ISBN 978-80-87011-19-5.

LOREAU, L., NAEEM S., INCHUASTI, P. 2002. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Synthesis and Perspectives. (Reprint 2007) Oxford University Press: Oxford, 294 p., ISBN 978-0-19-851571-5.

LOREAU, M. 2010. Linking biodiversity and ecosystems: towards a unifying ecological theory. Philosophical Transactions of the Royal Society, 365: 49-60.

MP SR 1997. Výnos č. 1497/1/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív. In *Vestník Ministerstva pôdohospodárstva SR*, roč. 30, 1997, čiastka 11, s. 586.

MP SR 2004. Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z 23. augusta 2004 č. 2145/2004-100, ktorým sa mení a dopĺňa výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky zo 7. októbra 1997 č. 1497/4/1997-100 o úradnom odbere vzoriek a o laboratórnom skúšaní a hodnotení krmív v znení výnosu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z 12. februára 2003, č. 149/2/2003-100.

NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. In *Ekológia*, vol. 23, 2004, no.2, pp.127-143. ISSN 1335-342X.

PETRIKOVIČ, P., SOMMER, A., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. et al. 2000. Výživná hodnota krmív I. a II.. časť 1. vyd. Nitra: VÚŽV Nitra, 2000.

TILMAN, D., ISBELL, F., COWLES, M. 2014. Biodiversity and ecosystem functioning. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 45: 471- 439.

TOMAŠKIN, J., TOMAŠKINOVÁ, J. 2009. Ochrana prírody a krajiny. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bella, Fakulta prírodných vied, 2009, 171 s. ISBN 978-80-8083-928-4.

ŠIMKO, M., GÁLIK, B., JURÁČEK, M., BÍRO, D., ROLINEC, M., HANUŠOVSKÝ, O. 2019. Kŕmenie prežúvavcov a neprežúvavcov. Vyd. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 439 s. ISBN 978-80-552-2139-7.

HODNOTENIE TTP Z HĽADISKA PRIMÁRNEJ PRODUKCIE A OBSAHU MINERÁLNYCH LÁTOK V NADZEMNEJ FYTOMASE

EVALUATION OF PERMANENT GRASSLANDS OF PRIMARY PRODUCTION AND MINERAL CONTENT IN ABOVEGROUND PHYTOMASS

VLADIMÍRA VARGOVÁ, ZUZANA KOVÁČIKOVÁ, ZUZANA DUGÁTOVÁ

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36
Banská Bystrica, 974 21, Slovensko
e-mail: vladimira.vargova@nppc.sk
ORCID: 0000-0002-9157-2287

Kľúčové slová: trvalé trávne porasty¹, produkčné ekosystémové služby², dusíkaté látky³, pôdna reakcia⁴, minerálne látky⁵.

JEL klasifikácia: Q54, Q56, Q57

Abstrakt

Cieľom výskumu bolo zhodnotenie produkčných ekosystémových služieb - produkcie sušiny, obsahu minerálnych látok v nadzemnej fytomase a pôdy trvalých trávnych porastov v podhorských oblastiach Slovenska : Beňuš (700 m n. m.) a Braväcovo (610 m n. m.). Pôdy boli charakteristické nízkym obsahom humusu a strednou zásobou dusíka. Zásoba prijateľného fosforu, draslíka a horčíka v pôde bola na nízkej úrovni. Najvyššiu produkciu sušiny ($3,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a obsah dusíkatých látok ($156,73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) dosiahol trávny porast v Braväcove. Z hľadiska hodnotenia obsahu minerálnych živín v nadzemnej fytomase boli koncentrácie dusíkatých látok (NL) a fosforu na vysokej úrovni. Koncentrácie vápnika (Ca), horčíka (Mg) boli v požadovaných hodnotách prijateľného rozpätia pre potreby zvierat. Obsah sodíka (Na) bol nízky.

Abstract

The aim of the research was to evaluate production ecosystem services - the dry matter yield, the mineral content in above-ground phytomass and the soil of permanent grasslands in the foothills localities of Slovakia: Beňuš (700 m a.s.l.) and Braväcovo (610 m a.s.l.). The soils were characterized by a low content of humus and a medium nitrogen supply. The supply of acceptable phosphorus, potassium and magnesium in the soil was low level. The highest dry matter yield ($3.13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) and the concentrations of nitrogenous substances ($156.73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) was found (reached) in permanent grassland in Braväcovo. In terms of assessing of the content of the mineral content in above-ground phytomass, the concentrations of nitrogenous substances (NL) and phosphorus (P) were high level. The calcium (Ca), magnesium (Mg) concentration were within the required values of an acceptable range for the needs of the animals. The content of sodium (Na) was low.

Úvod

Ekosystémové služby sú medzi sebou závislé a ich vzájomné vzťahy sa vyznačujú niekoľkonásobnými interakciami. Vo všeobecnosti platí, že optimalizácia jednej služby často vedie k redukcii až potlačeniu inej služby. K najvýznamnejšie hodnoteným produkčným ekosystémovým službám trávnych porastov patrí produkcia kvalitného objemového krmiva,

sekvestrácia uhlíka výrazne ovplyvňuje regulačné služby – reguláciu lokálnej a globálnej klímy. Z hľadiska celospoločenských úžitkov, trávne porasty prispievajú najmä k zachovaniu biodiverzity, čistote vody, regulácii podnebia, podporujú kolobeh vody a živín v ekosystéme. Práve plnenie regulačných a podporných ekosystémových služieb si vyžaduje hľadanie kompromisov medzi produkciou objemových krmovín a ekonomickou efektívnosťou chovu zvierat (Kizeková *et al.*, 2016). Trvalé trávne porasty sa formovali v terciére a poskytovali potravu pestrej palete bylinožravcov. Súčasné pasenie bolo hlavným činiteľom, ktorý formoval významnú vlastnosť tráv, a to odonožovanie (Skládanka *et al.*, 2014). Trávne porasty zastúpené pestrou a bohatou flórou primárne slúžia ako najdôležitejší obnoviteľný zdroj potravy v potravinovom reťazci hospodárskych zvierat, lesnej zveri, ostatných živočíchov, mikroorganizmov a zároveň človeka (Novák, 2008). Lúky a pasienky poskytujú pri minime investovanej energii maximum krmiva s pomerne širokým zberovým obdobím (Rychnovská *et al.*, 1985). Plochy trvalých trávnych porastov sú vo všeobecnosti dosť extenzívne. Platí to v prvom rade o pasienkoch, na ktorých sa vykazujú nízke úrody. Väčšinou sa nachádzajú v marginálnych podmienkach horskej a podhorskej oblasti, kde úroveň pratotechnických opatrení je minimálna až žiadna a s poklesom stavov zvierat došlo aj k zníženiu zaťaženia na jednotku plochy. Pasienky je možné racionálne udržiavať a využívať pre chov polygastrických zvierat, pričom treba popri ekonomickej stránke prihliadať aj na mimoprodukčné aspekty, ako krajínostvorná, pôdnoochranná, filtračná, hydroponická funkcia ako aj ochrana a zlepšovanie kvality ovzdušia (Skládanka *et al.*, 2014; Novák, 2008). Produkciu tvoria počas celého vegetačného obdobia a poskytujú polobielkovinový krm s vyrovnaným pomerom dusíkatých látok, cukrov a využívajú sa pravidelným pasením v kombinácii s kosením nedopaskov.

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť produkčný potenciál trvalých trávnych porastov v podhorských oblastiach, posúdiť obsah minerálnych živín v nadzemnej fytomase z hľadiska výživy zvierat a zhodnotiť zásobenosť pôd prijateľnými živinami.

Materiál a metódy

Monitoring trávnych porastov pre pasenie hovädzieho dobytku sme vykonali v rokoch 2020 – 2021 na lokalitách Poľnohospodárskeho družstva AGB Beňuš (okres Brezno), v obci Braväcovo (6,23 ha) a nad obcou Beňuš (34,53 ha). Charakteristika monitorovaných lokalít je uvedená v tabuľke č. 1.

Tabuľka 1 Charakteristika lokalít

Lokalita	Braväcovo	Beňuš
GPS	48,848056 N, 19,742222 E	48,8050842 N, 19,741389 E
Nadmorská výška (m n. m.)	760	811
Agroklimatická oblasť	mierne teplá	mierne teplá
Agroklimatický okrsok	M5 mierne teplý, so suchou až vlhkou kotlinovou klímou	M5 mierne teplý, so suchou až vlhkou kotlinovou klímou
Ročný úhrn zrážok (mm)	750	750
Ročná priemerná teplota (°C)	6,5	6,5
Pôdny druh	piesočnatohlinitý	piesočnatohlinitý
Pôdny typ	kambizem	kambizem

Na každej lokalite sme realizovali floristické zhodnotenie trávneho porastu, odber rastlinných vzoriek a vzoriek pôdy. Pomocou redukovanej projektívnej dominancie podľa Malocha (1953) sme analyzovali floristické zloženie hlavných floristických skupín tráv, leguminóz, ostatných lúčnych bylín a prázdnych miest. Odobrali sme vzorky zelenej fytomasy (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny podľa STN 47 7007 a na stanovenie obsahu

dušikátých látok, fosforu, draslíka, vápnika, horčík v nadzemnej fytohmote podľa platných legislatívnych predpisov (Vyhlášky MP SR 151/2016, Výnos MP SR č. 2145/2004-100). Pôdne vzorky sme odoberali z hĺbky 0 – 15 cm. Z odobratých vzoriek sme stanovili pH/KCl, obsah organického uhlíka, fosfor, draslík a horčík, pomer HK : FK. Rozbor pôd sa robil podľa Vyhlášky MPRV SR Zz. č.151/2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív. Získané výsledky boli spracované štatistickou metódou analýzy variancie ANOVA prostredníctvom Tukeyovho testu na hladine významnosti 0,05. Analýzy boli vykonané použitím programu STATGRAPHIC Centurion XVI.I.

Výsledky a diskusia

Pôdna reakcia na monitorovaných lokalitách bola extrémne kyslá. Hodnota pH bola na úrovni od 3,55 do 4,15 s obsahom humusu od 41,38 do 56,37 g.kg⁻¹, čo charakterizuje pôdu ako veľmi málo zásobenú humusom. Koncentrácia dusíka bola stredná a zásoba fosforu nízka. Rovnako aj zásoba ďalších prvkov v pôde, draslíka a horčíka, bola hodnotená na nízkej úrovni, okrem lokality Beňuš 2, kde boli hodnoty týchto prvkov vyhovujúce (tab. 2). Kobza (2013) poukazuje na nízky obsah fosforu pod trávnyimi porastami vplyvom ich využívania bez pravidelného hnojenia. Pôdy na Slovensku sa vyznačujú dobrou zásobenosťou horčíkom (Kobza *et al.*, 2010), čo naše výsledky nepotvrdili. Peeters (2004) uvádza, že pôdna reakcia, spolu s dostupnosťou živín, vlhkosťou pôdy a typom hospodárenia, patrí medzi faktory ovplyvňujúce zloženie trávneho porastu.

Tabuľka 2 Pôdne vlastnosti trvalých trávnych porastov (hĺbka 0 – 15 cm)

Lokalita	pH/KCl	Cox g.kg ⁻¹	N g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	HK/FK	C : N
1	3,55	24,00	2,18	4,19	98,82	85,01	0,50	11,01
2	4,15	24,90	2,51	5,00	267,80	161,78	0,40	9,92
3	3,69	32,70	2,29	6,79	63,34	46,64	0,39	14,28
4	3,77	30,30	3,09	3,50	155,57	99,69	0,46	9,81
P hodnota	0,841	0,350	0,196	0,596	0,511	0,350	0,618	0,111

1,2 – lokalita Beňuš, 3,4 – lokalita Braväcovo

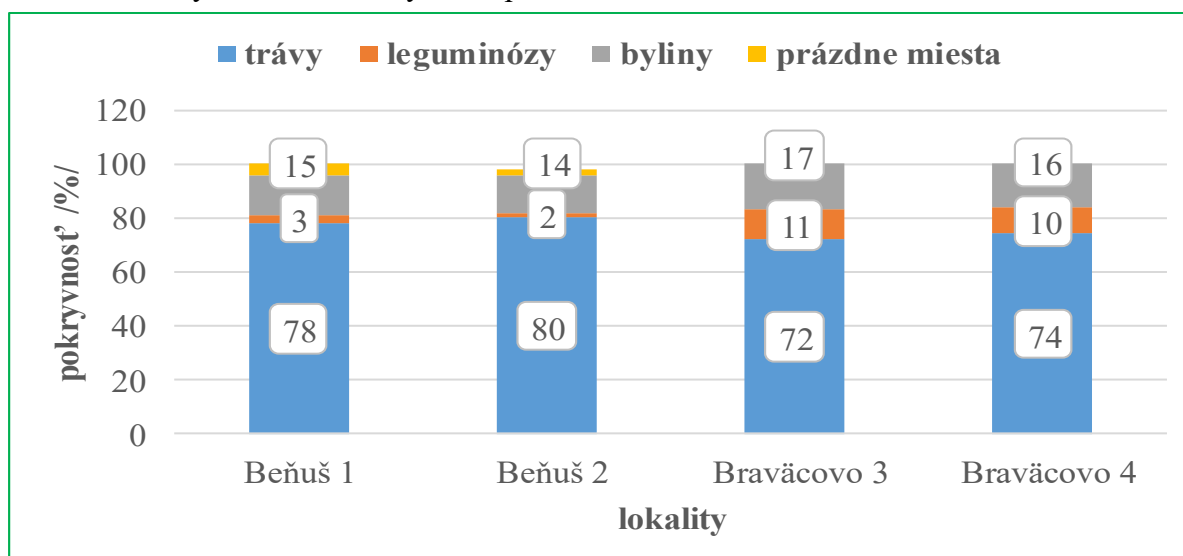
Na základe pomeru humínových a fulvokyselín (HK : FK) bol určený typ humusu (tab. 2). Na všetkých sledovaných plochách boli hodnoty nižšie ako 0,5, to predstavuje fulvínový typ humusu. Hraničná hodnota sa dosiahla len na lokalite Beňuš 1 s humínovo-fulvínovým typom humusu (Janowiak *et al.*, 1999). Lokality Braväcovo 4 a Beňuš 2 zaznamenali humus s dobrou kvalitou, ich pomer C : N bol menší ako 10. Čím je pomer väčší (viac než 10), humus je menej kvalitný (Hraško a Bedrna, 1988). Najširší pomer C : N (14,28 : 1) sa zistil na lokalite Braväcovo 3.

Porasty na monitorovaných lokalitách Beňuš 1 a 2 mali 78 – 80 %-né zastúpenie trávnych druhov (graf 1). Dominantné zastúpenie z trávnych druhov mali predovšetkým *Avenastrum pubescens* (Huds.) Dumort., *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L., *Anthoxanthum odoratum* L. Byliny mali 14 až 15 %-ný podiel v poraste. Z nich dominovali *Ranunculus acer* L., *Achillea millefolium* L., *Hypericum perforatum* L., *Taraxacum officinale* auct. non Weber., *Acetosa pratensis* Mill., *Alchemilla vulgaris* L., *Plantago lanceolata* L. Najnižšie zastúpenie sme evidovali pri floristickej skupine leguminóz, len 2 až 3 %, s maximálnym zastúpením *Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L.

Lokality Braväcovo 3 a 4 sa vyznačovali 72 a 74 %-ným zastúpením trávnych druhov, bez výskytu prázdnych miest. V poraste boli zastúpené hlavne hodnotné až vysokohodnotné druhy s dominanciou *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv., *Dactylis glomerata* L., *Festuca rubra* L.,

Poa pratensis L., *Alopecurus pratensis* L. Leguminózy mali v poraste 10 – 11 %-ný podiel. Z nich opäť prevládali druhy *Trifolium repens* L. a *Trifolium pratense* L. Floristická skupina bylín dosiahla v poraste 16 – 17 %-nú pokryvnosť a vyznačovala sa najvyšším počtom zaznamenaných druhov ako *Ranunculus acer* L., *Taraxacum officinale* auct. non Weber., *Acetosa pratensis* Mill., *Alchemilla vulgaris* L., *Achillea millefolium* L.

Graf 1 Pokryvnosť floristických skupín na lokalitách Beňuš a Braväcovo



Veľkosť primárnej produkcie nadzemnej fytohmoty je výsledkom fotosyntetickej aktivity listovej plochy porastu za určité časové obdobie, ktorá interaguje nielen s podmienkami lokality (pôda, vlhkosť, teplota), ale aj so vzájomnými vzťahmi medzi rastlinami v poraste. (Hopkins *et al.*, 1990; Gibson, 2009). S týmito determinantmi produkcie úzko súvisia ďalšie z kritických faktorov, od ktorých závisí úroda nadzemnej fytohmoty, a to výživa a hnojenie (Vargová *et al.*, 2017) a frekvencia využívania (Pearson a Ison, 1987; Kováčiková *et al.*, 2012).

Nižšia produkcia sušiny bola zaznamenaná na lokalitách Beňuš a oscilovala od 2,45 – 2,64 t.ha⁻¹. Lokality Braväcovo dosiahli signifikantne vyššiu produkciu sušiny o 13,07 – 27,75 % (tab. 3). Štatisticky preukazne ($P < 0,05$) najvyššie hodnoty obsahu dusíkatých látok dosiahol trávny porast na lokalite Braväcovo 3 (156,73 g.kg⁻¹). Rovnako, ako pri produkcii, najnižšie hodnoty obsahu dusíkatých látok boli zaznamenané na lokalitách Beňuš. Tieto hodnoty oscilovali od 126,49 – 134,07 g.kg⁻¹. Z hľadiska hodnotenia boli nami zistené koncentrácie dusíkatých látok na sledovaných lokalitách v optimálnom rozmedzí od 110 – 250 g v 1 kg sušiny (Holúbek *et al.*, 2007). Z hľadiska nárokov hospodárskych zvierat boli obsahy minerálnych látok na dobrej úrovni. Hodnoty fosforu v sušine kvalitného krmu z produkčného porastu by mali byť 2,8 – 3,3 g.kg⁻¹ (Holúbek *et al.*, 2007). Pri jednotlivých lokalitách sa pohybovali v rozpätí od 3,08 g.kg⁻¹ až do 3,44 g.kg⁻¹. Najvyššiu koncentráciu fosforu vykazoval trávny porast na lokalite Braväcovo 3, kde bol aj najvyšší obsah prijateľného P v pôde (tab. 2).

Z krmovinárskeho hľadiska najlepšie vyhovuje koncentrácia draslíka na úrovni od 15 do 20 g.kg⁻¹ sušiny (Holúbek *et al.*, 2007). Hodnoty K sa pohybovali na úrovni 27,71 – 30,46 g.kg⁻¹ sušiny a boli výrazne vyššie ako je odporúčané optimum, aj napriek tomu, že koncentrácia prijateľného draslíka v pôde oscilovala od 63,33 g.kg⁻¹ na lokalite Braväcovo 3 do 267,80 g.kg⁻¹ na lokalite Beňuš 2. Na tejto lokalite sme zistili vyššie hodnoty, ale bez signifikantného rozdielu. Vysoký obsah draslíka vo fytohmase zaznamenali viacerí autori (Jančovič *et al.*, 2012; Kizeková *et al.*, 2020). Nadbytok K v krme zvierat z hľadiska výživy zvierat je všeobecne

známy (Jančovič *et al.*, 2005; Novák, 2008) a jeho vysoká koncentrácia má nepriaznivý vplyv na zdravie zvierat najmä pri nedostatku horčíka.

Tabuľka 3 Produkcia ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a obsah dusíkatých látok, P, K, Ca, Mg ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) a pomery živín v nadzemnej fytomase

Lokalita	Produkcia	NL	P	K	Ca	Mg	Ca:P	Na	(Ca+Mg):K
1	2,64 ^a	126,49 ^a	3,25	27,71	7,34 ^a	3,11	2,26	0,32	0,38
2	2,45 ^a	134,07 ^a	3,31	28,96	8,36 ^a	2,91	2,52	0,34	0,39
3	3,13 ^b	156,73 ^b	3,44	28,74	8,94 ^b	3,38	2,60	0,34	0,43
4	2,98 ^b	141,41 ^a	3,08	30,46	8,10 ^a	2,97	2,63	0,29	0,36
P hodnota	0,000	0,000	0,828	0,656	0,000	0,071	0,664	0,296	0,222

1,2 – lokalita Beňuš, 3,4 – lokalita Braväcovo

Na obsah horčíka v sušine fytomasy má vplyv ročné obdobie a poveternostné podmienky, na jar je obsah Mg v poraste najnižší a k jeseni sa jeho obsah zvyšuje (Skládanka *et al.*, 2014). Nízka resorpcia horčíka zvieratami na pasienku spôsobuje často nedostatok a znižovanie obsahu Mg v krvnom sére, tzv. pasienkovú tetaniu (hypomagnesaemia). V súčasnosti je optimálny pomer (Ca + Mg) : K < 2,2 spravidla prekračovaný nadbytkom než nedostatkom horčíka a vápnika, rovnako ako sme zistili aj my na monitorovaných trávnych porastoch.

Obsahy ďalších minerálnych látok – horčíka a vápnika boli z krmovínarskeho hľadiska na prijateľnej úrovni (tab. 3). Štatisticky preukázne ($P < 0,05$) najvyššie hodnoty obsahu vápnika dosiahol trávny porast na lokalite Braväcovo 3 ($8,94 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Pomer Ca : P osciloval od 2,26 do $2,63 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, jeho hodnoty boli mierne vyššie, to znamená, že dochádza k zápornej bilancii fosforu a poklesu využitia všetkých živín. Brestenský *et al.* (2015) uvádza, že optimálny pomer Ca : P je 1,5 – 2 : 1. Koncentrácia horčíka oscilovala od 2,91 do $3,38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, pričom najnižšia hodnota bola na lokalite Beňuš 2. Trávny porast na obidvoch lokalitách dosiahol deficitný obsah sodíka ($0,29 - 0,32 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Sodík je v antagonistickom pomere k draslíku, t.j. vysoký obsah draslíka spôsobuje znižovanie obsahu sodíka (Vozár a Jančovič, 2014).

Záver

Produkčné ekosystémové služby trvalých trávnych porastov monitorované v podhorskej oblasti Nízkych Tatier poukázali na produkčný potenciál s hodnotami od $2,45 - 3,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Najvyššiu produkciu úrody dosiahol trávny porast na lokalite Braväcovo 3, a aj z kvalitatívneho hľadiska mal daný porast maximálne hodnoty obsahu dusíkatých látok ($156,73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) a fosforu ($3,44 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Vyhovujúce kvalitatívne požiadavky z hľadiska potrieb výživy zvierat zodpovedali všetky monitorované lokality. Pôdne vlastnosti sledovaných trávnych porastov sa vyznačovali extrémne kyslou pôdnou reakciou s nízkou zásobou humusu a prijateľného fosforu, draslíka a horčíka v pôde.

Zoznam bibliografických odkazov

BRESTENSKÝ, V. a kol. 2015. Chov hospodárskych zvierat. NPPC-VÚŽV : Lužianky, 2015, 368 s. ISBN 978-80-89418-41-1

GIBSON, D. J. 2009. Grasses and grassland ecology. *Oxford University Press*: Oxford and New York 2009, 305 p. ISBN 978-0-19-85919-4

HOLUBEK, R., JANČOVIČ, J., GREGOROVÁ, H., NOVÁK, J., ĐURKOVÁ, E., VOZÁR, L. 2007. Krmovínárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín. 1. vyd. Nitra:SPU, 2007, 420 s. ISBN 978-80-8069-911-6

HOPKINS, A. *et al.* 1990. Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 1. Herbage production and herbage quality. In *Grass and Forage Science* 45 (1), 1990, p. 43 – 55.

HRAŠKO, J., BEDRNA, Z. 1988. Aplikované pôdoznanectvo. Bratislava: Príroda, 1988, 474 s.

JANČOVIČ, J., ĎURKOVÁ, E., VOZÁR, L. 2005. Krmoviny I. Pestovanie poľných krmovín. Nitra : ÚVTIP, 2005, 100s. ISBN 80-89088-40-6

JANOWIAK, J., SPYCHAJ-FABISIAK, E., MURAWSKÁ, B. 1999. Relationship between soil properties and labile humus fraction content in soil. In *Humic Substances in Ecosystem* 3, 1999, 125s. ISBN 83-906403-4-1

KIZEKOVÁ, M., ČUNDERLÍK, J., DUGÁTOVÁ, Z., MAKOVNÍKOVÁ, J., KANIANSKA, R., JAĎUĐOVÁ, J., JANČOVÁ, E., PÁLKA, B. Agroekosystémové služby a súčasný stav trávnych porastov v Slovenskej republike. Banská Bystrica : NPPC – VÚTPHP, 2016. 120s. ISBN 978-80-89800-09-4.

KIZEKOVÁ, M., ČUNDERLÍK, J., DUGÁTOVÁ, Z., JANČOVÁ, E., KANIANSKA, R., MAKOVNÍKOVÁ, J., BENKOVÁ, N. 2020. Monitoring obsahu minerálnych látok v pôde a nadzemnej biomase trvalých trávnych porastov. In *Vedecké práce katedry rastlinnej výroby a trávnych ekosystémov*. Zborník online vedeckých prác 2020, Nitra : SPU, s. 139-143. ISBN 978-80-552-2244-8.

KOBZA, J. *et al.* 2010. Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In *Agrochémia*, 50 (1), 2010: 3-8. ISBN 1335-2415.

KOBZA, J. 2013. Súčasný stav a vývoj pôd Slovenska pod trávnymi ekosystémami. In *Ekológia trávneho porastu*. Zborník vedeckých prác. Banská Bystrica : CVRV-VÚTPHP, 2013, s. 53-58. ISBN 987-80-89417-48-3

KOVÁČIKOVÁ, Z., VARGOVÁ, V., MICHALEC, M. 2012. Effects of non-fertilised grassland management intensity on herbage quality and quantity. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 58, 2012, no. 2, pp. 41–49. DOI: 10.2478/v10207-012-0005-8

MALOCH, M. 1953. Krmovinnárstvo. II. diel. Bratislava : SPN, 1953, 616 s.

NOVÁK, J. 2008. Pasienky, lúky a trávniky. 1. vydanie. Prievidza: Patria I., spol. s r.o., 708 p. ISBN 978-80-85674-23-1

NOVÁK, J. 2008. Obnova pasienkov na karpatských salašoch. Bratislava : NOI-ÚVTIP, 2008, 200 s. ISBN 978-80-89088-64-5

PEARSON, C. J., ISON, R.L. 1987. Agronomy of grassland systems. In *Cambridge University Press*, 1987, 169 p. ISBN 0-521-31009-1

PEETERS, A. 2004. Wild and Sown Grasses, Profiles of Temperate Species Selection: *Ecology Biodiversity and Use*. Rome and Oxford : FAO and Blackwell Publishing, 2004, 311 p. ISBN 1-4051-0529-1

RYCHNOVSKÁ, M. *et al.* 1985. Ekologie lučních porostu. Academia: Praha, 291 p.

SKLÁDANKA, J. *et al.* 2014. Pícninářství. Brno : MU, 2014, 368 s., ISBN 978-80-7509-111-6

VARGOVÁ, V., MICHALEC, M. 2017. Vplyv hnojenia údolnej lúky na produkciu sušiny. In *Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, potravinárske a veterinárske vedy pri Slovenskej akadémii vied, pobočka Nitra*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2017, pp. 119-126. ISBN 978-80-552-1691-1

VOZÁR, L., JANČOVIČ, J. 2014. Ošetrovaní trávnych porostů. In *Skládanka a kol. Pícninářství*. Brno : MU, 2014, s. 209-254, ISBN 978-80-7509-111-6.

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

PRODUCTION AND RECYCLABILITY OF MUNICIPAL WASTE INFLUENCED BY ECONOMIC AND FINANCIAL INDICATORS

ANNA KALAFUTOVÁ

University of Economics in Bratislava,
Department of Public Administration and Regional Development
Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, Slovak Republic
e-mail: anna.kalafutova@euba.sk
ORCID: 0000-0002-7477-2375

Keywords: recycling, recyclability, production of municipal waste, larger towns

JEL classification: Q52, R11

Abstract

Municipalities are among the first entities that come into contact with municipal waste. According to Act No. 369/1990 Coll. are obliged to ensure the management of municipal waste. The research work is devoted to the investigation of economic and financial influences on the rate of recycling and waste production in larger towns with more than 40,000 inhabitants in the Slovak Republic. The goal of the work is to gain knowledge about the influence of selected factors on waste production and the rate of recycling. The research was carried out using answering four hypotheses. Quantitative indicators are based on local and national data between 2019 and 2021. The object of investigation is nine larger towns located in different regions. By understanding how individual variables affect the rate of waste production and recycling, it enables national and regional policy makers to make decisions to mitigate financial and environmental impacts in the field of waste management.

Introduction

Act No. 79/2015 Coll. defines municipal waste as *"mixed waste and separately collected household waste."* [15]. Management of municipal waste and small construction waste is part of the performance of self-government based on Act No. 369/1990 Coll. from. on municipal establishment [14]. Households are primarily responsible for municipal waste, which are indirectly responsible for the processing, export and disposal of waste [1]. Households as producers of waste can influence the rate of recycling. Municipalities often act as coordinators between households and companies for waste processing, [1] or create their own self-governing enterprises.

The production of total municipal waste is growing every year. In the last 10 years, an increase in waste production by 30% was recorded in Slovakia. Which is considered one of the fastest increases within the European Union. In 2035, the amount of municipal waste is estimated to be 580 kg per inhabitant per year [9].

The response to the growth of waste production is visible at the local, national and international levels, which aim to increase the sorting rate. According to the Waste management program of the Slovak Republic, the rate of sorted collection increased by 7% [7]. Considering the positive impact of recycling and the noticeable increase in the amount of municipal waste, the goal of the Slovak Republic is to increase the recycling rate of household waste to the level of 60% by 2020 [6]. Optimal monitoring of recycling is at the level of regions [2]. Large regional differences indicate a visible impact of regional and local policies on the level of recycling [3]. Therefore, in our work, we focused on investigating the change of recycling in larger towns.

Changes in the municipal waste production rate are influenced by financial indicators. We must pay close attention to the changes in the landfill fee rates for municipalities, which should create pressure to increase recyclability. Government Regulation No. 330/2018 established the amount of fees for deposited waste [9]. The level of the landfill fee depends on the rate of waste recycling. The growth of waste recycling leads not only to a decrease in the amount of mixed waste, but also to a decrease in the fee for landfilling mixed waste [3]. The subsequent impact is visible in the production and recycling of the population's waste and in the financing of municipalities from the income and expenditure side [4]. The second type of use of funds to influence the recycling rate is a fee for municipal waste and small construction waste for persons. By using finances as a push motive, we can positively influence the rate of recycling even among waste generators in households.

By examining the rate of waste production and recycling, we compiled a research question aimed at observing the impact of regional economic factors and local financial indicators in the last three years. Research question: Do economic and financial factors influence the rate of recycling and production of municipal waste in larger towns with over 40,000 inhabitants in the Slovak Republic? To answer the research question, we established the following hypotheses.

1. Can we track the differences in waste production and recyclability across the regions of Slovakia?
2. Do larger towns achieve the set recyclability goals from the waste management program of the Slovak Republic?
3. Does the rate of unemployment, gross wages and regional GDP in larger towns affect the production of municipal waste?
4. Does the change in the amount of the fee for municipal waste for persons and expenses for waste management in municipalities affect the rate of recycling and the production of municipal waste?

Material and methods

In the research work, we focused on monitoring the quantitative indicators of waste production and economic factors that influence the production of municipal waste in larger towns in Slovakia. The aim of the work is to point out the influence of economic and financial factors on waste management in larger towns with over 40,000 inhabitants. Part of the research work is also the monitoring and comparison of production and recyclability within Slovakia. To meet the goal of the work, we used analytical evaluation through the ex post method and subsequent answering of the established hypotheses. By calculating the percentage change of the indicators in the studied years, we obtained data suitable for comparison within larger towns and for tracking changes over time.

The object of investigation are the larger towns of Trenčín, Prešov, Nitra, Banská Bystrica, Trnava, Martin, Žilina, Prievidza and Poprad. All the mentioned larger towns have a population exceeding 40,000 inhabitants. Bratislava and Košice are not included in the examined sample. The reason for the non-use of the two larger towns in Slovakia in the dataset is the transfer of part of the competences in waste management to urban districts and the high difference in the number of waste producers. All the surveyed larger towns together reach more than 590 thousand inhabitants, which represents 10% of the total population of the Slovak Republic. In the larger towns in Slovakia, more than 23% of the total amount of waste is produced [5]. At the same time, these larger towns spend a lot of money on waste management and have various options for dealing with sorted and mixed municipal waste (e.g. composting plants, a larger number of collection yards).

By using quantitative economic and environmental data, we try to link the financial management of municipalities in waste management with real indicators of waste management

and basic economic factors in the years 2019 to 2021. In the analytical part, we worked with indicators: population, rate of municipal waste production per capita, rate municipal waste sorting in larger towns, waste management expenses per inhabitant, amount of the annual fee rate for municipal waste and small construction waste for persons, unemployment rate in the district, regional gross wage and regional gross domestic product per inhabitant in current prices. In the analytical part, we used data from the Datacube, Eurostat, Waste management programs at the level of municipalities and the state, general binding regulations of the investigated larger towns, final accounts of municipalities, announcements on the level of municipal waste sorting in the town and announcements on the generation of waste and its management in from 2019 to 2021.

Results and discussion

By preventing the generation of waste and increasing sorting efficiency, we can limit the export of landfilled waste, increase the reusability of commodities for further processing and protect the environment. To ensure the prevention of waste, there must be cooperation at the local, national and international levels. At the national level, there are various laws, decrees, regulations, as well as Waste management programs of the Slovak Republic. The programs set goals that are based on the requirements of the international agreement of the European Union. In the area of municipal waste management, a target was set for the sorted collection of municipal waste in the amount of 50% (2019) and 60% (2020) [6]. Based on this fact, we compiled the first and second hypotheses of the research.

To answer the first and second hypotheses, we investigated the amount of municipal waste per inhabitant in the town and the rate of recyclability in the period 2019 to 2021.

Table 1. Share of municipal waste per inhabitant in kg and municipal waste recycling rate in percent

	Amount of municipal waste per inhabitant in kilograms			Recycling rate in percent		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Trnava	575	623	636	46,55	40,75	47,72
Trenčín	522	534	594	40,27	42,06	52,37
Prievidza	477	476	477	39,46	46,12	46,68
Nitra	604	595	584	43,53	43,69	48,64
Žilina	561	570	582	43,53	43,69	48,64
Martin	532	517	547	41,34	44,11	50,00
Banská Bystrica	591	564	534	53,37	53,63	49,96
Poprad	468	477	488	37,52	34,65	40,45
Prešov	470	449	429	39,06	45,01	49,23
average of Slovakia	421	446		38,50	42,20	

Source: self-processing based on the information obtained from the notice on the level of municipal waste shorting in the town, announcements on the generation of waste and its management in from 2019 to 2021, State waste management program, Analýza odpadového hospodárstva z programu podpory kvality sociálneho dialógu č.312031V749, datacube database

In Table 1, we can observe differences in the amount of municipal waste production per inhabitant within the regions. The production of municipal waste in the studied larger towns is higher than the average of the Slovak Republic. The highest production of municipal waste is in the larger towns located in western and central Slovakia, with the exception of the town of Prievidza. We observed a lower production of municipal waste in the larger towns of Prešov, Prievidza and Poprad, which are among the economically weaker regions. Based on a comprehensive study of municipal waste production per inhabitant, we confirm the analysis of

the Ministry of the Environment of the Slovak Republic, which speaks of an increase in waste production in the country [7].

In the first year under review, we noted a lower sorting rate in larger towns with a lower production of municipal waste per inhabitant. In the following years, the recycling rate in these larger towns did not change significantly or increased slightly. In the second year under review, a lower sorting rate was recorded in various regions and larger towns. It is interesting to observe the decrease in recycling in the towns of Nitra and Banská Bystrica since 2019. However, Banská Bystrica achieved the best results in sorting efficiency of all larger towns between 2019 and 2020. At the same time, the town of Banská Bystrica was the only one to achieve the expected recycling rate goal from the Ministry of the Environment, and only in 2019. In the following years 2020 and 2021, not a single town achieved the set goal of 60% sorting.

In the third part of the research, we focus on economic factors and their influence on the rate of municipal waste production in households. We expect that in regions with higher economic factors, the production of municipal waste will be greater. The reason is the assumption of a higher parity of household purchasing power and a larger number of entrepreneurs per inhabitant in the town.

Table 2. The influence of economic factors on the production of municipal waste in larger towns

	Percentage rate of unemployment in the district (%)			Average gross monthly salary in the region (€)			Regional GDP per capita at current prices in the region (€)	
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020
Trnava	2,40	4,64	3,32	1197	1278	1328	19492,97	18495,73
Trenčín	1,93	4,25	3,12	1180	1240	1317	14010,73	13953,84
Prievidza	4,70	7,14	5,76	1180	1240	1317	14010,73	13953,84
Nitra	1,97	4,08	3,21	1122	1191	1262	14749,68	14493,38
Žilina	3,46	5,59	4,59	1174	1238	1308	15418,15	14630,76
Martin	3,07	5,52	4,47	1174	1238	1308	15418,15	14630,76
Banská Bystrica	3,30	4,90	4,57	1108	1180	1250	12459,44	12098,02
Poprad	4,74	7,08	6,39	1024	1091	1157	10551,45	10291,02
Prešov	5,60	8,69	8,44	1024	1091	1157	10551,45	10291,02
average of Slovakia	4,92	7,57	6,76	1405	1333	1405	17246,25	16862,49

Source: self-processing based on the information obtained from Datacube, Eurostat

We recorded the most significant percentage change in the unemployment rate between 2019 and 2020. The data shows that residents of larger towns located in districts with a higher unemployment rate produced a smaller amount of municipal waste per inhabitant. In this case, we are talking about the larger towns of Prešov, Prievidza and Poprad with an unemployment rate in the range of 4.70% to 5.60% in 2019 and an increasing trend until 2021. The larger towns with the long-term lowest unemployment rate produced the largest amount of municipal waste per inhabitant. The unemployment rate in these districts was in the range of 1.93% to 3.46% in 2019. All these larger towns are located in western and central Slovakia.

The second examined economic factor is the average gross monthly wage in the region for both sexes, regardless of the type of work, expressed in euros. By monitoring the percentage change in municipal waste production and gross wages over the course of three years. We found that this economic factor has no effect on municipal waste production.

The last economic factor examined was regional GDP per capita at current prices. The largest increase in the production of municipal waste between 2019 and 2020 in the amount of 48 kg per inhabitant was recorded in the town of Trenčín, where the regional GDP per capita fell most significantly. In other larger towns, we did not notice significant changes that would affect the production of municipal waste. We also compared selected economic indicators with the rate of recycling in larger towns. Using the percentage change over time, we found similar correlations in recycling and municipal waste rates with economic factors.

In the last part of the research, we focused on the financial indicators of municipalities and their impact on the recycling rate. The first indicator affects the town's revenues in the area of waste management, which should be in line with expenses. By monitoring the fee rates, we examine the impact of the increase in citizens' expenses on the municipal waste recycling rate. The amount of income from the rate and the share of expenses per inhabitant can be seen in Table 3.

Table 3. The amount of municipal waste fee rates for persons and the share of total waste management expenses for municipalities

	The amount of the annual fee for waste (€)			Share of waste management expenses per inhabitant (€)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Trnava	20,91	28,29	29,20	55,60	71,98	91,73
Trenčín	32,52	32,85	39,82	42,16	45,08	49,23
Prievidza	26,83	38,03	38,03	70,22	42,87	54,55
Nitra	30,00	30,00	37,00	63,09	68,72	77,10
Žilina	21,17	27,52	27,52	38,59	45,14	46,13
Martin	26,20	26,20	31,20	49,67	51,44	62,73
Banská Bystrica	29,20	32,85	36,50	48,89	51,48	54,86
Poprad	29,56	29,56	29,56	54,17	45,06	65,63
Prešov	18,25	29,20	29,20	41,15	52,36	56,58

Source: self-processing based on the information obtained from generally binding ordinance of town on local taxes and fees for municipal waste and small construction waste, final account of towns 2019 to 2021, annual reports of towns 2019 to 2021, datacube

From the obtained data, we calculated the average percentage change of recycling, rates and expenses for waste management in the period from 2019 to 2021. The most significant increase in municipal waste fee rates was recorded in the years 2019 to 2020 in an average amount of 4.43% in the larger towns under investigation. In the following period from 2020 to 2021, we recorded an average increase in rates by 2.61%. In the economically weaker larger towns, where we recorded the highest increase in fee rates, a decrease in the production of municipal waste was manifested.

We recorded the most significant percentage increase in municipal spending on waste management at the level of 12.24% and 18.06% in the towns of Trnava and Poprad, which have maintained their recycling rate for a long time with a slight increase of around 1%. The reason for the high costs and low recycling may be the capital investment and the increase in the town's landfill fee rate. The results of the capital investment on the waste recycling rate will be demonstrated in a later period.

Conclusions

In the research work, we focused on monitoring changes in the rate of recycling and production of municipal waste as a result of the influence of regional economic indicators and financial indicators at the local level. The research was carried out on a sample of 9 towns in the Slovak Republic with a population of over 40,000 in the period under review from 2019 to 2021. In order to find suitable answers to the research question, we established four hypotheses.

To answer the hypotheses, we used the analysis of quantitative indicators in the ex post evaluation and using the calculation of the percentage change in the examined period.

The data show that the production of municipal waste per inhabitant in larger towns with more than 40,000 inhabitants is above the Slovak average. It is interesting to observe the lower production of waste in towns located in economically weaker regions. However, recycling rates are not significantly different across regions. Some economically weaker regions experienced a high increase in sorting over time, while other economically stronger regions experienced a decrease. Based on the implementation of this part of the research, we assess that **hypothesis one was partially confirmed**.

Of all the investigated larger towns, not one showed long-term fulfillment of the recycling goal from the waste management program of the Slovak Republic for the years 2019 and 2020. One exception is Banská Bystrica with a recycling rate of 53.37% in 2019. Based on the data, we can conclude that **hypothesis two was not confirmed**.

A higher percentage rate of unemployment in the district has a positive effect on the amount of collected municipal waste per inhabitant. In this case, the research of Somudutt Benerjee and Presenjit Sarkhela, which was implemented on countries, is confirmed. Economically developed countries produce a larger amount of municipal waste. [1]. By examining the gross wage indicator, we did not notice an impact on the rate of recycling or municipal waste production. Regional GDP per capita is affected only in larger towns with high fluctuations in the rate of recycling and production. An example is the town of Trnava in 2019 and 2020. **Hypothesis 3 was only partially confirmed.**

Based on the investigation of hypothesis 4, we can notice differences in the area of income and expenditure of waste management per inhabitant. All municipalities pay extra from their budgets for waste management expenses. In municipalities located in economically weaker regions, we recorded the highest increase in fee rates, which was reflected in a significant decrease in the production of municipal waste. The result confirms the partial research of Podolsky and Spiegel, in which households respond to an increase in the waste fee by reducing the demand for waste management services [11]. The towns with the highest increase in fee rates of 10.95% and 11.20% showed the highest increase in sorting efficiency by 5.95% and 6.66%. In this case, the research of Morris and Holthausen was confirmed that the increase in waste fee rates increasing recyclability [8]. The high level of spending by municipalities on waste management does not affect the current rate of recycling. Based on these facts, we can evaluate that **hypothesis four was partially confirmed**.

The production of municipal waste is different across the regions of Slovakia. Regions with a higher unemployment rate and lower real GDP have the lowest production. At the same time, these towns significantly increased the fee rate for municipal waste and the sorting rate. Unfortunately, not one of the investigated larger towns meets the goals in the area of waste sorting. At the same time, a high increase in the amount of the fee for waste results in a decrease in waste production and an increase in recycling, with the greatest impact in economically weaker regions. An increase in the expenditure of municipalities on waste management by more than 3.5% causes an increase in the production of municipal waste. Of the four hypotheses, three were only partially confirmed and one was not confirmed.

Based on this, we conclude that the unemployment rate, the level of municipal waste fee rates affect the recycling rate and the production of municipal waste. Differences across the regions of Slovakia are visible only in the amount of produced waste. The development of the sorting rate is different across regions and larger towns. At the moment, no town achieves the desired targeted results in terms of sorting rate from the Ministry of the Environment.

Considering the significant changes in the field of waste management in economically weaker regions, it would be interesting in the following research to monitor the various

economic and financial influences on waste production in different types of households and based on their number of members, total income, education and property value.

References

BANERJEE, S. et al. 2019. Municipal solid waste management, household and local government participation: a cross country analysis. In *Journal of Environmental Planning and Management*. 2019. s.1–26. ISSN: 0964-0568

Europská komisia. 2020. Enviromentálny akčný program do roku 2030. [online]. Brusel: Europská komisia. 2020 [cit. 2022-07-27]. Dostupné na internete:<https://environment.ec.europa.eu/strategy/environment-action-programme-2030_sk>

FISCHER, CH. et al. 2013. Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries EEA Report. Denmark: RePrint, No 2/2013. ISBN 978-92-9213-355-9.

CHOVANEK, J. et al. 2021. Analýza odpadového hospodárstva z programu podpory kvality sociálneho dialógu č.312031V749. Bratislava: ZMOS, 2021.

MELEŠ, L. et al. 2020. Analýza odpadového hospodárstva v ôsmich najväčších mestách Slovenska. [online]. Bratislava: Inštitút cirkulárnej ekonomiky, o.z., 2020 [cit. 2022-07-27]. ISBN 978-80-89149-88-9. Dostupné na internete:<<https://www.incien.sk/wp-content/uploads/2020/11/analiza-odpad-hosp-2020-final.pdf>>

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky. 2015. Program odpadového hospodárstva na roky 2016-2020 schválený dňa 14.10.2015 vládou Slovenskej republiky. Číslo uznesenia 562/2015. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2015.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky. 2021. Program odpadového hospodárstva na roky 2021-2025 schválený dňa 25.11.2021 vládou Slovenskej republiky. Číslo uznesenia 584/2021. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2021.

MORRIS, G. E. et al. 1995. The Economics of Household Solid Waste Generation and Disposal. In *Journal of Environmental Economics and Management*. 1995. 26, 215-234.

Nariadenie 330/2018 Z.z. ktorým sa ustanovuje výška sadzieb poplatkov za uloženie odpadov a podrobnosti súvisiace s prerozdeľovaním príjmov z poplatku za uloženie odpadov

OECD. 2022. Household Behaviour and the Environment. Reviewing the evidence. [online]. [cit. 2022-07-27]. Dostupné na internete:<<https://www.oecd.org/environment/consumption-innovation/42183878.pdf>>

PODOLSKY, M. J. et al.1998. Municipal Waste Disposal: Unit Pricing and Recycling Opportunities. In *Public Works Management and Policy*. 1998. 3, 27-39.

Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/98/ES z 19. novembra 2008 o odpade a o zrušení určitých smerníc

Všeobecné záväzné nariadenia o daniach a poplatkoch za komunálny odpad a drobný stavebný odpad v skúmaných mestách

Zákon č. 369/1990 Zb. z. o obecnom zriadení

Zákon č.79/2015 Zb. z. o odpadoch

EUROPEAN UNION AND SLOVAK DATA AVAILABILITY FOR SELECTED ECOSYSTEM SERVICES MODULES

BIANKA SLAŠŤANOVÁ¹, STANISLAV KOLOŠTA¹, FILIP FLAŠKA¹,
JARMILA MAKOVNÍKOVÁ²

¹ Ekonomická fakulta UMB, Tajovského 10, 97590 Banská Bystrica, SK

e-mail: bianka.slastanova@student.umb.sk

e-mail: stanislav.kolosta@umb.sk, ORCID: 0000-0003-1501-9532

e-mail: filip.flaska@umb.sk, ORCID: 0000-0003-2434-4783

² Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany
pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 05, SK

e-mail: jarmila.makovnikova@nppc.sk, ORCID: 0000-0002-3328-405X

Keywords: Ecosystem services, modules, assessment.

JEL classification: Q01, Q15, Q57

Abstract

The conservation, appreciation, and appropriate restoration of biodiversity and the ecosystem services (natural capital) it offers is the objective of EU biodiversity policy. This policy focuses primarily on nature protection and reversion the degradation of ecosystems. The Slovak Republic has one of the lowest levels of ecosystem service implementation in the EU. The aim of the paper is to make review of data availability for selected ecosystem services modules in EU and Slovak Republic. One of the solutions as part of the European and national strategies is that ecosystem services will be evaluated and quantified and considered in investment and policy making, as well as in the environmental impact assessment of activities. The development of a comprehensive ES evaluation system and their sustainable use will be encouraged and their options for monetization will be considered.

Introduction

The conservation, appreciation, and appropriate restoration of biodiversity and the ecosystem services it offers is the objective of EU biodiversity policy until 2050. The inherent importance of biodiversity, as well as its basic contribution to living standards and economic development, are the reasons behind this. By 2020, the major aim was to halt biodiversity loss and environmental degradation in the EU, restore them to the maximum degree possible, and increase the EU's contribution to avoiding biodiversity loss worldwide.

The aim of the paper is to make review of data availability for selected ecosystem services modules in EU and Slovak Republic, which can be usable for scientific community dealing with evaluation and assessment of ecosystem services using existing modules.

Material and methods

Ecosystem services modules are used by the scientific community in the evaluation and assessment of ecosystem services. The outputs of these modules can be as a basis for recommendations for policymakers, especially in connection with the protection of ecosystems and sustainable land management. In the article, we provide a basic overview of data availability for selected modules of ecosystem services in the EU and especially for Slovakia.

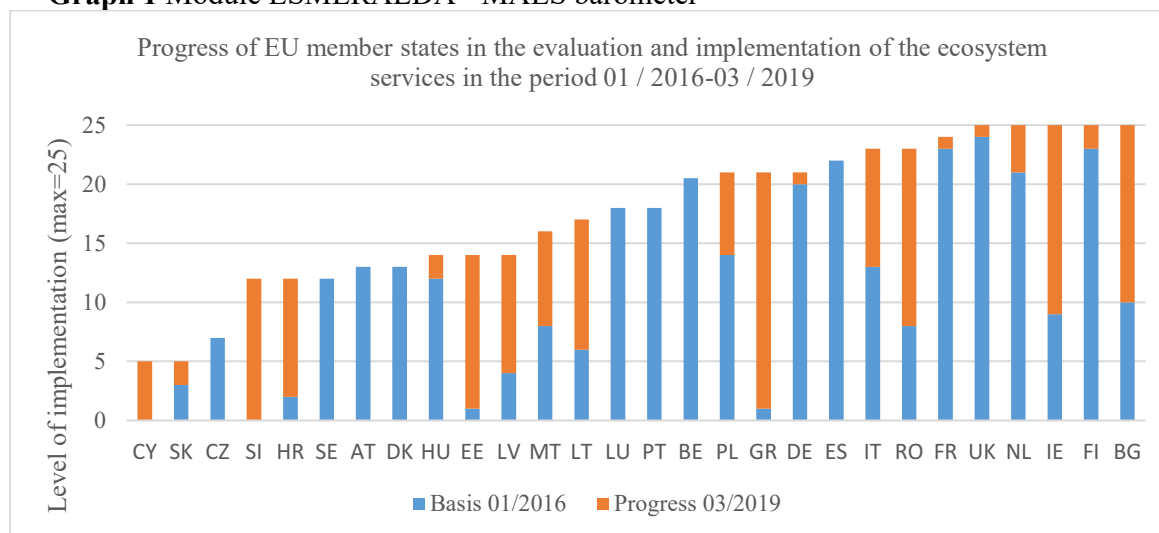
Results and discussion

In terms of environmental policy one of the leaders in research and implementation of the concept of ecosystem services, especially after 2010 became the European Union. The EU adopted especially after 2000 several important documents in the field of protection of natural resources and biodiversity - from the strategy of 1998 through action plans in 2001 and 2006 to the current EU biodiversity strategy by 2020 adopted in 2011. Its introduction already emphasizes the importance of biodiversity as a part of natural capital in terms of ES provision and the overall standard of living (quality of life) of people. The strategy aims to reverse biodiversity loss and accelerate the EU's transition to a resource-efficient "green" economy.

Ecosystem services have been included in Objective 2 of EU Biodiversity Strategy for 2030 document which states: "Preserve and restore ecosystems and their services," which further states that "By 2030, ecosystems and their services will be maintained and improved through the establishment of green infrastructure and the restoration of at least 15% of degraded ecosystems. A proposal for legally enforceable EU nature restoration objectives will be presented by the European Commission. Increasing biodiversity, mitigating and adapting to climate change, and preventing and reducing the effects of natural disasters would all benefit from restoring the EU's ecosystems. An important aspect of the EU Biodiversity Strategy for 2030 is developing a proposal for binding EU nature restoration objectives. The European Commission is working on an impact assessment to promote ecosystem services and ecosystem restoration, as well as to analyze their possible environmental, social, and economic consequences. The publics and stakeholders' perspectives and insights will be included in the impact assessment. (https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en)

To support this goal, the European Commission has initiated the creation of an expert group for mapping and assessing ecosystems and the services they provide such as MAES, and projects like OpenNESS and ESMERALDA. As Izakovičová (2017) mentions, 27 model studies at the local and regional level in 13 European and 4 non-European countries were a valuable product of the OpenNESS project.

Graph 1 Module ESMERALDA - MAES barometer



Source : According to Mederly, P., Černecký, J. et al. (2019); Original data: twitter - @ Maes Joachim, 6.3.2019

In terms of national evaluation of ecosystem services across European Union as part of the ESMERALDA project, it has been compiled and was being evaluated the so called MAES barometer, which maps progress in individual countries. According to Graph 1, certain nations,

such as the United Kingdom, the Netherlands, Ireland, Finland, and Bulgaria, have already completed full implementation (not just of the ecosystem and ES assessments, but also of their integration into national policy). Other countries are close to achieving this aim (Italy, Romania, France). Greece, Ireland, Bulgaria, Romania, Estonia, and Slovenia made the highest progress between 2015 and 2016. At the MAES group's most recent meeting (March 2019), the overall level of implementation was judged at 70%; sadly, Slovakia only achieves 20% and, along with Cyprus, is at the bottom of the rankings.

The analysis of studies indicates certain generalizations that may be employed in the process of preparing the national ecological services evaluation in Slovakia. The following are the most important facts. The amount of ES available for examination varies widely by country, but on average, 15-20 ES are available. Italy and Portugal countries have the fewest number (3-6 ES), while Norway, UK, Finland have the highest (26-28 ES). Evaluation methods differs as well across countries, but the mostly used method is matrix approach with benefit transfer.

The Slovak Republic has one of the lowest levels of ecosystem service implementation in the EU. However, this is primarily due to political issues, rather than a lack of competence or data. Unfortunately, there was not enough "political will" in the preceding era to ensure the review process, despite the fact that the papers received demand it.

The study of Bezák et al. (2017), which, in addition to the analysis of the current situation, also sets out the starting points for better implementation of the ecosystem services. The Slovak Republic began work on the paper Updated National Strategy for Biodiversity Protection for the Years 2012-2020 in 2012. The strategy's main goal is to "stop biodiversity loss and degradation of ecosystems and their services in the Slovak Republic by 2020, to ensure suitable biodiversity and ecosystem restoration, and to improve our contribution to avoiding biodiversity loss worldwide." "Natural capital of the Slovak Republic - biodiversity, ES, and goods are sufficiently protected, regularly evaluated, reasonably used, and restored by 2050 due to their internal values and significant contribution to prosperity and economic prosperity," according to the Slovak Republic's vision in this document. The plan has nine goals, most of which are based on European goals. For the conservation and restoration of biodiversity and related ecosystem services, objectives 1 to 3 have been specified. From the standpoint of ecosystem services, Objective 3 is particularly important: the construction of green infrastructure and the restoration of at least 15% of damaged ecosystems.

However, the achievement of this challenging goal and the above measures was within the given time frame by 2020 unrealistic - therefore will have to come to a revision of targets and postponing deadlines. One of the solutions as part of the new strategies is that ecosystem services will be evaluated and quantified and considered in investment and policy making, as well as in the environmental impact assessment of activities. The development of a comprehensive ES evaluation system and their sustainable use will be encouraged and their options for monetization will be considered. ES payments will provide sufficient incentive to maintain them.

Despite the fact that ecosystem services are not as well established politically in Slovakia as they are in other European countries, their use has been increasing in recent years, particularly at the professional level - for example, in the evaluation of natural functions and services in protected areas, forest function assessment, agricultural land, historical structures agricultural land, and so on.

In the Slovak Republic, the problem of ES research and evaluation is now being addressed through research tasks and scientific initiatives at various workplaces, with partial results and case studies being published (active workplaces in this area are mainly the Institute of Landscape Ecology of the Slovak Academy of Sciences, the National Forestry Center and the National Agricultural and Food Center). This is also true of research at Slovak universities,

which is divided into research projects and tasks by individual schools (particularly at Comenius University in Bratislava, Slovak University of Technology in Bratislava, Constantine the Philosopher University in Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra, Technical University in Zvolen, Matej Bel University in Banská Bystrica). The majority of current map and database assets, as well as certain research capabilities, are centered in two Ministry of the Environment agencies (Slovak Environment Agency and the State Nature Protection of the Slovak Republic). Work coordination and cooperative research initiatives are still uncommon; instead, the sharing of experiences and presentations at various professional and scientific gatherings are increasingly essential.

One of the first monographs comprehensively evaluating non-production forest functions of ecosystems in Slovakia were Papánek (1978), Midriak et al. (1981), Jurko (1990) and Eliáš (1983). Table 1 presents available data set on monetary valuation of ES in Slovak Republic.

Table 1 List of available data on valuation of ecosystem services of Slovak Republic

Ecosystem services	Institute	Publications
Forestry and Nature reserves	National Forestry Center Technical University in Zvolen	Čaboun, 2008 Kovalčík, Tutka, 2008 Sarvašová, Šálka, 2012 Šálka and Dobšínská, 2013, Sarvašová et al. ., 2014, Štěrbová, 2017, Cup et al., 2017, Vološčuk, 2013, Schneider, Holušová et al., 2016, Považan et al., 2014,
Agriculture	NPPC - Research Institute of Soil Science and Soil Protection Matej Bel University in Banská Bystrica	Džatko et al., 2002, Hronec et al., 2005, Vilček, 2011, 2014, Vilček, Koco, 2018, Kanianska 2014, Kanianska et al., 2016, Makovníková et al., 2016, 2017, Kizeková et al., 2016
Inland waters	Water Management Research Institute Slovak University of Agriculture in Nitra	Bujnovský, 2018, Lampartová, Schneider et al., 2016, Jurík et al., 2017,
Cultural services	Institute of Landscape Ecology SAV	Lieskovský et al., 2015, Špulerová et al., 2018 Supuka et al., 1991, Reháčková, Paudišová, 2006, Turanovičová, Rózová, 2017
Participatory mapping and socio-economic evaluation	Institute of Landscape Ecology SAV	Bezák, Bezáková, 2014, Klúvanková-Oravská, Chobotová 2010, Klúvanková, Brnkaľáková, 2017

Source: According to Mederly, P., Černecký, J. et al. (2019).

To conclude a monetary ecosystem services evaluation at the national level, a substantial quantity of baseline data is required, as well as a detailed and accurate ecosystem map. Many European countries depend only on map data from the Corine Land Cover (CLC) database for the sake of simplicity. In Slovakia, more thorough data is often employed in ecosystem service research, allowing for a better and more reliable evaluation. In Slovakia, ecosystem services are mostly created using data from the Ministry of Agriculture (agriculture and forestry) and the Ministry of the Environment, supplemented by data processed from CLC layers (CLC 2012) and selected layers from the Open street map with assigned habitats and in the EUNIS classification (EEA, 2018) at various levels.

Conclusions

Understanding the amount of value of ecosystem services may aid in the development of common goals, long-term management financing systems, and improved environmental decision making. Halt the loss of biodiversity and the degradation of ecosystem services and force their restoration should be important task for policy makers. The merits of the proposed revitalization of forests as well as and cultural functions in urban ecosystems, were shown in 2020 research by Müller, F., et al. The findings indicate human's great and varied reliance on nature, and also demonstrate how critical it is for environmental policy makers to use natural resources in a sustainable manner.

The EU Biodiversity Strategy for 2030 lays forth a comprehensive and far-reaching plan to prevent and reverse biodiversity loss in the EU and throughout the world. Scientific studies demonstrate that high functioning biodiversity and ecosystem services account for more than half of global GDP, and that one fifth of nations are at risk of their ecosystems collapsing, jeopardizing food security, clean water and air, and flood protection. As a result, both the EU Green Deal and the EU Recovery Plan include the EU Biodiversity Strategy as a key component.

References

- BEZÁK, P., BEZÁKOVÁ, M. 2014. Landscape Capacity for Ecosystem Services Provision Based on Expert Knowledge and Public Perception (case Study from the North West Slovakia). In: *Ekologia*, vol. 33, no. 4 [cit. 2022-06-12]. Dotupné na internete: <https://doi.org/10.2478/eko-2014-0031>.
- BEZÁK, P., MEDERLY, P., IZAKOVIČOVÁ, Z., ŠPULEROVÁ, J., SCHLEYER, CH. 2017. Divergence and conflicts in landscape planning across spatial scales in Slovakia: opportunity for an ecosystem services-based approach? In: *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13 (2), pp. 119-135. <http://dx.doi.org/10.1080/21513732.2017.1305992>.
- BUJNOVSKÝ, R. 2018. Estimation of benefits from the actual use of inland water ecosystem services in the Slovak Republic. In: *Ekológia (Bratislava)*, 37 (3), pp. 201-218. <https://doi.org/10.2478/eko-2018-0017>.
- ČABOUN, V. 2008. Výskum, klasifikácia a uplatňovanie funkcií lesov v krajine. Lesy a lesníctvo – riziká, výzvy, riešenia. In: *Recenzovaný zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, NLC Zvolen*, pp. 31-39. ISBN 978-80-8093-054-7.
- DŽATKO, M. 2002. *Hodnotenie produkčného potenciálu poľnohospodárskych pôd a pôdno-ekologických regiónov Slovenska*. Bratislava (Výskumný ústav pôdoznactva a ochrany pôdy).
- ELIÁŠ, P. 1983. Ecological and Social Functions of Vegetation. In: *Ekológia*, 1983, 2, pp. 93-104.
- HRONEC, O., BEDRNA, Z. VILČEK, J. 2005. *Environmentálna pedológia*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005. 297 p. ISBN: 80-8069-501-6.
- IZAKOVIČOVÁ, Z., BEZÁK, P., MEDERLY, P., ŠPULEROVÁ, J., 2017. Uplatňovanie konceptu ekosystémových služieb v plánovacej a riadiacej praxi Slovenskej republiky – výsledky projektu OpenNESS na prípadovej štúdii Trnava. In: *Životné prostredie*, 51, 4, pp. 198 – 204.
- JURÍK, L., HALÁSZOVÁ, K., SEDMÁKOVÁ, M. 2017. Ekosystémové služby zdrojov vody pre krajinu. In: *Životné prostredie*. ISSN 0044-4863, 2017, 51, 4, pp. 221-226.
- JURKO, A. 1990. *Ekologické a socio-ekonomické hodnotenie vegetácie*. Bratislava: Píroda, 1990. 195 p. ISBN 8007003916.

KANIANSKA, R. 2014. Ekosystémové služby a ich oceňovanie. In: *Stav a trendy integrovaného manažmentu životného prostredia*. Zvolen: TUZVO, pp. 63-67, ISBN 978-80-228-2711-9.

KANIANSKA, R., JAĎUĐOVÁ, J., MAKOVNÍKOVÁ, J., KIZEKOVÁ, M., TOMAŠKIN, J., 2016. Ekosystémové služby. Banská Bystrica: Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.

KIZEKOVÁ, M., ČUNDERLÍK, J., DUGÁTOVÁ, Z., MAKOVNÍKOVÁ, J., KANIANSKA, R., JAĎUĐOVÁ, J., JANČOVÁ, Ľ., PÁLKA, B. 2016. *Agroekosystémové služby a súčasný stav trávnych porastov v Slovenskej republike*. 1. vyd. Banská Bystrica: NPPC VÚTPHP Banská Bystrica, NPPC VÚPOP Bratislava, UMB Banská Bystrica. 118 p. ISBN 978-80-89800-09-4.

KLUVÁNKOVÁ, T., BRNKAĽÁKOVÁ, S. 2017: Globálne problémy a lokálne riešenia v udržateľnom manažmente ekosystémových služieb a krajiny. In: *Životné prostredie*. ISSN 0044-4863, 51, 4, pp. 195-197.

KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T., CHOBOTOVÁ, V. 2010. Inštitúcie a ekosystémové služby v demokratickej a trhovej spoločnosti. In: *Životné prostredie*. ISSN 0044-4863, 44, 2, pp. 84-88.

KOVALČÍK, M., TUTKA, J. 2008. Hodnotenie rekreačnej funkcie lesov SR preferenčnými metódami – výsledky testovacej štúdie. In: *Aktuálne otázky ekonomiky LH SR*. Zvolen: Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav. 12 p. ISBN 978-80-8093-072-1.

LAMPARTOVÁ, I., SCHNEIDER, J. et al. 2016. *Řeky ve městech..* Mendelova univerzita v Brně, 397 p. ISBN 978-80-7509-421-6

LIESKOVSKÝ, J., BEZÁK, P., ŠPULEROVÁ, J., LIESKOVSKÝ, T., KOLEDA, P., DOBROVODSKÁ, M., BUERGI, M., GIMMI, U. 2015. The abandonment of traditional agricultural landscape in Slovakia - Analysis of extent and driving forces. In: *Journal of Rural Studies* [online]. vol. 37 [cit. 2022-06-12]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.12.007>.

MAKOVNÍKOVÁ, J., KOBZA, J., PÁLKA, B., MALIŠ, J., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M. 2016. An Approach to Mapping the Potential of Cultural Agroecosystem Services. In: *Soil & Water Resources*, vol. 11, no. 1, PP. 44-52.

MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., JAĎUĐOVÁ, J. 2017. Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Banská Bystrica: UMB v BB, Belianum. ISBN 978-80-557-1242-0.

MEDERLY, P., ČERNECKÝ, J. et al., 2019. Katalóg ekosystémových služieb Slovenska. ŠOP SR, UKF v Nitre, ÚKE SAV, Banská Bystrica, 215 p. ISBN: 978-80-8184-067-8.

MIDRIAK, R. et al. 1981. Diferencované obhospodarovanie lesa podľa integrovaných funkcií. Lesnícke štúdie 31. Zvolen: VÚLH, Bratislava: Príroda, 224 p.

PAPÁNEK, F. 1978. Teória a prax funkčne integrovaného lesného hospodárstva. Bratislava: Príroda. 218 p.

POVAŽAN, R., GETZNER, M., ŠVAJDA, J. 2014. Value of ecosystem services in mountain national park. Case study of Veľká Fatra National Park (Slovakia). In: *Polish Journal of Environmental studies*, 23 (5), pp. 1699-1710. ISSN 1230-1485.

REHÁČKOVÁ, T., PAUDITŠOVÁ, E. 2006. *Vegetácia v urbánnom prostredí*. Bratislava: Cicero. 132 p. ISBN 80-969614-1-1.

SARVAŠOVÁ, Z., KOVALČÍK, M., DOBŠINSKÁ, Z., ŠÁLKA, J., JARSKÝ, V. 2014. Ecosystem Services – Examples of Their Valuation Methods in Czech Republic and Slovakia. In: *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems* [online]. vol. 1, no. 1 [cit. 2022-06-22]. Dostupné na internete: <http://www.degruyter.com/view/j/cass.2014.1.issue-1/cass-2014-0008/cass-2014-0008.xml>.

SARVAŠOVÁ, Z., ŠÁLKA, J. 2012. Integrácia úžitkov verejnoprospešných funkcií do trhového mechanizmu - teórie a zahraničné skúsenosti. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 215 p.

SCHNEIDER, J., HOLUŠOVÁ, K. et al. 2016. *Ekosystémové služby a funkce lesů*. Mendelova univerzita v Brně. 367 p. ISBN 978-80-7509-469-8.

SUPUKA, J. ET AL. 1991: *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. 1. vyd. Bratislava: Veda, 307 p. ISBN: 80-224-0128-5.

ŠÁLKA, J., DOBŠINSKÁ, Z. 2013. Policy analysis for assuring forest ecosystem externalities. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 120 p. ISBN 978-80-228-2471-2.

ŠPULEROVÁ, J., PETROVIČ, F., MEDERLY, P., MOJSES, M., IZAKOVIČOVÁ, Z. 2018. Contribution of Traditional Farming to Ecosystem Services Provision: Case Studies from Slovakia. In: *Land* [online], vol. 7, no. 2 [cit. 2022-06-02]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.3390/land7020074>.

ŠTĚRBOVÁ, M. 2017. Prístupy a metódy hodnotenia ekosystémových služieb lesa. In: *Životné prostredie*. ISSN 0044-4863, 51, 4, pp. 213-220.

TURANOVIČOVÁ, M., RÓZOVÁ, Z. 2017. Metodické východiská hodnotenia kultúrnych ekosystémových služieb v urbanizovanom prostredí. In: *Životné prostredie*, ISSN 0044-4863 51, 4, pp. 232-239.

VILČEK, J. 2011. Potenciály a parametre kvality poľnohospodárskych pôd Slovenska. In *Geografický časopis*, 63 (2), pp. 133-154. ISSN 2453-8787.

VILČEK, J. 2014. Mapovanie a hodnotenie environmentálnych funkcií poľnohospodárskych pôd Slovenska. In: *Geografický časopis*, ISSN 0016-7193, 66 (3), pp. 287-304.

VILČEK, J., KOCO, Š. 2018. Integrated index of agricultural soil quality in Slovakia. In: *Journal of Maps*, 14:2, 68-76, 10.1080/17445647.2018.1428233

VOLOŠČUK, I. 2013. *Teoretické princípy ekologických procesov, funkcií a služieb ekosystémov*. Banská Bystrica: Belianum. 265 p. ISBN 978-80-5570-683-2.

Supported by Slovak Research and Development Agency via contract No. APVV-0098-12 and APVV- 18-0035 “Valuing ecosystem services of natural capital as a tool for assessing the socio-economic potential of the area”.

ECOSYSTEM SERVICES MODULE'S STRUCTURE

BIANKA SLAŠŤANOVÁ¹, STANISLAV KOLOŠTA¹, FILIP FLAŠKA¹,
JARMILA MAKOVNÍKOVÁ²

¹ Ekonomická fakulta UMB, Tajovského 10, 97590 Banská Bystrica, SK

e-mail: bianka.slastanova@student.umb.sk

e-mail: stanislav.kolosta@umb.sk, ORCID: 0000-0003-1501-9532

e-mail: filip.flaska@umb.sk, ORCID: 0000-0003-2434-4783

² Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica, 974 05, SK

e-mail: jarmila.makovnikova@nppc.sk, ORCID: 0000-0002-3328-405X

Keywords: Ecosystem services, modules, assessment.

JEL classification: Q01, Q15, Q57

Abstract

With the recent rise in the subject of ecosystem services, a number of decision support modules have emerged to aid in the more systematic assessment of ecosystem services. The aim of the paper is to summarize essential information from relevant professional studies on the modules used in the assessment of ecosystem services, which can be useful for the professional community in the assessment of ecosystem services. Spatial availability of data usable in modules of ecosystem services will be essential for the most truthful evaluation usable for sustainable land management.

Introduction

Ecosystem service assessments must be quantitative, reproducible, credible, flexible, and inexpensive in order to gain widespread adoption. With the recent rise in the subject of ecosystem services, a number of decision support modules have emerged to aid in the more systematic assessment of ecosystem services. Despite the increasing complexity of the module's environment, there have been few comprehensive studies of techniques for recognizing, measuring, modeling, and, in some cases, monetarily valuing ecosystem services. In the following subchapters we will look closer on the structure of the three chosen modules InVest, MIMES and Ecosystem Valuation toolkit in contrast of non – monetary module SolVES.

The aim of the paper is to summarize essential information from relevant professional studies on the modules used in the assessment of ecosystem services, which can be useful for the professional community in the assessment of ecosystem services and the formulation of managerial as well as political recommendations for the sustainable management of different types of soils.

Material and methods

Several groups of module developers are now working on novel ways to include ecosystem services into public and private-sector decision-making processes. While the desire to assist decision-makers is universal, the techniques used vary widely. Some are intended to be generalizable to every location on the planet, while others are exclusive to a particular locality. The approaches to economic valuation, spatial and temporal representation of services, and incorporation of existing biophysical models varied between the modules. We summarized relevant studies to have core idea about most often used ecosystem services modules.

Results and discussion

Based on the Bureau of Land Management in 2005 research on San Pedro River (Bagstad et al., 2013) there has been thoroughly described structure of ecosystem services modules based on the set of eight evaluative criteria that identify essential module qualities that decision-makers believe are relevant when picking analytical ecosystem services modules.

These criteria analyze each module's ability to offer quantitative, replicable, trustworthy, adaptable, and inexpensive ecosystem service assessments. These criteria were used to each module to determine its relative strengths and shortcomings. Among the evaluating criteria are:

- I. Quantification and uncertainty - Although qualitative techniques can help with early screening, scoping, and coarse-grain ranking, quantified outputs are needed to quantify ecological service tradeoffs. Because presenting a single number might inspire false confidence in the certainty of outcomes, uncertainty estimates are a desirable addition to the set of model outputs. Although every model can yield a range of output values when given many possible input values (Kareiva et al., 2011), certain methods explicitly account for uncertainty using approaches like Monte Carlo simulation or Bayesian network modeling.
- II. Time requirements - As the amount of time it takes to use an instrument lower, it becomes more feasible for general use.
- III. Capacity for independent application - The BLM pilot research, a wide spectrum of agency stakeholders, as well as private-sector decision-makers in the BSR component of the study, highly favored modules that are in the public domain or for which a software license may be obtained to allow the module to be independently applicable. This is in contrast to methods that require each application to be contracted with a specific academic or consulting firm.
- IV. Level of development and documentation – Modules should be well-developed enough to run consistently, use validated models, and produce repeatable results, with their methods, assumptions, key algorithms, strengths and limitations, and application sites well documented in user manuals and/or peer-reviewed journal articles, which may include validation exercises. Modules that have been well-developed and documented have a higher level of openness and credibility, making them more likely to gain the trust of decision-makers and the general public.
- V. Scalability- Modules can be used at all scales, from the individual to the world. Managers prefer modules that are usable across many spatial scales since learning one module is easier than learning several.
- VI. Generalizability – Modules should ideally be extensively adaptable across a variety of ecoregional and socioeconomic settings, with some degree of customizability to adjust for changing local conditions, in order to enable wider use. The most of modules are either location-specific, which limits transferability but accounts for locally important processes, or broadly generalizable, which trades local detail for transferability. Some modules presently use location-specific case studies, although future releases are expected to be more generalizable.
- VII. Nonmonetary and cultural perspectives – According to the stakeholders surveyed, modules that give information that integrates many valuing systems (monetary and non-monetary) and cultural viewpoints (including indigenous peoples and other spiritual and cultural values) would be ideal.
- VIII. Affordability, insights, integration with existing environmental assessment - Modules for quantifying and valuing ecosystem services are more attractive if they can provide additional information in a cost-effective manner while remaining consistent with existing management and planning processes. Modules for quantifying and valuing

ecosystem services are more appealing if they can give extra information in a cost-effective manner that is consistent with existing management and planning processes.

Table 1 offers an overview of each of the 8 ecosystem services modules performance against the evaluative criteria followed by detailed descriptions of all modules analytical and modeling approaches, their intended uses, ecosystem services modeled, modeling and valuation approaches, data requirements, and outputs.

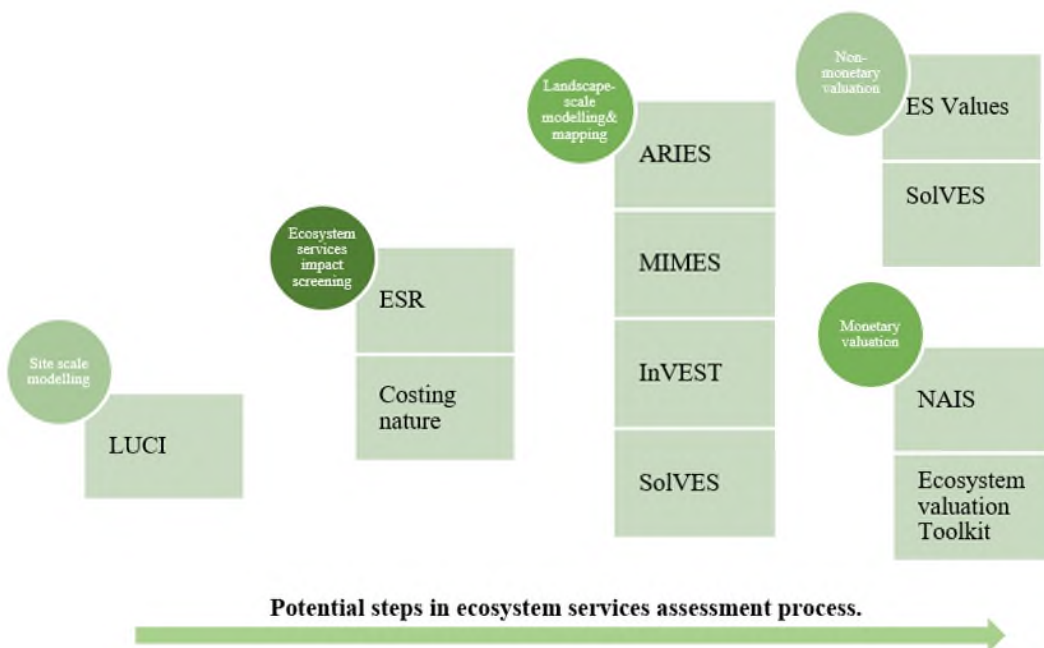
Table 1 Definitions of ecosystem service modules against key evaluative criteria

Module	Quantifiable, approach to uncertainty	Time requirements	Capacity for independent application	Level of development & documentation	Scalability	Generalizability	Nonmonetary & Cultural perspectives	Affordability, insights, integration with existing environmental assessment
ESR	Qualitative	Low, depending on stakeholder involvement in the survey process	Yes	Fully developed and documented	Multiple scales	High	No valuation component	Most useful as a low-cost screening tool
InVEST	Quantitative, uncertainty through varying inputs	Moderate to high, depending on data availability to support modeling	Yes	“Tier 1” models fully developed and documented. “Tier 2” documented but not yet released	Watershed or landscape scale	High, though limited by availability of underlying data	Biophysical values, can be monetized	Spatially explicit ecosystem service tradeoff maps; Relatively time consuming
MIMES	Quantitative, uncertainty Through varying inputs (automated)	High to develop and apply new case studies	Yes, assuming user has access to SIMILE modeling software	Some models complete but not documented	Multiple scales	Low until global or national models are completed	Monetary valuation via input-output analysis	Dynamic modeling and valuation using input-output analysis; currently time consuming
ARIES	Quantitative,	High to develop new case studies, low for preexisting case studies	Yes, through web explorer or standalone software tool	Fully documented, case studies complete but global models under development	Watershed or landscape scale	Low until global models are completed	Biophysical values, can be monetized	Spatially explicit ecosystem service tradeoff, flow, and uncertainty maps; time consuming
CoSting Nature	Quantitative	Low	Yes	Partially documented	Landscape scale	High	Outputs indexed, bundled ecosystem service values	Rapid analysis of indexed, bundled services based on global data, along with conservation priority maps
SolVES	Quantitative, no explicit handling of uncertainty	High if primary surveys are required, low if function transfer approach is used	Yes, assuming user has access to ArcGIS	Fully developed and documented	Watershed or landscape scale	Low until value transfer can be shown to successfully estimate values	Nonmonetary preferences (rankings) of relative values for stakeholders	Provides maps of social values for ecosystem services, time consuming
Ecosystem Valuation Toolkit	Quantitative, reports range of values	Assumed to be relatively low	Yes	Under development	Watershed or landscape scale	High, within limits of point transfer	Dollar values only	Point transfer for “Ballpark numbers,” building awareness of values

Source: According to Bagstad et al., 2013

In general, we are going to look closely on independently applicable, generalizable, landscape-scale modules such as InVEST and MIMES used to mostly measure monetary value of ecosystem services and in comparison, non-monetary module SolVES. This special category of modules differs modeling approaches, generalizability, and whether they are in the public domain or proprietary.

Picture 1 Potential steps in ecosystem services assessment process



Source: According to K.J. Bagstad et al., 2013

The most well-known of the generalizable, public-domain tools is InVEST. It encodes ecological production functions in deterministic models using a range of spatial data as model inputs. It generates maps depicting results in biophysical units, to which per-unit monetary values can be applied for delivering and regulating services; for cultural services and some supporting models, the outputs are in relative rankings. The underlying deterministic models in InVEST have been more thoroughly scrutinized in peer-reviewed literature, and thus may be more suited for usage in environments where ecological processes are well understood (Vigerstol and Aukema, 2011).

Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services (MIMES) – are also spatially explicit, public-domain tools that biophysically model ecosystem services but have not yet been as widely documented and applied as InVEST. MIMES is a system dynamics model designed to account for temporal dynamics and feedback loops, incorporate existing ecological process models into ecosystem service modeling, and economically value ecosystem services via input–output analysis. MIMES was developed using Simile, a commercial coding and simulation software package (Simulistics, 2013). Input data include varied spatial datasets depending on the services of interest to the user as well as information that a user applies to parameterize the model's equations. MIMES outputs include spatially explicit time series of ecosystem service values.

In comparison The Social Values for Ecosystem Services (SolVES) tool (Sherrouse et al., 2011) is intended to quantify and map the perceived social values for ecosystem services calculated from a combination of spatial and non-spatial responses to public attitude and preference surveys, unlike previous tools that used biophysical models to quantify ecosystem services. The quantifiable values are determined by the values typology provided with the survey, which is usually based on a "forest values typology" (Brown and Reed, 2000).

This typology has been updated for usage in a variety of settings ranging from woods to coastal environments, and it roughly matches to MA cultural services (esthetic, recreation,

spiritual, education, and cultural heritage) and non-use values (option, existence, and bequest value).

SOLVES calculates a quantifiable 10-point "Value Index" based on replies to a value-allocation exercise in the survey. The link between values and physical aspects of the landscape (environmental data layers such as height, distance to water, land-cover type, and so on) is then calculated using respondent mapped locations associated with each value type.

The Ecosystem Valuation Toolkit (Troy and Wilson, 2006; Ecosystem Valuation Toolkit, 2012) is a valuation database that combines a library of economic valuation studies with a GIS study of land cover that may be used for economic valuation via point transfer. As input data, spatially explicit land-cover data are categorized using a locally applicable land-use/cover typology, and then matched to appropriate valuation studies. Per-hectare summary of ecosystem service values for each key land-cover category are among the outputs. The Ecosystem Valuation Toolkit can be used independently by subscribing to it, but NAIS can only be used by contracting with its developers.

Conclusions

Most of the modules mentioned above may calculate monetary values by providing a per-unit market, social, avoided, or replacement cost (for example, the social cost per ton of carbon or the avoided cost of dredging a ton of sediment). Value transfer is used by the modules mentioned to estimate monetary values for ecosystem services, either independently or in cooperation with other modules. Spatial availability of data usable in modules of ecosystem services will be essential for the most truthful evaluation usable for sustainable land management.

References

- BAGSTAD, K., et al. 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem Services* 5. 27–39. 10.1016/j.ecoser.2013.07.004.
- BAGSTAD, K.J., SEMMENS, D., WINTHROP, R., JAWORSKI, D., LARSON, J. 2012. Ecosystem services valuation to support decision-making on public lands—A case study of the San Pedro River watershed, Arizona: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2012–5251, 93 p.
- BROWN, G., P. REED, P. 2000. Validation of a forest values typology for use in national forest planning. *Forest Science* 46 (2), 240 – 247.
- SHERROUSE, B.C., CLEMENT, J.M., SEMMENS, D.J. 2011. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. *Applied Geography* 31, 748–760.
- SIMULISTICS, 2013. System Dynamics and Object-Based Modeling and Simulation Software. Available from: <http://www.simulistics.com>.
- TROY, A., WILSON, M.A. 2006. Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *Ecological Economics* 60(2), 435–449.
- VIGERSTOL, K. L., AUKEMA, J. E. 2011. A comparison of tools for modeling freshwater ecosystem services. *Ecosystem services* 29(10), 2403–2409. 10.1016/j.jenvman.2011.06.040

Supported by Slovak Research and Development Agency via contract No. APVV-0098-12 and APVV- 18-0035 “Valuing ecosystem services of natural capital as a tool for assessing the socio-economic potential of the area”.

MONITORING STAVU BIODIVERZITY A ZHROMAŽĎOVANIE GENETICKÝCH ZDROJOV RASTLÍN Z DRUHOVO BOHATÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV

MONITORING THE STATUS OF BIODIVERSITY AND COLLECTION OF PLANTS GENETIC RESOURCES FROM SPECIES-RICH MEADOWS

JANKA MARTINCOVÁ, MARIANA JANČOVÁ, ALENA ROGOŽNÍKOVÁ,
JOZEF ČUNDERLÍK, ĽUBOMÍR HANZES, ŠTEFAN POLLÁK

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva
Mládežnícka 36
Banská Bystrica, 974 21 Slovensko
janka.martincova@nppc.sk
ORCID: 0000-0001-9657-3214

Kľúčové slová: monitoring, druhovo - bohaté trávne porasty, Banská Bystrica, fytocenologické zápisy, genetické zdroje.

Keywords: monitoring, species-rich grasslands, Banská Bystrica, phytocenological relevés, genetic resources.

JEL klasifikácia: Q10, Q20

Abstrakt

Počas vegetačnej sezóny 2021-2022 sme vykonávali terénny výskum zameraný na prieskum druhovo bohatých trávnych porastov a zastúpenie biotopov v širšom okolí Banskej Bystrice. Tento príspevok prezentuje výsledky floristického terénneho monitoringu v oblasti Kremnických a Starohorských vrchov. Terénny výskum a hodnotenie vegetácie boli robené podľa Braun-Blanquetovej fytocenologickej školy na ploche 4 × 4 m. Tradičný spôsob obhospodarovania je veľmi dôležitý pre zvyšovanie biodiverzity a ekologickú stabilitu lúčnych spoločenstiev. Počas prieskumu boli zhromaždené genetické zdroje tráv, d'atelinovín a bylín pre potreby génovej banky a pre ďalšie využitie vo výskume a v šľachtení.

Abstract

During the 2021-2022 growing season, we conducted field research focused on the survey of species-rich grasslands and the representation of biotopes in the wider surroundings of Banská Bystrica. The article presents the results of the floristic field monitoring in the surroundings in the Kremnické and Starohorské vrchy Mts. The field research a vegetation evaluation was based on Braun-Blanquet school principles on area of 4 × 4 m. The traditional ways very of agriculture using are is very important for increasing biodiversity and ecological stability of meadow ecosystem. During the survey, the genetic resources of grasses, clovers and herbs were collected for the needs of the gene bank and for further use in research and breeding.

Úvod

Druhovo bohaté trávne porasty sú v celej Európe zaraďované k ohrozeným spoločenstvám. Ohrozené sú najmä poloprírodné lúky a pasienky a niektoré divorastúce druhy rastlín, ktoré sú

ich súčasťou. Ekosystémové procesy v krajine sú výrazne ovplyvnené biodiverzitou. Biodiverzita je súčasťou národného bohatstva každej krajiny a jej uchovanie je kľúčové pre ochranu život udržujúcich ekosystémov. Z ekologického hľadiska biodiverzita chráni a udržiava prírodné zdroje v ekosystéme, znižuje riziko rozsiahlych zmien ekosystémov pri zmenách prostredia, riziko invázií nepôvodných druhov, zvyšuje heterogenitu krajiny. Človeku poskytuje prostredníctvom ekosystémov mnohé funkcie resp. ekosystémové služby (Daily et al., 2002, Vološčuk, 2000). Ochrana biodiverzity patrí medzi regulačné ekosystémové služby (CICES, 2013, Mederly et al., 2019).

Úbytok biologickej rozmanitosti, podmienený rastúcimi materiálnymi nárokmi našej civilizácie, patrí k najväčším súčasným globálnym problémom. Publikácia Ohrozenie a ochrana biodiverzity s podtitulom Vybrané kapitoly z globálnych environmentálnych problémov sa venuje aj otázkam druhovej ochrane prírody a príčinám úbytku biodiverzity (Sabo et al., 2011). Zmeny využívania poľnohospodárskej krajiny môžu smerovať k poklesu biodiverzity, výsledkom čoho môže byť strata resp. potlačenie ekosystémových funkcií. Súčasné ohrozenie lúk má dva hlavné dôvody. Zvyšujúcou sa stavebnou činnosťou a infraštruktúrnymi zásahmi človeka dochádza k znižovaniu nielen variability a diverzity, ale neraz i k zániku niektorých rastlinných spoločenstiev a k strate významných ekosystémov a druhov rastlín. Druhou extrémne závažnou problematikou je aj problém opúšťania obhospodarovania travinných porastov a ich zarastanie najmä v horských a podhorských oblastiach. Sukcesné procesy sú dôsledkom stagnácie poľnohospodárstva, osobitne živočíšnej výroby (Zaušková, Midriak a Krajčovič, 2013). Na Slovensku sa po spoločensko-ekonomicko-politických zmenách v roku 1989 objavuje opäť fenomén - pustnutie kultúrnej poľnohospodárskej krajiny (Midriak et al., 2011, Zaušková, 2009). Za týchto okolností sa stáva stále významnejším uchovanie genetickej diverzity rastlinných druhov a pôvodného genofondu rastlín a zabezpečenie ich ochrany formou *ex situ* a *in situ*.

V rokoch 1998-2001 prebiehalo na Slovensku mapovanie travinnej vegetácie Slovenska pod vedením Daphne - Inštitútu aplikovanej biológie. Výsledkom tohto projektu je zmapovanie cca 320 tis. ha travinných biotopov s vysokou prírodnou hodnotou (Šeffler et al., 2002).

V rámci riešenia viacerých projektov súvisiacich s monitoringom a mapovaním biodiverzity trávnych porastov sa sústredila pozornosť aj na oblasť stredného Slovenska. Výnimočnosť travinnobylinnej vegetácie Starohohorských vrchov spočíva v rozmanitosti subxerofilnej vegetácie zväzov *Bromion erecti* a *Cirsio - Brachypodium pinnati* a mezofilnej vegetácie zväzu *Arrhenatherion elatioris*. (Janišová a Uhliarová, 2008). Výskumom lúk Starohorských a Kremnických vrchov sa zaoberali viacerí autori: Futák (1943, 1946), Uhliarová (2001), Janišová (2001), Turis (2001) a i. Aj na základe ich výsledkov možno konštatovať, že Banská Bystrica a jej okolie vďaka svojej geografickej polohe, pestrosti geologického podložia a ekologickým faktorom vytvárajúcich mozaiku rôznorodých biotopov patrí k floristicky veľmi pestrému územiu v rámci Západných Karpát (Turisová a Martincová, 2001).

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť stav vybraných druho- bohatých lúčnych porastov v širšom okolí Banskej Bystrice a zhromaždiť genetické zdroje tráv, d'atelinovín a bylín.

Materiál a metódy

Terénny prieskum sme uskutočnili v rokoch 2021 - 2022 v záujmovom území Kremnických a Starohorských vrchoch. Fytocenologické zápisy sme robili štandardnými metódami zürišsko-montpelliárskej školy (Braun-Blanquet, 1964) na ploche 4 × 4 m s použitím 7 - člennej stupnice abundancie a dominancie:

r (–) len jeden jedinec, pokryvnosť zanedbateľná

+ viac jedincov, pokryvnosť malá

1 pokryvnosť nižšia než 5 %

2 pokryvnosť 5–25 %

3 pokryvnosť 25–50 %

4 pokryvnosť 50–75 %

5 pokryvnosť 75–100 %

Geologické podložie tvoria prevažne vulkanické horniny. Podľa geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1986) patrí sledované územie v rámci provincie Západné Karpaty a subprovincie Vnútorne Západné Karpaty do 2 oblastí: Fatransko- tatranská (celok Starohorské vrchy) a Slovenské stredohorie (celok Kremnické vrchy). Nadmorská výška sledovaných lokalít bola v rozmedzí od 426–929 m. Prehľad navštívených lokalít je na obr.1.

Výsledky a diskusia

Na základe nami zistených údajov lúky v sledovanej oblasti možno zaradiť do viacerých typov biotopov: Lk1 Nížinné a podhorské kosné lúky a Tr1 Suchomilné travinno - bylinné a krovinové porasty na vápnitom substráte.

V sledovanom území boli zistené nasledovné taxóny (Janišová *et al.* 2007)

Trieda: **Molinio - Arrhenatheretea** Tüxen 1937

Zväz: *Arrhenatherion elatioris* Luguët 1926

Asociácia: *Anthoxantho odorati - Agrostietum tenuis* Silinger 1933

Asociácia *Poo - Trisetum*

Trieda: **Festuco - Brometea** Br. – Bl. et Tüxen 1943

Zväz: *Bromion erecti* Koch 1926

Asociácia: *Onobrychido viciifoliae - Brometum erecti* T. Müller 1966

Prevládajúcim typom vegetácie sú porasty zv. *Arrhenatherion elatius* a *Bromion erecti*. Prevažujú podhorské kosné lúky zo zv. *Arrhenatherion*, ktoré vďaka tradičným formám využívania si udržiavajú druhovú bohatosť. Celkovo sme preskúmali 5 lokalít, pre účely tohto článku boli vybrané fytocenologické zápisy z okolia Kremnických a Starohorských vrchov. Druhová pestrosť zv. *Arrhenatherion* reprezentuje aj obr. 2 (zápis č.1).

Zápis č. 1: Kremnické Vrchy - Tajov - lúka zv. *Arrhenatherion*, nadmorská výška 647 m, N 48.756823, E19.0439291, expozícia JZ, plocha zápisu 16 m², počet druhov: 22, 11.6.2021, J. Martincová

Ranunculus acris 4; *Festuca pratensis* 3; *Fragaria viridis* 3; *Trifolium repens* 3; *Arrhenatherum elatius* 2; *Leontodon hispidus* 2; *Lotus corniculatus* 2; *Medicago lupulina* 2; *Plantago lanceolata* 2; *Taraxacum officinale* 2; *Trifolium pratense* 2; *Achillea millefolium* 1; *Campanula patula* 1; *Centaurea phrygia* 1; *Cerastium holosteoides* 1; *Dactylis glomerata* 1; *Galium mollugo* 1; *Leucanthemum vulgare* 1; *Rhinanthus minor* 1; *Tragopogon orientalis* 1; *Trisetum flavescens* 1; *Taraxacum* sp. +.

Zápis č. 2: Kremnické Vrchy - Suchý Vrch - lúka zv. *Arrhenatherion*, druhovo pestrý, nízky porast, nadmorská výška 692 m, N 48.724531, E19.073305, expozícia J, plocha zápisu 16 m², počet druhov: 24, 11.6.2021, J. Martincová

Leontodon hispidus 4; *Festuca rubra* 3; *Rhinanthus minor* 3; *Hypericum maculatum* 3; *Centaurea phrygia* 3; *Arrhenatherum elatius* 2; *Agrostis capillaris* 2; *Cruciata glabra* 2; *Poa pratensis* 2; *Trifolium pratense* 2; *Veronica chamaedrys* 2; *Fragaria vesca* 1; *Campanula patula* 1; *Dianthus carthusianorum* 1; *Knautia arvensis* 1; *Lotus corniculatus* 1; *Luzula campestris* 1; *Pimpinella saxifraga* 1; *Plantago lanceolata* 2; *Ranunculus acris* 2; *Taraxacum officinale* 2; *Trisetum flavescens* 1; *Trifolium repens* 1; *Trifolium medium* +.

Za zaujímavé pre okolie Banskej Bystrice možno považovať aj pomerne veľké rozšírenie teplomilnejších porastov triedy *Festuco - Brometea* (*Carduo - Brachypodium pinnati*, *Mesobromion*), ktoré je podmienené výskytom vápencov a dolomitov na hodnotenom území. Medzi plošne najrozšírenejšie teplomilné lúky na dolomitickom podloží patria porasty vičenca vikolistého a stoklasu vzpriameného (*Onobrychido viciifoliae - Bromion erecti*). Z hľadiska ochrany genofondu rastlinstva bola predmetom prieskumu aj lokalita teplomilnej flóry v katastri Malachov. Územiu Malachova a jeho okolia sa venovali aj niektoré bakalárske práce dotýkajúce sa flóry a vegetácie (Druga, 2010). Vegetáciu v okolí Malachova prvýkrát podrobnejšie floristicky hodnotil v rámci výskumu Kremnických vrchov Futák (1943).

Významnou lokalitou v tejto oblasti je Chránený areál Malachovské skalky nachádzajúci sa v katastrálnom území mesta Banská Bystrica - Radvaň, ležiaci na hrane tzv. Pršianskej terasy nad dolinou Malachovského potoka. V povedomí miestneho obyvateľstva je toto územie známe ako Prírodná pamiatka Malachovské skalky (pôvodne Chránený prírodný výtvor), vyhlásené v roku 1990 za účelom ochrany geologického fenoménu - dolomitových skaliek chočského príkrovu. Patrí k najsevernejším lokalitám rozšírenia teplomilných druhov fauny a flóry v Bystrickom podolí. Žiaľ v súčasnosti je dané územie výrazne ohrozené v dôsledku absencie kosenia, sukcesiou drevinovej a krovitej vegetácie a najmä zvyšujúcou sa urbanizáciou vplyvom rozrastajúcej sa výstavby Pršianskej terasy.

Ako príklad teplomilných trávnych porastov zv. *Bromion erecti* uvádzame nasledovné zápisy č.3,4.

Zápis č. 3: Kremnické Vrchy - Malachov, suchomilná lúka s *Bromus erectus*, JZ časť svahu na začiatku obce, nadmorská výška 426 m, N 48.714283, E19.105317, expozícia J, plocha zápisu 16 m², počet druhov: 31, 11.6.2021, J. Martincová

Bromus erectus 5; *Festuca rupicola* 2; *Agrimonia eupatoria* 1; *Avenula pubescens* 1; *Anthyllis vulneraria* 1; *Briza media* 1; *Centaurea phrygia* 1; *Coronilla varia* 1; *Dianthus carthusianorum* 1; *Dianthus deltoideus* 1; *Galium verum* 1; *Fragaria viridis* 1; *Lotus corniculatus* 1; *Knautia kitaibelii* 1; *Salvia pratensis* 1; *Sanguisorba minor* 1; *Poa pratensis* 1; *Primula elatior* 1; *Betonica officinalis* +; *Campanula patula* +; *Cirsium pannonicum* +; *Leucanthemum vulgare* +; *Pimpinella saxifraga* +; *Plantago lanceolata* +; *Plantago media* +; *Potentilla erecta* +; *Prunella vulgaris* +; *Thymus pulegioides* +; *Trifolium pratense* +; *Tragopogon orientalis* +; *Vicia cracca* +.

Zápis č. 4: Kremnické Vrchy - Tajov, suchomilná lúka s *Bromus erectus*, nadmorská výška 596 m, N 48.747159, E 19.053182, expozícia JV, plocha zápisu 16 m², počet druhov: 21, 11.6.2021, J. Martincová

Bromus erectus 3; *Colchicum autumnale* 3; *Salvia pratensis* 3; *Centaurea phrygia* 2; *Dianthus deltoideus* 2; *Festuca rubra* 2; *Fragaria vesca* 2; *Poa pratensis* 2; *Plantago media* 2; *Plantago lanceolata* 2; *Alchemilla* sp.1; *Anthyllis vulneraria* 1; *Campanula patula* 1; *Euphorbia cyparissias* 1; *Lotus corniculatus* 1; *Knautia arvensis* 1; *Pimpinella saxifraga* 1; *Ranunculus acris* 1; *Trisetum flavescens* 1; *Tragopogon orientalis* 1; *Trifolium montanum* 1.

Ako ďalší príklad teplomilnej vegetácie uvádzame nižšie uvedený zápis zo Starohorských vrchov. Počas fytocenologickej revízie travinnobylinnej vegetácie Slovenska (Janišová et al., 2007, Hegedúšová a Škodová, 2014) sa potvrdilo aj osobitné postavenie Starohorských vrchov v zastúpení seubxerofilnej a mezofilnej vegetácie. Vo východnej časti Starohorských vrchov je lokalizovaná aj lokalita Pleše pri Podkoniciach v nadmorskej výške 800-950 m. Porasty sa vyvinuli na karbonátovom podloží, prevládajú dolomity a vápence. Pôda je na týchto lokalitách (zápis č.3,4,5) charakterizovaná ako rendzina (podnemapy.sk).

Zápis č. 5: Starohorské Vrchy - Podkonice, Pleše, horská lúka, nadmorská výška 929 m, N 48.817683, E 19.241750, expozícia J, plocha zápisu 16 m², počet druhov: 27, 20.7.2021, J. Martincová

Arrhenatherum elatius 2; *Galium verum* 3; *Plantago lanceolata* 3; *Rhinanthus minor* 3; *Festuca rubra* 2; *Alchemilla* sp.2; *Agrostis capillaris* 2; *Trifolium montanum* 2; *Colchicum autumnale* 2; *Cruciata glabra* 2; *Hypericum perforatum* 2; *Tragopogon orientalis* 2; *Agrimonia eupatoria* 1; *Cerastium holosteoides* 1; *Campanula persicifolia* 1; *Carum carvi* 1; *Dactylis glomerata* 1; *Leontodon hispidus* 1; *Phleum pratense* 1; *Ranunculus acris* 1; *Rumex acetosa* 1; *Trifolium pratense* 1; *Trifolium repens* 1; *Vicia cracca* 1; *Centaurea phrygia* +; *Nardus stricta* +; *Rosa* sp. r.

Okrem geologického podložia, stanovištných a klimatických pomerov, významným faktorom, ktorý významne ovplyvňuje najmä ich biodiverzitu a rozšírenie jednotlivých ekotypov trávnych porastov, je aj spôsob ich obhospodarovania. Dokazujú to aj výsledky výskumu, podľa ktorého druhovo bohaté poloprirodné porasty, ktoré vždy patrili k najvýznamnejším zdrojom biodiverzity v poľnohospodárskej krajine, ostali zachované poväčšine už len na plochách, ktoré sa pravidelne obhospodarujú (Galvánek a Lepš, 2008, Galvánek, 2010).

Pre zabezpečenie ochrany genetických zdrojov *ex situ* boli zozbierané nasledovné ekotypy tráv, d'atelinovín a bylín (tab.1). Získaná genofondová kolekcia semien bude reprezentovať ekotypy z okolia Banskej Bystrice a bude použitá pre potreby ďalšieho využitia vo výskume a v šľachtení.

Tab. 1 Databáza zozbieraných druhov v roku 2021

Akronym vzorky	Botanický názov	Názov lokality	Popis lokality	N.m.v.
SVKBB-1	<i>Festuca rubra</i>	Suchý Vrch	mezofilná lúka	696
SVKBB-2	<i>Dianthus carthusianorum</i>	Suchý Vrch	mezofilná lúka	696
SVKBB-3	<i>Lotus corniculatus</i>	Suchý Vrch	mezofilná lúka	696
SVKBB-4	<i>Dianthus carthusianorum</i>	Malachov	mezofilná lúka	426
SVKBB-5	<i>Bromus erectus</i>	Malachov	mezofilná lúka	426
SVKBB-6	<i>Dianthus carthusianorum</i>	Tajov	mezofilná lúka	647
SVKBB-7	<i>Salvia pratensis</i>	Tajov	mezofilná lúka	647
SVKBB-8	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Tajov	mezofilná lúka	647
SVKBB-9	<i>Plantago lanceolata</i>	Podkonice, Pleše	horská lúka	979
SVKBB-10	<i>Dactylis glomerata</i>	Podkonice, Pleše	horská lúka	979
SVKBB-11	<i>Carum carvi</i>	Podkonice, Pleše	horská lúka	979
SVKBB-12	<i>Salvia pratensis</i>	Horná Mičina	mezofilná lúka	462
SVKBB-13	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Horná Mičina	mezofilná lúka	462

Záver

Druhovo pestré trávne porasty nám poskytujú významné ekosystémové služby. Nevyhnutným predpokladom pre udržanie ich bohatstva je pravidelný manažment. Výsledky prieskumu prispeli k zachyteniu významných lokalít z hľadiska ochrany druhovo pestrých spoločenstiev. Monitoring trávnych porastov v regióne Banskej Bystrice ukázal dôležitosť ochrany druhovo pestrých spoločenstiev tak z ochrannárskeho ako aj z poľnohospodárskeho hľadiska. Obmedzenie alebo zastavenie pravidelného obhospodarovania trávnych porastov by mohlo výrazne znížiť biodiverzitu a znížiť estetickú hodnotu miestnej krajiny a tým negatívne ovplyvniť regulačné ako aj kultúrne ekosystémové služby sledovaných ekosystémov.

Zoznam bibliografických odkazov

BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3rd Ed., Springer, Wien, New York.

DAILY, G.C., ALEXANDER, S., EHRICH, P.R., GOULDER, L., LUBCHENCO, J., MATSON, P.A., MOONEY, H.A., POSTEL, SCHNEIDER S.H., TILMAN, D., WOODWELL, G.M. 2022. Ecosystem services: Benefits Supplied to Human Society by Natural & ecosystems. Public Affairs Office, Ecological society of America, Washington, 20s. [online]. <http://ecology.org/biod/Ecosystem.Services.html>.

DRUGA, M. 2010. Vývoj krajinných struktur okolí obce Malachov u Banské Bystrice. Bakalárska práca. Brno: Přírodovedecká fakulta MU v Brně, 2010, 65 p. + 10 s. príloh.

FUTÁK, J. 1943. Kremnické hory. Štúdiá geobotanicko - floristická. Matica Slovenská, Turčiansky Sv. Martin, 112 pp

FUTÁK, J. 1946. Príspevok k poznaniu teplomilnej vegetácie stredného Slovenska. Prír. Sborn.1, pp. 221-225

GALVÁNEK, D. 2010. Manažment a obnova podhorských lúk – výsledky 5-ročného experimentu v Zázrivej. Bull. Slov. Bot. Spoločn. Bratislava 32, Suppl. 2, pp. 155–160.

GALVÁNEK, D., LEPŠ, J. 2008. Changes of species richness pattern in mountain grasslands: abandonment versus restoration. Biodiversity and Conservation 17, pp. 3241–3253.

HEGEDŮŠOVÁ VANTAROVÁ, K., ŠKODOVÁ, I. (eds). 2014. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska 5. Travinno - bylinná vegetácia*. Bratislava: Veda, Bratislava, 2014. ISBN 978-80-224-1355-8.

JANIŠOVÁ, M., HÁJKOVÁ, P., HEGEDŮŠOVÁ, K., HRIVNÁK, R., KLIMENT, J., MICHÁLKOVÁ, D., RUŽIČKOVÁ, H., ŘEZNÍČKOVÁ, M., TICHÝ, L., ŠKODOVÁ, I., UHLIAROVÁ, E., UJHÁZY, K., ZALIBEROVÁ, M. 2007: Travinno-bylinná vegetácia Slovenska – elektronický expertný systém na identifikáciu syntaxónov. Botanický ústav SAV, Bratislava, 263 p.

JANIŠOVÁ, M., UHLIAROVÁ, E. 2008. *Brachypodio pinnati - Molinietum arundinaceae* Klika 1939 v Starohorských vrchoch. In Bull. Slov. Bot. Spoloč., Bratislava, roč.30, č.2, pp.227-238

JANIŠOVÁ, M. 2001. Príspevok k floristickému výskumu nelesných porastov okolia Kordík (Starohorské vrchy). In Turisová (ed). In *Ekologická diverzita modelového územia banskobystrického regiónu*. Banská Bystrica, 2001, pp. 124-131.

MIDRIAK, R. ET AL. 2011. Spustnuté pôdy a pustnutie krajiny Slovenska. Banská Bystrica: Inštitút vedy a výskumu UMB, 2011. 401 p. ISBN 978-80-557-0110-3.

MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. 1986. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. SAV & SGÚK, Bratislava, 296 p.

MEDERLY, P., ČERNECKÝ, J. ET AL. 2019. Katalóg ekosystémových služieb Slovenska. ŠOP SR, UKF v Nitre, ÚKE SAV, BANSKÁ Bystrica, 2019, 215 p. ISBN 978-80-8184-067-8.

SABO, P., URBAN, P., TURISOVÁ, I., POVAŽAN, R., HERIAN, K. 2011. Ohrozenie a ochrana biodiverzity. Vybrané kapitoly z globálnych environmentálnych problémov. Centrum vedy a výskumu a Fakulta prírodných vied UMB a Centrum etickej a environmentálnej výchovy Živica v spolupráci s o.z. Živá planéta, 320 p. ISBN 978-80-968989-6-5.

ŠEFFER, J., LASÁK, R., GALVÁNEK, D., STANOVÁ, V. 2002. Grasslands of Slovakia. Final report on National Grassland Inventory 1998-2002. Daphne - Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 112 p.

TURISOVÁ, I., MARTINCOVÁ, E. 2001. Príspevok k flóre okolia Banskej Bystrice. In Turisová (ed). In *Ekologická diverzita modelového územia banskobystrického regiónu*. Banská Bystrica, 2001, pp. 107-123.

TURIS, P. 2001. Lány severnej časti Zvolenskej kotliny. In Turisová (ed). In *Ekologická diverzita modelového územia banskobystrického regiónu*. Banská Bystrica, 2001, pp. 171-179.

UHLIAROVÁ, E. 2001. Príspevok k poznaniu nelesnej vegetácie v okolí Malachova (Kremnické Vrchy). In Turisová (ed). *Ekologická diverzita modelového územia banskobystrického regiónu*. Banská Bystrica, 2001, pp. 151-160.

VOLOŠČUK, I. 2000. Environmentálne systémy, Lesný ekosystém, Katedra aplikovanej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky. TU vo Zvolene, Zvolen, 117 p.

ZAUŠKOVÁ, Ľ. 2009. Integrovaný prístup k riešeniu problému pustnutia kultúrnej poľnohospodárskej krajiny. In: *Pustnutie krajiny – Ochrana pôdy – krajinná ekológia*. Zaušková Ľ. (ed.) Banská Bystrica: Ústav vedy a výskumu UMB 2009. pp. 209 - 217.

ZAUŠKOVÁ, Ľ., MIDRIAK, R., KRAJČOVIČ, V. 2013. Modern abandonment of agricultural land in Slovakia in its historical context. In *Historický časopis*, 2013, 61, pp. 377-390, Bratislava.

Obr.1 Prehľad sledovaných lokalít



Obr.2 Pohľad na podhorskú lúku zv. *Arrhenatherion* - Kremnické Vrchy (Tajov)



Podakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

VYUŽÍVANIE EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB Z POHLĎADU PODNIKOV

UTILIZATION OF ECOSYSTEM SERVICES FROM THE PERSPECTIVE OF BUSINESSES

MIROSLAVA VINCZEOVÁ

Ekonomická fakulta UMB

Katedra ekonomiky a manažmentu podniku

Tajovského 10

Banská Bystrica, 974 01, Slovenská republika

miroslava.vinczeova@umb.sk

ORCID: 0000-0001-5380-0907

Kľúčové slová: Ekosystémové služby, platby za ekosystémové služby, udržateľný rozvoj, podnikateľský sektor, podniky.

Keywords: Ecosystem services, payments for ecosystem services, sustainable development, business sector, businesses.

JEL klasifikácia: Q57, M14, M20

Abstrakt

Ekosystémy a služby, ktoré poskytujú, majú zásadný ekologický, ekonomický aj sociálny význam. Ochrana biodiverzity, ktorá udrží zdravé ekosystémy a aj naďalej bude zabezpečovať úžitky ekosystémových služieb pre ľudskú spoločnosť, je základom udržateľného rozvoja. Významným subjektom vo využívaní ekosystémových služieb je aj podnikateľský sektor, pričom ich využívanie môže priamo ovplyvňovať finančné výsledky podnikov. Príspevok sa zaoberá environmentálnymi aspektami podnikateľskej činnosti, v ich kontexte poukazuje na nevhodnosť tradičných podnikových cieľov a ukazovateľov, ktoré merajú ich dosahovanie, zdôrazňuje potrebu zakomponovať do nich aj environmentálne a sociálne aspekty udržateľného rozvoja. Pozornosť je venovaná hlavným oblastiam využívania ekosystémových služieb v podnikoch a v rámci nich sa sústreďuje na podnikateľské modely zohľadňujúce platby za ich využívanie. Príspevok tiež prezentuje príklady z podnikateľskej praxe ilustrujúce spôsoby platenia za ekosystémové služby využívané podnikmi. Cieľom príspevku je identifikovať hlavné oblasti využívania ekosystémových služieb v podnikoch a uviesť možnosti ich zapojenia do platieb za tieto služby.

Abstract

Ecosystems and the services they provide are of fundamental ecological, economic and social importance. Biodiversity conservation that sustains healthy ecosystems and continues to provide the benefits of ecosystem services to human society is key to sustainable development. The business sector is also an important player in the use of ecosystem services, and their use can have a significant impact on the business financial performance. The paper deals with the environmental aspects of business activity, in their context it points out the inappropriateness of traditional corporate objectives and indicators that measure their achievement, emphasizes the need to incorporate environmental and social aspects of sustainable development. Attention is paid to the main areas of business use of ecosystem services, focusing on business models

that take into account payments for their use. The paper presents business practice examples illustrating how businesses pay for ecosystem services. The aim of the paper is to identify the main areas of ecosystem services use in businesses and to indicate the possibilities of their involvement in payments for these services.

Úvod

Tlak na dosahovanie dostatočnej výkonnosti ekonomiky vyvoláva potrebu rozširovania produkčných kapacít, ktorá je aj v súčasnej dobe stále vo veľkej miere uspokojovaná prostredníctvom extenzívneho ekonomického rastu. Sme pritom svedkami rýchleho znehodnocovania a postupného vyčerpávania zdrojov takéhoto rastu, medzi ktoré patria aj rôzne ekosystémy a ich vzájomné vzťahy. Pre udržateľný rozvoj spoločnosti však ekosystémy majú kľúčový ekologický, ekonomický i sociálny význam. Základom udržateľnosti je zachovanie biodiverzity, ktorá udrží zdravé ekosystémy a aj do budúcnosti zabezpečí úžitky, ktoré ekosystémové služby ľudskej spoločnosti prinášajú. Snaha o neustále zvyšovanie životnej úrovne má za následok kontinuálny rast spotreby, ktorý je podmienený existenciou prírodného kapitálu. Dlhodobé zanedbávanie starostlivosti o biodiverzitu a jej ochranu sa prejavilo v alarmujúcom zhoršení jej stavu a v ohrození širokého spektra ekosystémových služieb. Príspevok sa zameriava na environmentálne aspekty podnikateľskej činnosti. Osobitnú pozornosť venuje využívaniu ekosystémových služieb podnikateľskými subjektami a možnostiam, ako tieto subjekty môžu za ich využívanie primeraným spôsobom uskutočňovať platby. Cieľom príspevku je identifikovať hlavné oblasti využívania ekosystémových služieb v podnikoch a uviesť možnosti ich zapojenia do platieb za tieto služby. V prvej časti príspevku sa zameriame na environmentálne aspekty podnikateľskej činnosti, v jeho ďalšej časti upriamime pozornosť na ekosystémové služby a možnosti uskutočňovania platieb za ich využívanie v podnikoch.

Environmentálne aspekty podnikateľskej činnosti

Keďže znižovanie biodiverzity je v rozpore s udržateľným rozvojom a ohrozuje samotnú ľudskú existenciu, jedným z hlavných cieľov súčasnej tzv. zelenej ekonomiky je ochrana prírodných zdrojov a ekosystémových služieb (Kanianska, Jaďud'ová, Marková, 2017). Koncepcia tzv. prírodného kapitálu sa začala rozvíjať už takmer pred polstoročím, v 70. rokoch minulého storočia. V dôsledku začínajúceho uvedomovania si zhoršovania kvality a kvantity prírodných zdrojov Westman (1977) prezentoval potrebu vyjadriť peňažnú hodnotu služieb, ktoré spoločnosti poskytuje príroda, aby sa s nimi mohlo explicitnejšie uvažovať v procese prijímania ekonomických rozhodnutí. Tieto služby sa označujú pojmom ekosystémové služby a predstavujú ekologické zložky, ktoré sa priamo spotrebúvajú alebo prinášajú úžitok, a tým prispievajú k ľudskému blahobytu a stávajú sa tak prínosom pre ekonomické a iné ľudské aktivity (Černecký a kol., 2020). V posledných rokoch vedecké kruhy koncepciu ekosystémových služieb akceptujú stále viac, a to najmä vďaka jej multidisciplinárnemu pohľadu spočívajúcemu v schopnosti prepájať prírodné vedy so spoločenskými a politickými problémami. Nezanedbateľná je aj jej pridaná hodnota pre územné plánovanie a riadenie (Trégarot, Failler, 2021).

Povedomie o ekosystémových službách sa aj vďaka mnohým iniciatívam postupne rozširuje. Významným subjektom, ktorý ich v značnej miere využíva, je aj podnikateľský sektor. Mnohé podniky sa pri vykonávaní svojich aktivít spoliehajú na prírodné zdroje. Keďže nimi poskytované ekosystémové služby často predstavujú vstupy do podnikového transformačného procesu, môžu výsledky podnikateľskej činnosti priamo ovplyvňovať. Obmedzovanie biodiverzity môže najmä v odvetviach závislých na prírodných zdrojoch narušiť mnohé dôležité dodávateľské reťazce a zvýšiť vstupné náklady (napríklad v potravinárskom priemysle

v dôsledku kontaminácie pôdy či jej erózie, vo farmaceutickom priemysle, ktorý tiež využíva vo veľkej miere prírodné zdroje, v cestovnom ruchu a pod.). Vznik dodatočných nákladov v podnikateľskej sfére je aj dôsledkom vládnych nariadení týkajúcich sa ochrany ekosystémov a biodiverzity. Tie podniky, ktoré nie sú schopné eliminovať svoj negatívny dopad na životné prostredie, sú vystavené riziku ohrozenia svojho dobrého mena a zhoršenia vzťahov so svojimi zákazníkmi či inými stakeholdermi, čo môže viesť k zníženiu dopytu a k obmedzeniu ich možností získať potrebný kapitál. Výsledky prieskumu spoločnosti Boston Consulting Group, ktorého sa zúčastnilo 3 000 respondentov z ôsmich krajín (Čína, India, Juhoafrická republika, Brazília, Indonézia, Francúzsko, Spojené kráľovstvo a USA), ukazujú, že až 87 % respondentov očakáva od podnikov integráciu environmentálnych aspektov do ich činnosti a že podniky, ktoré dostávajú vládnú pomoc, by mali na seba prevziať dodatočnú zodpovednosť za životné prostredie a jeho ochranu (Kachaner, Nielsen, Portafaix, Rodzko, 2020). Význam biodiverzity pre podnikateľskú sféru dokazuje aj fakt, že vedúci predstavitelia podnikov v súčasnosti považujú jej znižovanie za druhú najnaliehavejšiu výzvu pri zabezpečovaní udržateľného rozvoja (Kurth, Wübbels, Portafaix, zum Felde, Zielcke, 2021). V posledných rokoch sa aj preto do popredia veľmi intenzívne dostala problematika udržateľného rozvoja či spoločenskej zodpovednosti podniku. V akademickej sfére, v podnikateľskej praxi i v politických kruhoch sa rozvíjajú intenzívne diskusie o tradičných rozvojových cieľoch podnikania, ktorých dosahovanie sa meria prostredníctvom vytvoreného zisku, prípadne inými ukazovateľmi založenými na výnosnosti, ktoré majú takmer výlučne finančný charakter. Takto vnímané ciele sa však v kontexte udržateľnosti a spoločenskej zodpovednosti javia do určitej miery ako kontraproduktívne a nevhodné, na program dňa sa tak dostáva otázka ich prehodnotenia. V posledných rokoch preto stále častejšie vidíme snahu hodnotiť podnikateľské aktivity nielen na základe čisto finančných výsledkov, ale zohľadniť pritom aj environmentálne či sociálne aspekty. Keďže väčšina tradičných ukazovateľov výkonnosti podniku nedokáže dostatočne zachytiť ich vplyv a podiel na dosiahnutých výsledkoch, takto zamerané ciele sú oveľa ťažšie merateľné. Od podnikov, tak ako aj od všetkých ostatných subjektov v spoločnosti sa očakáva, že nebudú zodpovedné len za odstraňovanie nepriaznivých následkov svojej činnosti na životné prostredie a za ich prevenciu, ale že budú stále viac zaangažované a zodpovedné za akékoľvek ekologické dopady svojich aktivít (pozitívne aj negatívne) vo všetkých oblastiach, v ktorých pôsobia. V takomto prístupe sa premieta aj spoločenská potreba pochopiť vzájomné závislosti a vplyvy jednotlivých spoločenských subjektov na tok ekosystémových služieb (Waage, Stewart, Armstrong, 2008).

Využívanie ekosystémových služieb v podnikoch

Dôležitým nástrojom na pochopenie významu ekosystémov a služieb, ktoré poskytujú, je vyjadrenie ich hodnoty. Jej určenie môže prispieť k zvýšeniu povedomia o dôležitosti biodiverzity a vytvoriť impulz na zmenu. Poznanie hodnoty ekosystémových služieb je významné aj pre tvorbu mechanizmov zabezpečujúcich platby za ich udržiavanie a zveľaďovanie. Odhaduje sa, že globálna hodnota ekosystémových služieb je viac ako 150 biliónov USD ročne, čo predstavuje približne dvojnásobok svetového HDP. Regulačné ekosystémové služby (napr. regulácia klímy, filtrácia vody, čistenie vzduchu) majú na tejto hodnote podiel približne 60 %, podiel služieb kultúrneho charakteru (hodnota kultúrneho a prírodného bohatstva poskytovaného ekosystémami, rekreačné služby a pod.) predstavuje približne 20 %, služby biotopov (zahrnujúce poskytovanie priestoru pre život rastlín, živočíchov a mikroorganizmov a tiež vytvárajúce podporu tvorby úrodnej pôdy) majú podiel viac ako 10 % a zásobovacie služby (zahrnujúce hodnotu potravín, dreva, liečebných účinkov ekosystému a pod.) predstavujú približne 7 % (Kurth, Wübbels, Portafaix, zum Felde, Zielcke, 2021). Hodnota ekosystémov však nemá statický charakter a dá sa predpokladať, že v

skutočnosti je oveľa vyššia ako akýmkoľvek spôsobom vypočítaná cena ekosystémových služieb. Stanovenie primeranej výšky platby za ich využívanie vedie k lepšiemu pochopeniu všetkých benefítov – ekologických, sociálnych i ekonomických, ktoré ich využívanie prináša. Koneční používatelia (domácnosti, jednotlivci, podniky) ich často platia priamo ich poskytovateľom (napr. platba vstupného do prírodného parku, platba za emisné kvóty). Podniky náklady, ktoré im na základe takýchto platieb vzniknú, zvyčajne zakalkulujú do cien svojich výrobkov a služieb, čím ich prenesú na svojich zákazníkov. Platby za ekosystémové služby možno považovať za jeden z účinných nástrojov ochrany prírody a podpory udržateľného rozvoja. Fisher a Brown (2015) uvádzajú, že prístupy založené na poznaní ich hodnoty a stanovení platieb za ich využívanie môžu rozšíriť možnosti ich financovania aj prostredníctvom súkromného podnikateľského sektora, čím sa podľa nich vytvára potenciál na získavanie kapitálu a vytvára sa zaujímavý mechanizmus na implementáciu koncepcie ekosystémových služieb v politike.

Kým na problematiku ekosystémových služieb a platieb za ich využívanie sa už dlhšiu dobu zameriavajú viacerí autori, menšia pozornosť sa doteraz venovala pozícii a úlohe rôznych skupín a subjektov v tejto oblasti (Raymond, Singh, Benessaiah, Bernhardt, Levine, Nelson, Turner, Norton, Tam, Chan, 2013), medzi nimi aj podnikateľských subjektov. Viacerí autori (napr. Thompson, 2021; Davies, Doick, Hudson, Schaafsma, Schreckenberg, Valatin, 2018; Engel, Pagiola a Wunder, 2008 a i.) práve tu vidia dôležitú medzeru v akademickej literatúre, pretože podnikateľské subjekty považujú za zjavných používateľov ekosystémových služieb. Podniky pritom môžu vystupovať ako kupujúci aj predávajúci ekosystémové služby, pričom pôsobenie súkromného podnikateľského sektora môže nadobúdať rôzne podoby.

Podniky, ktoré si pri vykonávaní svojej činnosti už osvojili princípy spoločenskej a environmentálnej zodpovednosti, majú vytvorené predpoklady pre vznik podnikateľských príležitostí v rôznych oblastiach využívania ekosystémových služieb. Môžu sa zamerať na ponuku produktov s pridanou hodnotou obsahujúcou ekosystémové služby, na úsporu nákladov spojených s využívaním ekosystémových služieb, na dodržiavanie regulačných opatrení zameraných na zachovanie kvality ekosystémových služieb, na uskutočňovanie a financovanie dobrovoľných aktivít v oblasti ochrany ekosystémových služieb nad rámec hlavného predmetu podnikania alebo na predaj ekosystémových služieb vládny inštitúciám a agentúram. Na základe toho je potom možné vymedziť päť podnikateľských modelov zohľadňujúcich platby za ekosystémové služby. Ide o model pre podniky ponúkajúce tovary a služby s pridanou hodnotou, model zameraný na úsporu nákladov, model zabezpečujúci súlad s environmentálnymi predpismi, model založený na dobrovoľných platbách za ekosystémové služby a model predstavujúci predaj ekosystémových služieb vládny agentúram (Ecosystem Services and Payments for Ecosystem Services: Why should businesses care?, 2007). Prvý model je vhodný pre podniky kupujúce alebo predávajúce tovary, ktoré majú v sebe obsiahnuté ekosystémové služby, napríklad eko-turizmus či výroba organických potravín. Za dvadsať rokov (od roku 2000 do roku 2020) vzrástol objem výroby organických potravín 6,7-krát na 120,65 mld. USD (Worldwide sales of organic food from 1999 to 2020, 2022). Takýto intenzívny rast predstavuje významný potenciál platieb za ekosystémové služby. V súčasnosti sme svedkami ďalších rýchlo sa rozvíjajúcich odvetví, ktoré tento potenciál budú pravdepodobne významne rozširovať. Druhý spomenutý model zahrnuje podniky, ktoré kupujú alebo predávajú ekosystémové služby znižujúce náklady spotrebiteľom, ako sú napríklad vodárenské spoločnosti platiace za úpravu vody. Príkladom sú švajčiarske vodárenské distribučné spoločnosti Marchissy, Vassins a Sidere, ktoré sú zapojené do systému platieb za vodu v kantóne Vaud. V rámci neho platia majiteľom lesov za ekosystémovú službu týkajúcu sa filtrácie vody, ktorá je jednou z funkcií lesa (Payment for Water in Canton Vaud (Switzerland), 2017). Ďalším príkladom tohto modelu je aj francúzska spoločnosť Danone-

Evian zaoberajúca sa balením a predajom minerálnej vody. Táto spoločnosť sa už dlhodobo hlási k trendu zodpovednejšieho prístupu k životnému prostrediu a v rámci svojich programov v tejto oblasti platí farmárom platby, ktoré im umožnia znížiť objem používaných priemyselných hnojív, obmedziť znečisťovanie vodných tokov, a tým znížiť náklady na ich čistenie (Paying for Biodiversity, 2010). Podnikom, ktoré predávajú a kupujú ekosystémové služby, aby zabezpečili súlad s regulačnými pravidlami typu „cap-and-trade“ (t. j. najmä pravidlá stanovujúce limity na obchodovanie s emisiami), je určený model zabezpečujúci súlad s environmentálnymi predpismi. Ročné globálne emisie skleníkových plynov sa za posledných 30 rokov zvýšili o 50 % na takmer 50 miliárd metrických ton ekvivalentu oxidu uhličitého (Tiseo, 2022). Medzinárodné systémy obchodovania s emisiami môžu zohrať kľúčovú úlohu pri znižovaní ich objemu. Do konca roku 2021 zaznamenal globálny objem obchodovania s emisiami rekordných 161 mld. USD, čo predstavuje nárast o viac ako 50 % oproti roku 2020 (Emissions Trading Worldwide, 2022). Aj keď v súčasnosti prebiehajú diskusie, či obchodovanie s emisijnými kvótami vedie k zlepšovaniu kvality ekosystému, podnikateľským subjektom ponúka priestor pre znižovanie nákladov spojených s dodržiavaním environmentálnych predpisov. Pre podniky, ktoré považujú svoje investície do spoločensky a environmentálne zodpovedných aktivít za dôležitý prvok svojho trhového imidžu a spoločenskej akceptácie, je vhodný ďalší model založený na dobrovoľných platbách za ekosystémové služby. Ide hlavne o veľké podniky v pozícii trhových lídrov, ktoré spravidla nastavujú štandardy v odvetviach, v ktorých pôsobia. Príkladom tohto modelu môže byť spoločnosť Lidl so svojím projektom „Voda pre stromy“, v rámci ktorého sa vysadilo už viac ako 1 250 000 stromov vo Vysokých a Nízkych Tatrách (Lidl les má už 1 250 000 stromčekov!, 2022). Posledný z vyššie uvedených modelov sa týka mnohých verejných statkov a služieb, ako je zdravotníctvo, vzdelávanie alebo ochrana a bezpečnosť. Vedúcu úlohu v uspokojení spoločenského dopytu po súvisiacich ekosystémových službách tu zohráva vláda – ide často o rôzne iniciatívy zamerané napríklad na ochranu oceánu, biodiverzity a pod., ktoré majú globálny charakter. Vláda USA napríklad v rámci programu na ochranu rezervácií platí ročne viac ako 1,5 mld. USD poľnohospodárom, ktorí ochraňujú ohrozené biotopy voľne žijúcich živočíchov, voľné plochy a mokrade (Payments for Ecosystem Services, 2022).

Aj keď koncepcia ekosystémových služieb a platieb za tieto služby nie je úplne nová, niektoré podnikateľské subjekty ju zatiaľ nepoznajú, kým iné podniky platby tohto charakteru uskutočňujú, avšak neoznačujú ich ako platby za ekosystémové služby (pravdepodobne aj kvôli neznalosti tejto koncepcie), ale považujú ich za výdavky týkajúce sa ich spoločenskej zodpovednosti alebo platby v oblasti public relations prispievajúce k dobrému imidžu podniku. Mnohé podniky v environmentálnej oblasti uskutočňujú len nevyhnutné investície, ktoré vyžaduje legislatíva. Podľa nášho názoru v podnikateľskej sfére (najmä v našich podmienkach) zatiaľ prevláda názor, že iniciatíva v oblasti ekosystémových služieb by mala byť na strane neziskových organizácií a predovšetkým vlády, ktorá by mala za ekosystémové služby platiť, prípadne vytvárať jasné a transparentné pravidlá, podľa ktorých by tieto platby uskutočňovali aj iné subjekty. Podľa Thompsona (2019) sú však schémy platieb za ekosystémové služby oveľa efektívnejšie a úspešnejšie, ak sú financované súkromným sektorom, ktorý ich priamo využíva (hlavne v podobe výrobných vstupov), a nie vládou a jej inštitúciami.

Podniky, ktoré sa stanú lídrami v oblasti ochrany biodiverzity a pochopia vzťah medzi ekosystémovými službami a ich hodnotou, môžu získať zaujímavé konkurenčné výhody v podobe vstupu na nové trhy prostredníctvom vývoja nových výrobkov a služieb a využívania nových podnikateľských modelov. Tým, že takéto podniky budú uspokojovať spoločenský dopyt po udržateľnosti, budú zároveň podporovať svoj pozitívny imidž a rozširovať si možnosti získania kapitálu od širšieho spektra investorov. Investori už v súčasnosti pri svojom rozhodovaní stále vo väčšej miere zohľadňujú aj ESG kritériá („Environmental, Social and

Governance“). Snaha o efektívnejšie využívanie surovín, energie a vody môže prispieť nielen k zníženiu prevádzkových nákladov podnikov, ale tiež k redukcii uhlíkovej stopy. Hoci verejnosť (vrátane podnikateľských subjektov) má povedomie o význame niektorých ekosystémových služieb, ich široká rozmanitosť a z nej vyplývajúca hodnota zatiaľ zostáva značne nedocenená.

Záver

Platby za ekosystémové služby zohrávajú dôležitú úlohu v ochrane a zachovaní ich zhoršujúcej sa kvality. Ide o platby vyplývajúce z rôznych dohôd, na základe ktorých príjemcovia ekosystémových služieb platia ich poskytovateľom s cieľom zachovať ich udržateľnosť. Stanovenie primeranej hodnoty, ktorou príroda prispieva k blahobytu ľudskej spoločnosti, môže prostredníctvom vhodne určených platieb za ekosystémové služby zvýšiť povedomie spoločnosti a ochotu tieto platby za ochranu prírody a biodiverzity platiť. Akýkoľvek spôsob platenia za ekosystémové služby sa zvolí, je dôležité, aby si tí, ktorí platia, uvedomovali, že platia za služby, ktoré sú vzácne, a aby tí, ktorí platby prijímajú, uskutočňovali činnosti smerujúce k udržateľnosti kvalitnej ponuky ekosystémových služieb. Je zrejmé, že koncepcia platieb za ekosystémové služby nie je nová a schémy zahrnujúce tento aspekt už existujú dlhé obdobie bez toho, aby boli označované týmto pojmom. Za pozitívne možno považovať, že v posledných rokoch sa stále viac zdôrazňuje dôležitosť ekosystémových služieb, ich ochrany a udržateľnosti a v súvislosti s tým sa platbám za ich využívanie venuje stále systematickejšia pozornosť. Niektoré oblasti a súvislosti tejto problematiky zatiaľ nie sú dostatočne preskúmané. Patrí sem aj prepojenie problematiky ekosystémových služieb a platieb za ich poskytovanie s podnikateľským sektorom, ktoré si bude vyžadovať viac pozornosti zo strany akademickej i podnikateľskej sféry. Je potrebné presnejšie vymedziť ekosystémové služby, ktoré sú podnikmi najviac využívané a tiež určiť najvhodnejšie spôsoby, akými môžu za tieto služby podniky platiť. Nevyhnutnosťou je uskutočniť zásadné zmeny smerujúce k zachovaniu biodiverzity a k ochrane ekosystémových služieb, ktoré poskytujú pre náš ekonomický systém a spoločenský blahobyt mnohé benefity. Je evidentné, že podnikateľské subjekty sa svojou činnosťou vo veľkej miere podieľajú na zhoršovaní životného prostredia. Pri jeho obnove musia preto zohrať jednu z kľúčových úloh. Ich zapojenie do systému platieb za ekosystémové služby predstavuje podľa nášho názoru rozsiahly potenciál, ktorý môže významne prispieť k podpore udržateľného rozvoja nielen na podnikovej, ale aj celospoločenskej úrovni.

Zoznam bibliografických odkazov

ČERNECKÝ, J. A KOL. 2020. Hodnota ekosystémov a ich služieb na Slovensku [online]. Banská Bystrica: Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky. ISBN 978-80-8184-078-4. Dostupné na: <http://www.sopsr.sk/files/hodnota-ekosys.pdf>

DAVIES, H. J., DOICK, K. J., HUDSON, M. D., SCHAAFSMA, M., SCHRECKENBERG, K., VALATIN, G. 2018. Business attitudes towards funding ecosystem services provided by urban forests. In Ecosystem Services [online], vol. 32, Part B, August 2018, s. 159-169. ISSN 2212-0416. Dostupné na:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617307076?via%3Dihub>

ECOSYSTEM SERVICES AND PAYMENTS FOR ECOSYSTEM SERVICES: WHY SHOULD BUSINESSES CARE? [online]. 2007. Washington: WWF Macroeconomics Program Office. Dostupné na:

https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/business_brochure_1.pdf

EMISSIONS TRADING WORLDWIDE [online]. 2022. Berlin: International Carbon Action Partnership. Dostupné na:

https://icapcarbonaction.com/system/files/document/220408_icap_report_rz_web.pdf

ENGEL, S., PAGIOLA, S., WUNDER, S. 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. In Ecological Economics [online], vol. 65, č. 4, s. 663-674. ISSN 0921-8009. Dostupné na:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800908001420?via%3Dihub>

FISHER, J. A., BROWN, K. 2015. Reprint of "Ecosystem services concepts and approaches in conservation: Just a rhetorical tool?" In Ecological Economics [online], vol. 117, September 2015, s. 261-269. ISSN 0921-8009. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800914003760>

KACHANER, N., NIELSEN, J., PORTAFAIX, A., RODZKO, F. 2020. The Pandemic is Heightening Environmental Awareness [online]. Boston: Boston Consulting Group. Dostupné na: <https://www.bcg.com/en-us/publications/2020/pandemic-is-heightening-environmental-awareness>

KANIANSKA, R., JAĎUĎOVÁ, J., MARKOVÁ, I. 2017. Zelená ekonomika. Banská Bystrica: Belianum. ISBN 978-80-557-1258-1.

KURTH, T., WÜBBELS, G., PORTAFAIX, A., ZUM FELDE, A. M., ZIELCKE, S. 2021. The Biodiversity Crisis Is a Business Crisis [online]. Boston: Boston Consulting Group. Dostupné na: <https://www.bcg.com/publications/2021/biodiversity-loss-business-implications-responses>

LIDL les má už 1 250 000 stromčekov! [online]. 2022. Bratislava: Lidl. Dostupné na: <https://www.spolocenskazodpovednost.sk/zivotne-prostredie/voda-pre-stromy>

PAYING FOR BIODIVERSITY [online]. 2010. Paríž: OECD. Dostupné na: https://books.google.sk/books?id=-II5gTuBrzQC&dq=danone-evian+farmers+pes&source=gb_s_navlinks_s

PAYMENTS FOR ECOSYSTEM SERVICES [online]. 2022. Washington: Ecosystem Marketplace. Dostupné na: <https://www.ecosystemmarketplace.com/payments-ecosystem-services/>

PAYMENT FOR WATER IN CANTON VAUD [online]. 2017. Bonn: Forest Europe. Dostupné na: https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2017/08/Switzerland-CS_Water.pdf

RAYMOND, CH. M., SINGH, G. G., BENESSAIAH, K., BERNHARDT, J. R., LEVINE, J., NELSON, H., TURNER, N. J., NORTON, B., TAM, J., CHAN, K. M. A. 2013. Ecosystem Services and Beyond: Using Multiple Metaphors to Understand Human-Environment Relationships. In BioScience [online], vol. 63, č. 7. ISSN 1525-3244. Dostupné na: <https://academic.oup.com/bioscience/article/63/7/536/288979>

THOMPSON, B. S. 2019. Payments for ecosystem services and corporate social responsibility: Perspectives on sustainable production, stakeholder relations, and philanthropy in Thailand. In Business Strategy and the Environment [online], vol. 28, č. 4. ISSN 1099-0836. Dostupné na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.2260>

THOMPSON, B. S. 2021. Corporate Payments for Ecosystem Services in Theory and Practice: Links to Economics, Business, and Sustainability. In Sustainability [online], vol. 13, č. 15. ISSN 2071-1050. Dostupné na: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/15/8307>

TISEO, I. 2022. Emissions worldwide – Statistics & Facts. Statista [online]. New York: Statista Inc. Dostupné na: <https://www.statista.com/topics/5770/global-greenhouse-gas-emissions/>

TRÉGAROT, E., FAILLER, P. 2021. Adequacy of ecosystem assessment tools and approaches to current policy needs and gaps in the European Union Overseas entities. In *One Ecosystem* 6: e74170 [online]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e74170>

WAAGE, S., STEWART, E., ARMSTRONG, E. 2008. Measuring Corporate Impact on Ecosystems: A Comprehensive Review of New Tools [online]. Ženeva: Business for Social Responsibility (BSR), World Economic Forum. Dostupné na: https://www.bsr.org/reports/BSR_EMI_Tools_Application_Summary.pdf

WESTMAN, W. E. 1977. How Much Are Nature's Services Worth? In *Science* [online], vol. 197, č. 4307, s. 960-964. ISSN 0036-8075. Dostupné na: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.197.4307.960>

WORLDWIDE SALES OF ORGANIC FOOD FROM 1999 to 2020. 2022. Statista [online]. New York: Statista Inc. Dostupné na: <https://www.statista.com/statistics/273090/worldwide-sales-of-organic-foods-since-1999/>

PROJEKT FESWEB - PRIESTOROVÉ ANALÝZY POSKYTOVANIA EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB V LESOCH SLOVENSKA

FESWEB PROJECT - SPATIAL ANALYSIS OF THE PROVISION OF ECOSYSTEM SERVICES IN THE FORESTS OF SLOVAKIA

ZUZANA SARVAŠOVÁ, MAROŠ SEDLIAK

Národné lesnícke centrum Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T.G. Masaryka 22

Zvolen, 96001, Slovensko

e-mail: zuzana.sarvasova@nlcsk.org; maros.sedliak@nlcsk.org

ORCID: 0000-0001-6041-9055; 0000-0003-4306-1850

Kľúčové slová: ekosystémové služby lesa, model hodnotenia, web-mapová aplikácia, údaje o lesoch, participácia.

Keywords: Forest ecosystem services, assessment model, web-mapping application, forest data, participation.

JEL klasifikácia: Q57, Q23

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá výskumným projektom FESWEB (APVV-21-0290 Priestorové analýzy poskytovania ekosystémových služieb v lesoch Slovenska), ktorého hlavným cieľom je navrhnúť hodnotiaci model poskytovania ekosystémových služieb v lesoch (ESL) Slovenska. Analýza doterajších skúseností s uplatnením hodnotenia ESL a testovaním modelov platieb za ESL (PESL) v pilotných projektoch lesníckeho sektora ukázala medzery a potreby ďalšieho výskumu.

Zámerom projektu FESWEB je navrhnúť hodnotiaci model ESL založený na verejne dostupných údajoch o lesoch z lesného hospodárstva a súvisiacich sektorov, ktorý bude verifikovaný terénnym prieskumom odborníkov a dobrovoľníkov v zmysle citizen science prístupu. Cieľom bude vytvorenie novej interaktívnej web-mapovej aplikácie zobrazujúcej výsledky hodnotiaceho modelu poskytovania ESL vo forme geopriestorových vrstiev, ktorej základom budú hranice jednotiek priestorového rozdelenia lesa. Aplikácia bude mať využitie aj pri návrhu možných PESL a tvorbe podporných nástrojov obhospodarovateľom lesa.

Abstract

The paper presents the FESWEB research project (APVV-21-0290 Spatial analyses of forest ecosystem service provision in Slovakia), the main objective of the project is to propose an assessment model for the evaluation of provision of ecosystem services in forests (FES) in Slovakia. The analysis of current experience with the application of the ESL assessment and the testing of payment models for ESL (PFES) in pilot forestry sector projects has revealed gaps and needs for further research.

The aim of the FESWEB project is to propose an ESL assessment model based on publicly available forest data from forestry and related sectors, which will be validated by a field survey of experts and volunteers in terms of citizen science approach. The aim will be to create a new interactive web-map application showing the results of the evaluation model of FES provision in the form of geo-spatial layers, based on the boundaries of forest management units. The

application will also be used in the design of possible PFES and the development of support tools for forest managers.

Úvod

Ekosystémové služby (ES) sa čoraz viac presadzujú ako prostriedok dokumentácie hodnôt, ktoré si ľudia spájajú s ekosystémami, a hodnotenia prínosov prírodných zdrojov (MEA, 2005). Degradácia ekosystémov ohrozuje ich odolnosť a tým aj schopnosť nepretržite poskytovať ES pre súčasné a budúce generácie (de Groot a kol. 2012). V kontexte klimatických zmien a zvyšujúcej sa ľudskej spotreby prírodných zdrojov bude táto hrozba takmer určite narastať (Howe a kol. 2014).

Vzhľadom na komplexnosť väčšiny ekosystémov je potrebné začať s identifikáciou parametrov ekosystému, v našom prípade lesa a pretransformovať ich na vlastnosti potenciálne prospešné pre človeka – ekosystémové služby lesa (ESL) (Forest Europe, 2014; Antal, 2019).

ES sa nachádzajú na hranici medzi biometrickými a socioekonomickými charakteristikami využívania ekosystémov (Schröter a kol. 2016, Villamagna a kol. 2013). Indikujú zmeny v ekosystéme a v jeho vývoji, sú preto vhodné ako nástroj na hodnotenie stavu ekosystému. Pre každú skupinu ES (produktívnu, regulačnú, kultúrnu) je možné identifikovať ukazovatele poskytovania ESL tak, aby služby vhodne reprezentovali vzťah medzi hodnotami ukazovateľov a hodnotami poskytovania jednotlivých skupín ES.

Informačný systém lesného hospodárstva (ISLH) obsahuje množstvo údajov o lese nielen na horizontálnej úrovni jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL), ale aj vertikálnej úrovni skladby lesných porastov, ktoré je možné využiť ako ukazovatele na popísanie stavu ESL.

Hodnotením ESL sa doposiaľ na Slovensku venovalo viacero autorov z rôznych perspektív. Funkciami lesa, modelmi ich štruktúry a metódami ich oceňovania sa zaoberali napr. Tutka (2000, 2001), Brezovská a Holécý (2009), Čaboun a kol. (2010), teoreticky problematiku spracovali Vološčuk (2013), Schneider a kol. (2016).

Konkrétne o ESL, ich hodnotení a platobných mechanizmoch sú práce Štěrbová (2017), Šálka a kol. (2017), Fleischer a kol. (2017), Báliková a kol. (2020).

V Katalógu ekosystémových služieb na Slovensku, kde Mederly a kol. (2019) hodnotia relatívnu kapacitu poskytovania ES, sa uvádza, že listnaté lesy, zmiešané a ihličnaté lesy sú najdôležitejším typom ekosystémov z hľadiska celkového poskytovania ES na Slovensku.

Detailnejšia analýza a špecifikácia na úrovni konkrétnych JPRL však chýba. Preto je potrebné komplexné hodnotenie zabezpečovacích, regulačných a kultúrnych ESL na základe údajov z lesného hospodárstva, participácie zúčastnených strán a terénneho prieskumu.

O zavedenie tohto prístupu sa pilotne pokúšali v projektoch hodnotenia ESL na území rôznych lesných podnikov s využitím metodiky Sedmák a kol. (2018), a v súvislosti s PESL v projekte TestPESLes, na ktorý projekt FESWEB nadväzuje aj Výbošťok a kol. (2020, 2021) Báliková a kol. (2021), alebo Sarvašová a kol. (2021).

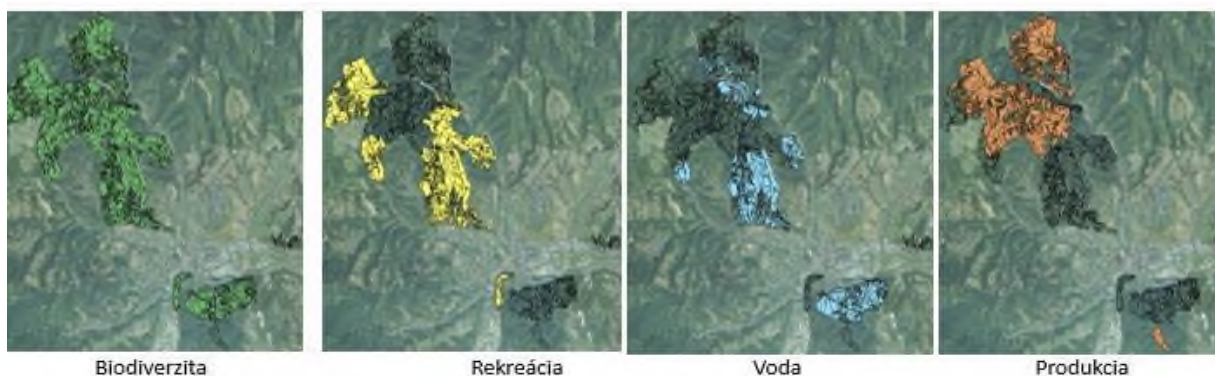
Témou nového výskumného projektu FESWEB je hodnotenie ESL s využitím geopriestorových údajov a nástrojov a ich prezentácia prostredníctvom web-mapovej aplikácie s možnosťou zapojenia sa odborníkov v zmysle citizen science prístupu. Cieľom je navrhnúť hodnotiaci model ESL, ktorý by využíval dostupné údaje o lese a činnostiach vykonávaných v lese, bol verifikovaný v teréne a v podobe interaktívnej web-mapovej aplikácie by poskytoval lokalizované údaje pre široké spektrum užívateľov.

Materiál a metódy

Na hodnotenie ES sa na Slovensku vyvíja viacero metód, či už peňažných alebo nepeňažných, participatívnych, biofyzikálnych a pod. Analyzovali sme metódy použité v projektoch zaoberajúcich sa hodnotením ESL s účasťou expertov z lesníckeho sektora, najmä

projektov Národného lesníckeho centra (NLC) a Lesníckej fakulty Technickej univerzity vo Zvolene.

Kvalitatívna analýza sa zamerala na hodnotenie využívaných prístupov, metód a dát. Na hodnotenie ESL sa používa najmä rastový simulátor Sibyla (Fabrika, 2005) a rôzne maticové modely (Roessiger a kol. 2022), postavené na údajoch z Programov starostlivosti o lesy (PSL). Mapové podklady a GIS vrstvy sa využívajú len minimálne, napr. pre mapovanie kultúrnych ES (rekreačné objekty, návštevnosť), alebo určenie priestorovej priority pre využívanie konkrétnej ESL (obr. 1).



Obrázok 1. Prioritizácia ESL v záujmovom území Mestských lesov Banská Bystrica (Sarvašová a kol. 2021)

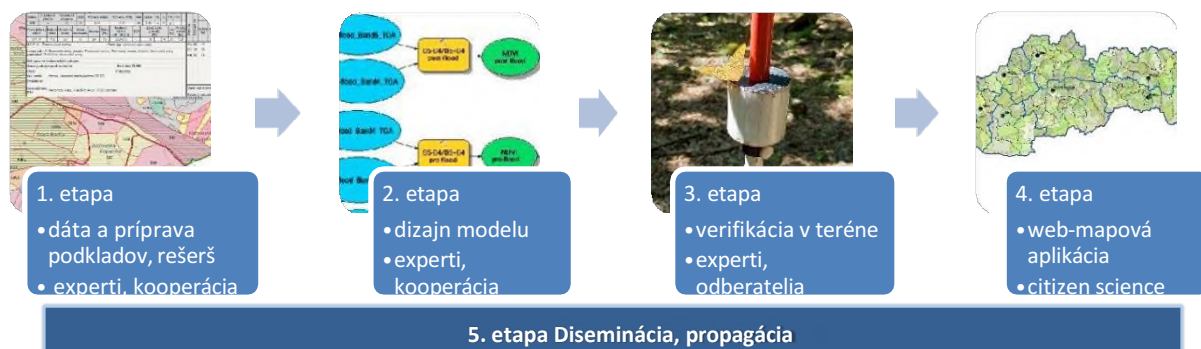
Komparáciou s literatúrou a strategickými cieľmi výskumu definovanými v Stratégii výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky 2021 - 2027 (RIS3 2021+) a pripravovanom Národnom lesníckom programe 2023-2030 (NLP 2023-2030) sme dospeli k návrhu metód pre výskumný projekt FESWEB, ktoré viac zohľadňujú informatizáciu a participáciu.

Výsledky a diskusia

Projekt FESWEB dopĺňa a kombinuje prístupy používané k hodnoteniu ESL v projekte TestPESLes a rozširuje ich o medzisektorovú dimenziu a využitie moderných informačných technológií. Návrh hodnotiaceho modelu ESL bude založený na verejne dostupných údajoch o lesoch z lesného hospodárstva a iných sektorov, ktoré ovplyvňujú les a činnosti v ňom. Následne bude verifikovaný terénnym prieskumom odborníkov (lesníkov a členov Slovenskej lesníckej komory) v zmysle citizen science prístupu. Cieľom bude vytvorenie novej interaktívnej web-mapovej aplikácie zobrazujúcej výsledky hodnotiaceho modelu poskytovania ESL vo forme geopriestorových vrstiev s priestorovým rozlíšením na úrovni JPRL.

Černecký a kol. 2019 vychádzajú pri mapovaní ES najmä zo súčasnej krajinnej štruktúry, kde lesné ekosystémy nie je možné diferencovanie posúdiť v takom detaile, ako to umožňujú údaje ISLH, ktoré obsahujú množstvo údajov na úrovni porastu (obr. 2).

Plán PSL 2013 - 2022												Opis porastu												Plán ťažby a výhvevy										Plán zalesňovania									
Dielce		Čísťková plocha	Porastová skupina	Etáž	Výmera vŕšie	Výmera JPRL	Vek	Znam.	KL	TL	PK	POI																															
Stl	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																															
Právdytkový	Rozsah	Obnovy	Doba	Expoz.	Sklon	Nádmor.	Zóna ochr.	Typ	Prírodný	Prírodný	Prírodný																																
111	11	110	30	0	SV	10	350-375	1	0	1	0																																
HSLT: 311 Žrné dubové buňny												Funk. typ: výhonom-výskumný																															
Lesná obl.: 27 Štávkové vrchy, Javorie, Priečková kotlina, Pohorlský inovec, Vŕšník, Kremnické vrchy																																											
podoblast: B Vŕšník, Kremnické vrchy																																											
Ochr.pásmo vodárenských zdrojov:																																											
Ušerný zdroj reprod. materiálu:												Evid. kód ZLHM:																															
Pôd:												Prírodný:																															
Vek, vznik:												rôznov. miestami staršie jedince CR OZ																															
Zmiešanie:																																											
Hospodársky:												Nevrovnom. výsp. v redých skup. HB BK podrast																															
stav																																											
Chránené územie:												Chránené vŕšie územie:																															
												Územie EU významu:																															
												Zákázané činnosti v CHVŮ vyhlásajúce z právnych predpisov:																															



Obrázok 3: Postup riešenia FESWEB

Problematika ESL hodnotená z pohľadu krajinnej ekológie a environmentálnych ekonómov, napriek snahe o holistický prístup a spoluprácu s užívateľmi a majiteľmi pôdy, (napr. Kľuvánková-Oravská, Chobotová, 2010; Izakovičová a kol., 2017) nedostatočne odzrkadľuje komplexný pohľad na lesný ekosystém z pohľadu lesného hospodárstva. Využitie dostupných údajov o lese v rámci sektorových informačných systémov, know-how odborníkov z lesníckeho sektora, vhodná prezentácia výsledkov hodnotenia ESL a participácia odbornej aj laickej verejnosti je podmienkou pre podporu zodpovedného hospodárenia v lesoch, zvýšenie povedomia verejnosti o dôležitosti ESL a zníženia rizika konfliktov medzi rôznymi zainteresovanými stranami na využívaní ESL.

Podobne odborníci z príbuzných odborov pôdoznanectva a poľnohospodárstva sústreďujú pozornosť na ES poľnohospodárstva hodnotené z pohľadu potenciálnych agroekosystémových služieb a možností ich financovania, ktoré sú založené na pôdohospodárskych dátach a využívajú moderné IKT metódy (napr. Makovníková a kol. 2016, 2017, Kizeková a kol. 2016, 2018, Bezák a kol. 2017; Vilček a Koco 2018).

Záver

Všetky navrhované aktivity projektu FESWEB sú v súlade s cieľmi NLP 2023-2030, ako aj novou RIS3 2021+ (MIRRI, 2022). Navrhované metódy sú progresívne a inovatívne. Navrhnuté postupy vhodne prepájajú tímové expertné znalosti s novými informačnými technológiami, hardvérom a softvérom. Projekt bude využívať infraštruktúru, databázy, GIS, lesnícke údaje, údaje z dotknutých sektorov a sieť výskumných plôch umiestnených v lesnom prostredí. Výstupy projektu budú tvorené s dôrazom na použiteľnosť, zrozumiteľnosť a prehľadnosť.

V rámci projektu vzniknú rôzne aplikačné výstupy. Ide najmä o novú web-mapovú aplikáciu na interaktívnu prezentáciu poskytovania ESL a databázu vedeckých výsledkov, ktorú môže Slovenská lesnícka komora využívať na pripomienkovanie a tvorbu strategických dokumentov týkajúcich sa ESL a platieb za ES na národnej úrovni.

Zoznam bibliografických odkazov

ANTAL, M. 2019. Kvantifikácia a overenie dopadov alternatívnych modelov hospodárenia na plnenie ekosystémových služieb v lese: dizertačná práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. Lesnícka fakulta. 2019. 130 s.

BÁLIKOVÁ, K., SARVAŠOVÁ, Z., DOBŠINSKÁ, Z., ŠÁLKA, J., 2021. Analýza aktérov záujmových skupín z pohľadu využívania ekosystémových služieb lesa. In Aktuálne otázky ekonomiky a politiky LH SR. Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 2021, s. 34-40.

BEZÁK, P., MEDERLY, P., IZAKOVIČOVÁ, Z., ŠPULEROVÁ, J., SCHLEYER, CH. 2017. Divergence and conflicts in landscape planning across spatial scales in Slovakia: opportunity for an ecosystem services-based approach? In: *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13 (2), pp. 119-135.

BREZOVSÁ, K., HOLÉCY, J. 2009. Ocenenie rekreačnej funkcie lesov Vysokých Tatier metódou cestovných nákladov. In: *Acta Facultatis Forestalis Zvolen, LI*, 2009, Suppl. 1. pp. 151-162.

BUCHY, M., HOVERMAN, S. 2000. Understanding public participation in forest planning: a review. In *Forest Policy and Economics*, 2000, vol. 1, pp. 15-25.

ČABOUN, V., TUTKA, J., MORAVČÍK, M., KOVALČÍK, M., SARVAŠOVÁ, Z., SCHWARZ, M., ZEMKO, M. 2010. Uplatňovanie funkcií lesa v krajine. 1. vyd. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2010. 285 s.

ČERNECKÝ, J., GAJDOŠ, P., ŠPULEROVÁ, J., HALADA, Ľ., MEDERLY, P., ULRYCH, L., ĎURICOVÁ, V., ŠVAJDA, J., ČERNECKÁ, Ľ., ANDRÁŠ, P., RYBANIČ, R. 2019. Ecosystems in Slovakia. In: *Journal of Maps*. 17p.

DE GROOT, R., BRANDER, L., VAN DER PLOEG, S., COSTANZA, R., BERNARD, F., BRAAT, L., VAN BEUKERING, P. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services*, 1(1), 50-61.

ESRI, 2022. What is ModelBuilder? [online]. [cit. 2022-07-22]. Dostupné na internete: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm>.

FABRIKA, M., 2005. Simulátor biodynamiky lesa SIBYLA, koncepcia, konštrukcia a programové riešenie. Habilitačná práca. Technická univerzita vo Zvolene, 238 s.

FLEISCHER, P., PICHLER, V., FLEISCHER, P. JR., HOLKO, L. a kol. 2017. Forest ecosystem services affected by natural disturbances, climate and land-use changes in the Tatra Mountains. In: *Climate Research*, pp. 1 – 15.

FOREST EUROPE 2014: Expert Group and Workshop on a Pan-European Approach to Valuation of Forest Ecosystem Services. Final Report. Madrid: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe Forest Europe, 2014, 94 p.

HOWE, C., SUICH, H., VIRA, B., & MACE, G. M. 2014. Creating win-wins from trade-offs? Ecosystem services for human well-being: A meta-analysis of ecosystem service trade-offs and synergies in the real world. *Global Environmental Change*, 28, 263-275.

IZAKOVIČOVÁ, Z., BEZÁK, P., MEDERLY, P., ŠPULEROVÁ, J. 2017. Uplatňovanie konceptu ekosystémových služieb v plánovacej a riadiacej praxi v Slovenskej republike – výsledky projektu OpenNESS na prípadovej štúdii Trnava. In: *Životné prostredie*, 51 (4), pp.198-204.

KIZEKOVÁ, M., ČUNDERLÍK, J., DUGÁTOVÁ, Z., JANČOVÁ, Ľ., KANIANSKA, R., MAKOVNÍKOVÁ, J. 2018. Klasifikácia ekosystémových služieb trávnych porastov a ich hodnotenie. [online].[cit. 2019-04-02]. Dostupné na internete: <http://www.agroporadenstvo.sk/index.php?start&t=rastlinna-vyroba-rastlinnavyroba&t2=&article=1118>.

KIZEKOVÁ, M., ČUNDERLÍK, J., DUGÁTOVÁ, Z., MAKOVNÍKOVÁ, J., KANIANSKA, R., JAĎUĐOVÁ, J., JANČOVÁ, Ľ., PÁLKA, B. 2016. Agroekosystémové služby a súčasný stav trávnych porastov v Slovenskej republike. 1. vyd. Banská Bystrica: NPPC VÚTPHP Banská Bystrica, NPPC VÚPOP Bratislava, UMB Banská Bystrica, 2016. 118 p.

KLUVÁNKOVÁ-ORAVSKÁ, T., CHOBOTOVÁ, V. 2010. Inštitúcie a ekosystémové služby v demokratickej a trhovej spoločnosti. In *Životné prostredie*. 44, 2, pp. 84-88.

KLUVÁNKOVÁ, T., BRNKALÁKOVÁ, S., ŠPAČEK, M., SLEE, B., NIJNIK, M., VALERO, D., MILLER, D., BRYCE, R., KOZOVÁ, M., POLMAN, N., SZABO, T., GEŽÍK, V., 2018. Understanding social innovation for the well-being of forest-dependent communities:

a preliminary theoretical framework. In *Forest Policy and Economics*. No. 97 (2018), s.163-174

MAKOVNÍKOVÁ, J., KOBZA, J., PÁLKA, B., MALIŠ, J., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M. 2016. An Approach to Mapping the Potential of Cultural Agroecosystem Services. In *Soil & Water Res.*, roč. 11, č. 1, s. 44-52.

MAKOVNÍKOVÁ, J., PÁLKA, B., ŠIRÁŇ, M., KANIANSKA, R., KIZEKOVÁ, M., JAĎUŠOVÁ, J. 2017. Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb. Banská Bystrica: UMB v BB, Belianum. prvé vyd.150 s.

MEA (Millenium Ecosystem Assessment): *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. Washington, D. C.: World Resources Institute, 2005, 86 p.

MEDERLY, P., ČERNECKÝ, J. A KOL., 2019: Katalóg ekosystémových služieb Slovenska. ŠOP SR, UKF v Nitre, ÚKE SAV, Banská Bystrica, 2019, 215 s.

MIRRI SR, 2022. Súhrnná správa z procesu EDP k stratégii SK RIS3 2021+, 122 s. ROESSIGER, J., KULLA, L., MURGAŠ, V., SEDLIAK, M., KOVALČÍK, M., CIENCIALA, E., ŠEBEŇ, V. 2022. Funding for planting missing species financially supports the conversion from pure even-aged to uneven-aged mixed forests and climate change mitigation. *European Journal of Forest Research*. 141. 1-18.

SARVAŠOVÁ, Z., DOBŠINSKÁ, Z., BÁLIKOVÁ, K., ŠÁLKA, J., 2021. Preferencie a možnosti platieb za využívanie ekosystémových služieb lesa v okolí Banskej Bystrice a Štrbského plesa. In *Aktuálne otázky ekonomiky a politiky LH SR*. Národné lesnícke centrum, 2021, s. 41-50.

SARVAŠOVÁ, Z., ŠTĚRBOVÁ, M., KULLA, L. 2020: Ako na zmierňovanie konfliktov pri využívaní dreva v chránených územiach Slovenska? *Zprávy lesníckého výzkumu*, č. 65(2): 125-133

SEDMÁK, R. 2018. Alternatívny systém plánovania funkčne integrovaného obhospodarovania lesa. Habilitačná práca, Technická univerzita vo Zvolene, 146 s.

SCHNEIDER, J., HOLUŠOVÁ, K. a kol. 2016. Ekosystémové služby a funkce lesů. Mendelova univerzita v Brně, 2016. 367 p. ISBN 978-80-7509-469-8.

SCHRÖTER, M. a kol., 2016. National Ecosystem Assessments in Europe: A Review. In *BioScience*, 2016, vol.66 (10), pp.813–828.

SUGIMURA, K., HOWARD, T.E. 2008. Incorporating social factors to improve the Japanese forest zoning process. In *Forest Policy and Economics*, 2008, vol. 10, pp. 161-173. doi: 10.1016/j.forpol.2007.08.005

ŠÁLKA, J., DOBŠINSKÁ, Z., ŠTĚRBOVÁ, M. 2017. Analýza verejnej politiky na zabezpečenie ekosystémových služieb lesa. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 69 p.

ŠTĚRBOVÁ, M. 2017. Prístupy a metódy hodnotenia ekosystémových služieb lesa. In: *Životné prostredie*. 51, 4, pp. 213-220.

TUTKA, J. 2000. Stav a predpokladaný vývoj teórie a praxe oceňovania lesov. In: Cukerová, V., Hrbáľ, P. (eds.): *Tvorba a meranie hodnoty lesa*. Zvolen: Lesnícka fakulta TU vo Zvolene, 2000, s. 53 – 65.

TUTKA, J. 2001. Faktor času a realnosť modelov oceňovania lesov. In: Holécy, J., Klubica, D.: *Tvorba a meranie hodnoty lesa*. Technická univerzita vo Zvolene, 2001, s. 57 – 69.

TYRVÄINEN, L., GUSTAVSSON, R., KONIJNENDIJK, C., ODE, A. 2006. Visualization and landscape laboratories in planning, design and management of urban woodlands. In *Forest Policy and Economics*, 2006, vol. 8, pp. 811- 823. doi: 10.1016/j.forpol.2004.12.005

VILČEK, J., KOCO, Š. 2018. Integrated index of agricultural soil quality in Slovakia. In: *Journal of Maps*, 14:2, 68-76.

VILLAMAGNA, A.M., ANGERMEIER, P.L., BENNETT, E.M., 2013. Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analysing ecosystem service provision and delivery. In *Ecological Complexity*, 2013, vol.15, pp.114–121.

VOLOŠČUK, I. 2013. Teoretické princípy ekologických procesov, funkcií a služieb ekosystémov. Banská Bystrica: Belianum, 2013. 265 p.

VÝBOŠŤOK, J., SARVAŠOVÁ, Z., NAVRÁTILOVÁ, L., VALENT, P., DOBŠINSKÁ, Z., ŠTĚRBOVÁ, M., BÁLIKOVÁ, K., SUJA, M., ŠÁLKA, J., 2020. Vnímanie a plnenie ekosystémových služieb lesa v okolí Štrbského plesa – čiastkové výsledky projektu TestPESLes. In *Aktuálne otázky ekonomiky a politiky LH SR*. Národné lesnícke centrum 2020, s. 16-24

VÝBOŠŤOK, J., SARVAŠOVÁ, Z., DOBŠINSKÁ, Z., ŠTĚRBOVÁ, M., BÁLIKOVÁ, K., SUJA, M., ŠÁLKA, J., 2021. Varianty hospodárenia v lesoch v okolí Banskej Bystrice a Štrbského plesa podľa požiadaviek verejnosti. In *Aktuálne otázky ekonomiky a politiky LH SR*. Národné lesnícke centrum, 2021, s. 51-59.

Tento príspevok je podporený Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-21-0290 a APVV-17-0232.



Editori: doc. Ing. Stanislav Kološta, PhD.
RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.

Názov: Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia
sociálno-ekonomického potenciálu území. Zborník vedeckých prác z projektu APVV-
18-0035

Rozsah: 132 strán; 8,5 AH; 9,0 VH

Vydavateľ: Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.

Edícia: Ekonomická fakulta.

ISBN 978-80-557-1991-7

DOI: <https://doi.org/10.24040/2022.9788055719917>