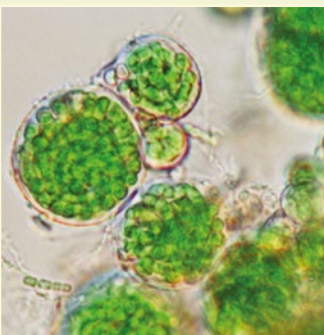


**Beata Houšková**  
**Jarmila Makovníková**  
**Rastislav Bušo**  
**Juraj Hraško (eds.)**

# Eliminovanie degradačných procesov v pôde obnovením biodiverzity

Zborník vedeckých prác

BRATISLAVA 2020



---

# OBSAH

Systém Agrokruh – príklad pestovania zeleniny ekologickým spôsobom. Slovo z praxe.....5	
System Agrokruh – an example of growing vegetables organically. The words from praxis.	
<i>Ján Šlinský</i>	
Pôdna biodiverzita v kontexte politických rozhodnutí .....19	
Soil biodiversity in the context of political decisions	
<i>Beata Houšková</i>	
Pôda a jej postavenie v agroekosystémových službách .....26	
Synergies and compromises of agroecosystem services	
<i>Jarmila Makovníková</i>	
Dlhodobý vplyv rozdielneho obrábania na pôdny uhlík, dusík a pôdnu reakciu .....33	
Long term effects of differentiated tillage on soil carbon, nitrogen and soil reaction	
<i>Božena Šoltysová, Martin Danilovič</i>	
Zapojenosť ďatelino-trávných miešaniek na erózných pôdach .....40	
Involvement of clover grasses on erosive soils	
<i>Jozef Čunderlík, Alena Rogožníková</i>	
Ekologická obnova aluviálnych lúk narušených vplyvom výstavby rýchlostnej cesty .....47	
Ecological restoration of alluvial meadows damaged by highway construction	
<i>Janka Martincová, Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Ľubica Jančová</i>	
Fytcenologický prieskum v rámci projektu obnovy horských lúk na Slovensku .....55	
Phytcenological survey within the restoration project of the mountain meadows in Slovakia	
<i>Janka Martincová, Vladimíra Vargová, Jozef Čunderlík, Zuzana Kováčiková, Ľubica Jančová, Ľubomír Hanzes, Norbert Britaňák, Štefan Pollák</i>	
Intenzifikácia aluviálnej lúky a pôdne ukazovatele .....61	
Fertiliser intensification of alluvial meadow and soil indicators	
<i>Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková</i>	
Kritériá vyhodnocovania a multifunkcionalita výskumu ekosystémových služieb – rešerš....68	
Evaluation criteria and multifunctionality of ecosystem service research – review	
<i>Stanislav Kološta, Jarmila Makovníková</i>	
Objemová hmotnosť pôdy a riziko zhutnenia dvoch území s rozdielnou skladbou pôd.....76	
Soil bulk density and risk of compaction of two areas with different soil composition	
<i>Miloš Širáň, Boris Pálka, Jarmila Makovníková</i>	
Obnova pôdnej biodiverzity, základ zachovania funkčnosti obrábanej pôdy.....89	
Restoration of soil biodiversity, the basis for maintaining the functionality of cultivated soil	
<i>Nora Polláková, Jaroslava Sobocká</i>	
Potreba melioračných opatrení na poľnohospodárskych pôdach – štúdia .....95	
The need for land reclamation measures on agricultural soils – the study	
<i>Beata Houšková, Igor Sobocký</i>	
Rôzne obrábanie pôdy vo vzťahu k úrode a klimaticky nesúrodým ročníkom .....102	
Technologies of tillage in relation to the yield and climatically disparate years	
<i>Rastislav Bušo, Roman Hašana, Beata Houšková</i>	

Synergie a kompromisy agroekosystémových služieb.....	109
Synergies and compromises of agroecosystem services	
<i>Jarmila Makovníková, Stanislav Kološta, Katarína Orságová</i>	
Trend záchytov/emisií skleníkových plynov z ornej pôdy a trvalých kultúr od roku 1990 .....	115
Trend in greenhouse gas removals/emissions from arable land and permanent crops since 1990	
<i>Michal Sviček, Kristína Buchová</i>	
Úroda v rôznych systémoch obrábania pôdy vo vzťahu k počasiu.....	123
Yield in the various tillage systems in relating to weather	
<i>Rastislav Bušo, Roman Hašana, Beata Houšková</i>	
Vodná erózia na poľnohospodárskych pôdach v okolí magnezitových závodov.....	130
Water erosion on agricultural soils near magnesite plants	
<i>Ján Styk, Boris Pálka</i>	
Vplyv jednorazovej dávky alginitu na pôdne vlastnosti trvalého trávneho porastu.....	142
Effect of a single dose of alginite on soil properties of permanent grassland	
<i>Štefan Pollák, Mariana Jančová, Zuzana Dugátová, Miriam Kizeková, Lubica Jančová</i>	
Vplyv obrábania pôdy a hnojenia na úrody suchovzdorných plodín .....	148
Influence of soil cultivation and fertilization on yields dry crops	
<i>Ladislav Kováč, Jana Jakubová, Ľudovít Mišlan</i>	
Vývoj vybraných indikátorov pôdy po konverzi na pestovanie energetických plodín .....	156
Development of selected soil indicators after conversion to energy crops production	
<i>Martin Danilovič, Božena Šoltysová</i>	
Zlepšenie trávnych porastov minimalizačnými technológiami .....	162
Improving grassland by minimizing technologies	
<i>Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová</i>	
Zmena obsahu pôdnej mikrobiálnej biomasy trávnych porastov aplikáciou digestátu .....	169
Change of soil microbial biomass content of grasslands by application of digestate	
<i>Alena Rogožníková, Jozef Čunderlík</i>	

© Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Trenčianska 55, Bratislava

Recenzenti: RNDr. Beata Houšková, CSc.; RNDr. Jarmila Makovníková, CSc.;  
akademik Ing. Juraj Hraško, DrSc.

Grafické spracovanie: Ing. Karol Végh

Snímky na titulnej strane: 1, 2, 4, 5 – archív NPPC – VÚPOP; 3 – [www.agrokruh.sk](http://www.agrokruh.sk);  
6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 – JEFFERY, S. – GARDI, C. – JONES, A. – MONTANARELLA, L. –  
MARMO, L. – MIKO, L. – RITZ, K. – PÉRÉS, G. – RÖMBKE, J. – VAN DER PUTTEN W.  
H. (eds.) 2010. *European Atlas of Soil Biodiversity*, 2010, Publications Office of the European Union,  
Luxembourg, ISBN 978-92-79-15806-3

Zborník vedeckých prác vznikol s podporou APVV na základe grantu č. APVV-15-0160

**ISBN 978-80-8163-035-4**

---

*Vážení kolegovia, prispievatelia do zborníka, vážení čitatelia,*

*pôda už nie je chápaná len ako výrobný prostriedok, ale ako integrálna súčasť životného prostredia. Len zdravá pôda môže produkovať zdravé plodiny z ktorých sa vyrobia zdravé potraviny, poskytovať kvalitné ekosystémové služby a pôdne funkcie v plnom rozsahu, ktoré sú v rovnováhe so životným prostredím. Pôdna biodiverzita je „zrkadlom“ zdravia pôdy.*

*Celosvetový pokles biodiverzity je neprehraditeľný. V roku 2019 Medzivládna vedecko-politická platforma pre biodiverzitu a ekosystémové služby (IPBES) varovala, že miera poklesu je v histórii ľudstva bezprecedentná – približne jeden milión živočíšnych a rastlinných druhov na celom svete je v súčasnosti ohrozený vyhynutím (IPBES: „Global assessment report on biodiversity and ecosystem services“, 2019). V januári 2020 Svetové ekonomické fórum klasifikovalo stratu biodiverzity a kolaps ekosystémov ako jednu z piatich najväčších hrozieb, ktorým svet čelí, pokiaľ ide o pravdepodobnosť vzniku aj mieru vplyvu (Svetové ekonomické fórum: „Global Risks Report“, 2020).*

*Náš zborník skromnou mierou prispieva k snahám mnohých vedcov, ktorí pochopili, že ochrana pôdy je ochranou života na našej planéte. Teší nás, že sme našli spriaznené duše a že môžeme publikovať vaše príspevky.*

*Editori*

---

# SYSTÉM AGROKRUH – PRÍKLAD PESTOVANIA ZELENINY EKOLOGICKÝM SPÔSOBOM. SLOVO Z PRAXE.

## SYSTEM AGROKRUH – AN EXAMPLE OF GROWING VEGETABLES ORGANICALLY. THE WORDS FROM PRAXIS.

Ján Šlinský

*EKOPlod, 072 14 Pavlovce nad Uhom, www.agrokruh.sk*

---

Je všeobecne známe, že na zdravie človeka významnou mierou vplýva kvalita výživy, kvalita prostredia, v ktorom žije a kvalita vzťahov medzi ľuďmi s ktorými žije. V súvislosti s kvalitou výživy je treba zdôrazniť, že táto je výraznou mierou ovplyvnená skladbou jednotlivých druhov potravín a spôsobom, akým boli vyrábané.

Ako ukazujú výživové trendy vo svete, zelenina a ovocie vypestované bez požitia chemických prostriedkov, na zdravej pôde, sa stávajú dôležitým prvkom zabezpečenia kvalitnej a zdravej výživy.

To je príležitosť pre pestovateľov zeleniny, ktorý sa chcú užívať predajom svojich produktov, priamo spotrebiteľovi. Vedľa požiadaviek na vonkajšie znaky kvality zeleniny je dnes nevyhnutnou podmienkou vyhovieť aj prísnyim kritériám vnútornej kvality. Dominantnou požiadavkou kvality je dnes kvalita s prívlastkom „BIO“.

V šesťdesiatych a sedemdesiatych rokoch sa v Európe začalo formovať ekologické poľnohospodárstvo a dopyt do roku 2016 vzrástol na 30,7 miliárd eur. Plocha ekologicky obrábanej pôdy tiež rastie a v poslednom desaťročí sa zvýšila o 70 % a dosiahla takmer 7 % z celkovej výmery poľnohospodársky využívannej pôdy. Celková ekologická poľnohospodárska plocha EÚ v roku 2017 tak predstavuje 18% svetovej ekologickej poľnohospodárskej oblasti. V rámci Európskej únie je najväčším výrobcom Španielsko s 16,6 %, nasleduje Taliansko s 15,2 % a Francúzsko s 13,9 %. Nemecko je na štvrtom mieste s 9 % (údaje z roku 2017).

Dnes je Európa po USA druhým najväčším spotrebiteľom ekologických výrobkov. Napriek rozšíreniu oblasti určenej na ekologickú výrobu nesmieme zabudnúť na skutočnosť, že takmer 45% z nich sú trvalé pasienky. Dôvodom je skutočnosť, že v ekologickom režime poľnohospodárskej výroby v prechodnom období (ktoré trvá viac než legislatívou určené 2 roky) dochádza k zníženiu výnosov o 15 % až 60 % v porovnaní s konvenčnou poľnohospodárskou výrobou. Pri rozhodovaní pestovateľa či ísť cestou ekologického poľnohospodárstva je teda prvoradou úvaha, či pokles výnosu možno vyrovnať vyššou predajnou cenou.

V prípade pestovateľa zeleniny v „BIO“ triede kvality sa k tejto prvotnej otázke pridruží celý

---

rad ďalších otázok, na ktoré dnes neexistujú jednoduché odpovede. Neexistuje ucelený, overený a po materiálnej stránke zabezpečený spôsob riešenia komplexu otázok na agrotechnické, ekonomické i sociálne ťažkosti prechodného obdobia. Zjednodušovanie na úrovni zákazu používania agrochemikálií je nedostatočné a z pohľadu praxe neefektívne.

*Technológie pestovania v ekologickom zeleninárstve by mali byť vyváženým systémom ekologických, ekonomických a sociálnych požiadaviek. To znamená že musia byť v súlade s teóriou trvalej udržateľnosti, čo možno tiež formulovať aj tak, že sa jedná o výlučné použitie metód a procesov, ktoré sú vždy v bezvýhradnej kompatibilitate s procesmi, prebiehajúcimi vo voľnej prírode. Pritom ich neobmedzene opakované použitie nemá žiadne degradačné vplyvy na prostredie, kde sa uplatňuje.*

Na Slovensku sa v priebehu 25. rokov znížila plocha pestovanej zeleniny zo 45 tisíc hektárov v r. 1990 na 6240 ha v roku 2017 s pokračujúcim trendom poklesu. V roku 2017 sa záporné saldo zahraničného obchodu so zeleninou vyšplhalo na 182 565 tis. € ( ŠÚ SR).

Pritom 80 percent dovezenej zeleniny dokážeme dopestovať doma. Konvenčnými metódami dopestovanú zeleninu však nedokážeme doma výhodne predať a malá rodinná farma je takmer bez šance uspieť na voľnom trhu.

Trh v tomto sektore je prakticky úplne voľný v celej Európe. Na to aby sme to využili je však potrebné okrem zmien v oblasti technológie a pestovateľských postupov, prehodnotiť aj zaužívané, ale už preukazne neudržateľné názory a postoje. V štruktúre našej poľnohospodárskej produkcie dominuje produkcia s nízkou pridanou hodnotou (obilniny, olejniný). Uviedlo to Ministerstvo financií SR v materiáli *Revízia výdavkov na pôdohospodárstvo a rozvoj vidieka*. V nedostatočnej produkčnej štruktúre nášho poľnohospodárstva, tkvie príčina toho, že na vidieku nevzniká toľko pracovných príležitostí, ako by mohlo. Slovensko je v tomto ukazovateli na chvoste celej Únie. Na každých sto hektárov pôdy je u nás zamestnaný iba dva a pol človeka. V Únii je to päť a pol človeka, v Maďarsku deväť a v Poľsku dokonca dvanásť. Keby sa na Slovensku podarilo dosiahnuť aspoň európsky priemer, vzniklo by tak 103 tisíc zmysluplných dlhodobou udržateľných pracovných miest.

## Legislatíva ekologického poľnohospodárstva

Na Slovensku sa ekologické pestovanie riadi Zákonom č. 224/1988 Z.z. o ekologickom poľnohospodárstve a výrobe biopotravín v znení zákona č. 415/2002 Z.z. a Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky z 1. októbra 1999 č.3259/1999, ktorým sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ekologickom poľnohospodárstve a výrobe biopotravín (oznámenie č. 290/1999 Z.z.).

Nový zákon č. 421/2004 Z.z. je tzv. „kompetenčný zákon“ a zaoberá sa problematikou kompetencií, systému registrácie a sankcií. Zákon sa vo veľkej miere odvoláva na Nariadenie Rady (EHS) 2092/91 o ekologickej výrobe poľnohospodárskych výrobkov a príslušných označeniach poľnohospodárskych výrobkov a potravín. Nariadením Rady (EHS) č.2092/91 z 24.

---

júna 1991 o ekologickej výrobe poľnohospodárskych výrobkov a príslušných označeniach poľnohospodárskych výrobkov a potravín, ktorý pojednáva o spôsoboch ekologického pestovania rastlín, hnojení, povolených prísadách a pod.

Ekologická výroba v Európskej únii je regulovaná a kontrolovaná, aby sa zabezpečilo, že všetky členské krajiny majú rovnaké povinnosti a príležitosti. EÚ stanovuje pravidlá hry v týchto nariadeniach:

1. Nariadenie Rady (ES) č. 834/2007 o ekologickej výrobe a označovaní ekologických výrobkov
2. Nariadenie Komisie (ES) č. 889/2008, ktorým sa ustanovujú podrobné pravidlá vykonávania
3. Nariadenie (EÚ) 2017/625 o úradných kontrolách uskutočňovaných na zabezpečenie uplatňovania právnych predpisov v oblasti potravín a krmív
4. Reglament (UE) 2018/848 – nové nariadenie o ekologickej výrobe (od roku 2021)

Ekologické poľnohospodárstvo v EÚ čakajú nové pravidlá, ktoré by mali zaistiť, že potraviny s predponou „bio“ budú skutočne kvalitné a overené.

Súčasná pravidlá týkajúce sa ekologickej výroby sú v rámci celej EÚ nerovnomerné, pretože zahŕňajú širokú škálu rôznych postupov a výnimiek, čím neposkytujú dostatočnú istotu a bezpečnosť tomuto veľmi dôležitému odvetviu európskeho poľnohospodárstva. Okrem toho zásada rovnocennosti uplatňovaná na dovážané biopotraviny vytvorila situáciu, v ktorej sa rôzne normy uplatňovali na rôznych výrobcov z tej istej krajiny. Preto bol potrebný nový legislatívny rámec, aby sa rýchlo rastúce odvetvie vybavilo jasnými a stabilnými pravidlami a aby sa ekologickým výrobcom umožnila spravodlivá hospodárska súťaž nezávisle od toho, či vyrábajú v EÚ alebo v tretej krajine. Navyše vďaka novým pravidlám sa spotrebiteľia, ktorí kupujú výrobok s logom EÚ v oblasti ekologického poľnohospodárstva, môžu uistiť, že budú mať rovnakú kvalitu v celej EÚ.

Nariadenie EÚ o ekologickom poľnohospodárstve má veľký vplyv na ekologických poľnohospodárov, spracovateľov, obchodníkov, maloobchodníkov, certifikátorov, výskumných pracovníkov a spotrebiteľov. Nové nariadenie EÚ pre ekologické poľnohospodárstvo bolo prijaté Európskym parlamentom a Radou EÚ dňa 30. mája 2018. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/848 7

Nové nariadenie EÚ podporí rozšírenie podielu výrobkov označených ako ekologické vďaka zavedeniu novej certifikačnej skupiny pre certifikačné systémy (určitý počet malých poľnohospodárov môže byť organizovaný a certifikovaný ako jeden subjekt). Dnes je skupinová certifikácia povolená len v rozvojových krajinách. Po novom to bude povolené všade vo svete vrátane EÚ. Skupinová certifikácia znamená, že určitý počet malých poľnohospodárov sa môže organizovať a certifikovať ako jeden subjekt. Jedno osvedčenie sa bude vzťahovať na všetkých poľnohospodárov, ktorí nemôžu predávať svoje certifikované produkty inak ako prostredníctvom samotnej skupiny. Stanovujú sa osobitné kritéria, ktoré definujú, ktoré kategórie poľnohospodárov sa môžu pripojiť k skupine.

---

## Postavenie zeleniny v systéme ekologického poľnohospodárstva

Zelenina predstavuje časť rastlinnej výroby, ktorá sa z agronomického hľadiska vyznačuje širokým spektrom pestovaných druhov rastlín. Jednotlivé druhy zelenín sa líšia v nárokoch na pôdnoklimatické podmienky a pestovateľské technológie.

Pestovanie zeleniny je v porovnaní s ostatnou rastlinnou výrobou výrazne náročnejšie na podmienky stanovišťa, úroveň odborných vedomostí a technologickej disciplíny. Tieto požiadavky sa pri prechode na systém ekologického poľnohospodárstva ešte zväčšujú. Dôsledkom je skutočnosť, že zelenina je v rámci štruktúry ekologicky obhospodarovanej plochy pôdy zastúpená v minimálnej miere. Z hľadiska preferencií spotrebiteľov pritom zelenina patrí medzi najžiadanejšie produkty ekologického poľnohospodárstva a prakticky sa dá vylúčiť jej prebytok na trhu, respektíve problémy s odbytom.

Dôležité však je, aby bol k dispozícii ucelený funkčný a overený systém, ktorý by uspokojivo mierou riešil množstvo praktických otázok spojených s prechodom na ekologický systém pestovania zeleniny. Aj napriek výraznému pokroku na poli ekologického poľnohospodárstva, spôsoby riešenia tohto problému pre zeleninárstvo majú zväčša charakter všeobecných konštatovaní a čiastkových odporúčaní vhodných skôr pre záhradkárov a samozásobenie. Pre komerčne úspešné a dôveryhodné uplatnenie legislatívne upravených podmienok ekologického poľnohospodárstva v zeleninárstve, nestačí ani doterajšia úroveň dostupných agrotechnických praktík a ani praktizovaná úroveň činnosti relevantných inštitúcií. Doterajšie známe pestovateľské postupy a technológie, ktorými sú na jednej strane ručná práca a na strane druhej drahé, zložité a ťažkými traktormi po pestovateľskej ploche ťahané stroje, nie sú vhodným riešením pre malé rodinné farmy zamerané na ekologické pestovanie zeleniny.

Istota odbytu ekologicky pestovanej zeleniny je dôležitým predpokladom pre vznik malých fariem rodinného typu či komunitných spoločenstiev v rámci perspektívneho riešenia problému vysokej miery nezamestnanosti na vidieku. Budovanie komunitných záhrad a malých rodinných zeleninárstiev s uzavretou skupinou odberateľov sa javí ako nanajvýš efektívne riešenie ekonomických, ekologických i sociálnych problémov vidieka.

Z pohľadu dnes už širšieho chápania problematiky vzťahu ľudstva a životného prostredia, je ekologické poľnohospodárstvo ponímané ako integrovaná zložka trvalo udržateľného rozvoja poľnohospodárstva. Na túto skutočnosť je dôležité pamätať pri tvorbe akéhokoľvek nového poľnohospodárskeho systému. Základom trvalej udržateľnosti v poľnohospodárstve a teda aj v zeleninárstve je nekonzentrováť sa na optimalizáciu jednotlivých komponentov vo vnútri systému, ale zamerať sa na kompozíciu a dynamiku celého systému a snažiť sa optimalizovať efektívnosť systému ako celku (DLOUHÝ, 1994).

Trvalo udržateľný poľnohospodársky systém je ekologicky a biologicky vyvážený, ekonomicky sebestačný, technicky realizovateľný a sociálne akceptovateľný (DLOUHÝ, 1995).

Ekológia ako veda o vzájomných vzťahoch ukazuje, že život v prírode je postavený na dy-



---

namickej rovnováhe a *každý organizmus v prírode je na niečo „užitočný“*. Škody na pestovaných rastlinách nespôsobuje jednotlivý hmyz ani pôvodcovia chorôb rastlín, ale ich nadmerný výskyt a nízka vitalita pestovaných rastlín. Extrémne premnoženie „škodcov“ nie je príčinou, ale následkom porušenia rovnováhy.

Ekologické pestovanie sa snaží nastoliť znova rovnováhu, aby bolo možné pri pestovaní využívať prirodzené procesy prírody. V ekologickom poľnohospodárstve, ktoré je integrovanou súčasťou trvalo udržateľného poľnohospodárstva sa uplatňuje heslo: *Zdravá pôda = zdravé rastliny = zdravé zvieratá = zdraví ľudia*. Zdravie pôdy je dané predovšetkým existenciou nespočetného množstva mikroskopických organizmov, ktoré v pôde žijú. Čím väčšie je druhové zastúpenie pôdnych organizmov (pôdna biodiverzita), tým menšia je pravdepodobnosť, že na nej vyrastú choré rastliny. Pôdne organizmy sa starajú o tvorbu humusu, tvorbu štruktúry pôdy, sprístupňovanie živín pre rastliny.

Práve BIO pestovanie nám poskytuje priestor a možnosť svojou činnosťou ovplyvňovať stav pôdy, na ktorej hospodárime, vodné hospodárstvo okolitej krajiny a prispieť i k celkovému skvalitneniu prostredia. *Bio pestovanie môže byť práve spôsob ako pôdu revitalizovať a tak podporiť prirodzený chod procesov v krajine, v ktorej žijeme*. Máme tak možnosť stať sa nie deštruktívnym, ale obohacujúcim prvkom svojho okolia. Samozrejme dá sa to až vtedy, keď najprv pochopíme prírodné zákonitosti a súvislosti, uvedomíme si odhodlanie pre takúto cestu a až potom do nich budeme zasahovať.

Predkladaným materiálom sa v skrátenej forme snažím informovať o základných podmienkach zaistenia funkčnosti ideálu, akým bezpochyby je trvalo udržateľný rozvoj, ktorého neoddeliteľnou súčasťou je aj ekologické poľnohospodárstvo.

## **System AgroKruh – nástroj na riešenie problémov v ekologickom pestovaní zeleniny**

Poľnohospodárska prvovýroba s prívlastkom BIO a EKO je v širokej laickej i odbornej verejnosti chápaná ako metóda hospodárenia pri ktorej sa nepoužívajú agrochemikálie. Pritom podstatou tejto metódy hospodárenia je udržanie a podpora života v pôde v zmysle kréda: „Zdravá pôda – zdravé rastliny – zdravé zvieratá – zdraví ľudia“.

Zdravá pôda je v prvom rade živá pôda a udržanie a podpora života v pôde má pre zdravý rozvoj ľudskej spoločnosti mimoriadne veľký význam. Zdôrazňovanie tohto faktu na všetkých úrovniach v spoločnosti a praktická podpora jeho realizácie, prinesie prospech pre každého z nás v oveľa istejšej miere a na podstatne dlhšiu dobu.

AgroKruh je koncipovaný v zmysle definície dlhodobu udržateľného poľnohospodárskeho systému.

Dlhodobu udržateľný poľnohospodársky systém musí byť:

1. ekologický a biologicky vyvážený
2. technicky realizovateľný
3. ekonomicky sebestačný
4. sociálne akceptovateľný

---

## 1. Ekologická a biologická vyváženosť systému AgroKruh.

Plocha farmy je rozdelená na sústavu záhonov kruhového tvaru medzi ktorými sú plôšky v tvare sférických trojuholníkov. Kruhové parcely sú prioritne určené na realizáciu ekonomického zámeru a označujem ich pojmom **EKO-produkčné zóny**. Zelenina sa v nich pestuje v presne stanovenom a prísne dodržiavanom osevnom postupe, zväčša v zmiešanej kultúre a ekologicky veľmi ohľaduplným spôsob realizovania agrotechnických úkonov, prostredníctvom mechanizačného systému, ktorý reálne umožňuje pestovanie zeleniny bez chémie a bez driny.

Plôšky medzi jednotlivými kruhovými parcelami sú určené na pestovanie ekonomicky síce menej výnosných, ale o to viac biologicky prínosných druhov rastlín. Označujeme ich pojmom **EKO-stabilizačné zóny**.

Takýmto spôsobom je možné vytvárať farmy na ktorých sa pestuje vysadených 45–52 druhov zeleniny, 20–30 druhov bylín a kvetín v špiralovitých riadkoch, na kruhových i medzikruhových záhonoch, ktoré sú živou mandalou, umocňujúcou pôžitok z jedla aj zážitkom z pohľadu a vône.

**Ekologická stabilizácia krajiny** je schopnosť ekosystému vyrovnávať zmeny spôsobené vonkajšími činiteľmi a zachovávať svoje prirodzené vlastnosti a funkcie. AgroKruh je systém schopný samostatnej existencie s pozitívnym ovplyvňovaním okolitej menej stabilnej krajiny. Rozčlenenie plochy pôdy, na obrábané kruhové parcely (ekoprodukčné zóny) medzi ktorými sú neobrábané plochy (ekostabilizačné zóny) zabezpečujú maximálne možnú biodiverzitu, pri maximálne možnom mechanizovaní činnosti spojených s pestovaním zeleniny. V druhej polovici 20. storočia, boli pri kolektivizácii poľnohospodárstva sceľované pozemky (tzv. rozoranie medzi) čím zanikli rôzne krajinné prvky, podieľajúce sa na vytváraní stabilnej biodiverzitej kultúrnej krajiny. Systémom AgroKruh sa dá dosiahnuť revitalizácia a obnova krajinných prvkov v záujme zlepšenia krajnotvornej funkcie poľnohospodárstva.

**Ochrana proti pôdnej erózií** Sústava ekoprodukčných a ekostabilizačných zón v systéme AgroKruh, vytvára prirodzenú ochranu proti erózii pôdy. Počas stále častejších privalových dažďov, alebo počas trvalejších zrážok totiž na veľkých intenzívne obrábaných plochách pôdy dochádza k obrovskému odnosu pôdy a živín, ktoré sa následne dostávajú do vodných tokov a údolných nádrží, kde sa ako sedimenty usadzujú. Splavené živiny zhoršujú kvalitu povrchových vôd a údolné nádrže sa musia nákladne odbahňovať. Ekostabilizačné plochy s trvalým trávnyim porastom, remízkami, alebo nízkymi ovocnými drevinami výrazne spomalia odtok vody z plochy pôdy.

**Zadržiavanie vody v krajine.** Systém AgroKruh, tým že ekoprodukčné zóny sú obrábané bez prejazdu mechanizačných prostriedkov po ploche, eliminuje zhutňovanie pôdy čím okrem iného jednoznačne prispieva k zvyšovaniu retenčnej schopnosti pôdy. Nakoľko mechanizačné prostriedky sa pohybujú po pevne stanovených dráhach je možné na ekostabilizačných plochách, tam kde je to vhodné, vybudovať sústavu jazierok, rybníčkov, mokradi a tým zadržať

---

zrážkovú vodu, spomaliť jej odtok, a dosiahnuť zvýšenie zásoby vody v krajine, a zvýšenie rovnováhy miestnej klímy na mnohonásobne vyššej úrovni než je to pri doterajšom veľkoplošnom poľnohospodárskom systéme. Sústava takýchto polí je vhodná aj na zmiernenie následkov povodní, kedy časť vody ostane na poli a nepreleje sa do obývaných častí krajiny.

**Zvyšovanie biodiverzity.** Rovnomerné rozloženie ekostabilizačných zón na ploche pôdy obhospodarovanej systémom AgroKruh, predstavuje vytvorenie biotopov pre množstvo voľne rastúcich rastlín a voľne žijúcich živočíchov a umožňuje návrat mnohých tých, ktoré boli spriemyslenou poľnohospodárskou veľkovýrobou z krajiny vytlačené.

## 2. Technická realizovateľnosť systému AgroKruh

Požiadavky na nové mechanizované systémy hospodárenia na pôde sú v súčasnosti orientované na dosiahnutie kvalitatívne vyššej úrovne. Perspektívnym predstaviteľom novej kvality v mechanizácii hospodárenia na pôde je mostový nosič náradia (agrotechnický most).

Mostové nosiče náradia predstavujú nový smer a kvalitu pri hospodárení na pôde. Sú konštruované vo všeobecnosti ako energetické nosiče so širokým pracovným záberom a možnosťou agregovania s rôznymi pracovnými strojmi a náradím. Využitím mostových nosičov náradia sa oproti klasickým technológiám s výkonným traktorom významne šetrí pôda, obmedzuje sa zhutňovanie a poškodzovanie pôdnej štruktúry častými prejazdmi. Vďaka tejto skutočnosti sa výrazne znižuje energetická náročnosť spracovania a erózne poškodzovanie pôdy, čo predstavuje zvýšenie výnosového potenciálu pôdy a zníženie nákladov na jednotku plochy.

Sú známe mostové nosiče náradia - agromosty, ktoré sú vytvorené ako široko-záberová súprava zložená z dvoch podvozkov umiestnených po stranách a spojených medzi sebou priečnym mostovým ramenom, na ktorý sa pomocou závesného zariadenia pripájajú pracovné stroje a náradia. Svojimi podvozkami sa agromost pohybuje po utužených stopách po okrajoch záhonov, alebo po umelo spevnených pásach prípadne koľajach či koľajniciach položených na povrchu poľa.

Pohon pojazďových a pracovných strojov je riešený najčastejšie hydrostaticky, alebo elektricky. Pojazdy mostov sú plynulo meniteľné. Rámy mostov sú riešené ako jedno nosníkové alebo dvoj nosníkové, obdĺžnikovej alebo priehradovej konštrukcie. Nevýhodou doteraz realizovaných mostových nosičov náradia je, že vyžadujú náročné a technicky zložité systémy riadenia. Pomocou špeciálnych elektronických senzorov v spojení s riadiacim počítačom je zabezpečovaný smer pohybu mostu a ovládanie závesných druhov náradia prípadne je použité sekvenčné riadenie v spojení s hydraulickými alebo elektrickými prvkami. Z týchto dôvodov sú investičné náklady mostových nosičov náradia vysoké čo bráni širšiemu využitiu aj napriek ich energetickej a agronomickej výhodnosti.

Uvedené nedostatky agrotechnických mostov sú predmetom technického riešenia mostového nosiča náradia v systéme AgroKruh.

Mostový nosič náradia v systéme AgroKruh pozostáva z ramena „mostovky“, ktoré je

na jednej strane otočne ukotvené na pevnej podpere usadenej v pôde a na druhej strane je osadený pohonný agregát, ktorý otáča ramenom okolo pevnej podpery (Obr. 1). Na ramene je pohyblivý záves náradia, na ktorý je možné zavesiť na tento účel špeciálne vyvinuté náradie, prispôbené požiadavkám na ekologicky priaznivé pestovanie zeleniny.



**Obrázok 1** Mostový nosič náradia v systéme AgroKruh

Rameno mostu sa otáča okolo pevne uloženej podpery v strede kruhového záhonu a záves náradia sa pritom pohybuje lineárne po konštrukcii ramena „mostovky“. Kinematickým spojením týchto dvoch komponentov vzniká na ploche kruhového záhonu riadok v tvare Archimedovej špirály (Obr. 2).



**Obrázok 2** Archimedova špirála riadkov na kruhovom záhone

Technické parametre mostového nosiča náradia:

- Dĺžka ramena mosta 18 m.
- Hmotnosť ramena mosta bez prídavných strojov 630 kg.
- Pohon mostového nosiča náradia trojfázový elektromotor 0,75 kW.
- Minimálna rýchlosť pohybu ramena mosta 5,65 m/min.

- Maximálna rýchlosť pohybu ramena mosta 22,6 m/min.
- Obrábaná plocha pôdy 1017 m<sup>2</sup>

Jedným ramenom mosta, sú v systéme AgroKruh obrábané 3 kruhové záhony.

Výrobnou organizačnou jednotkou v systéme AgroKruh, je malá rodinná farma na ktorej sa pestuje sortiment 48–52 druhov zeleniny v štvorhonom oseednom postupe. Odbyt produkcie sa realizuje formou „predaj z dvora“ pre uzavretú skupinu predplatiteľov.

Právna forma štandardného užívateľa systému AgroKruh SHR je samostane hospodáriaci roľník.



Obrázok 3 *Finálna podoba konštrukcie mostového nosiča náradia*



Obrázok 4 *Ovládací panel pracovných náradí a pohonu mosta na „Mačke“*



Obrázok 5 Ovládaci panel pohonu ramena mostu

Podľa spôsobu činnosti jednotlivých pracovných strojov sú v systéme AgroKruh používame v systéme AgroKruh pasívne a aktívne náradie.

**Pasívne náradie** v systéme AgroKruh, ktorého činnosť je odvodená pohybom ramena mostu, respektíve sú to ručné náradia. Sem patria sejačka (Obr. 6), rozmetadlo hnojiva (Obr. 7), vysadzovač priesad (Obr. 8), sadzač zemiakov (Obr. 9), prihnojovacie zariadenie na tekuté hnojivá (Obr.10).



Obrázok 6 Sejačka



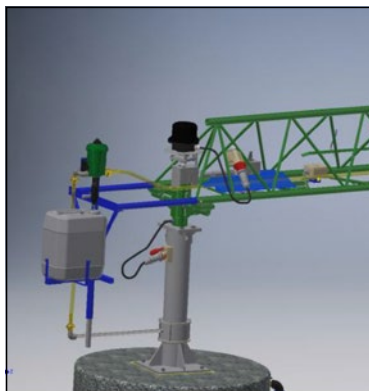
Obrázok 7 Rozmetadlo hnojiva



Obrázok 8 Vysadzovač priesad



Obrázok 9 Sadzač zemiakov



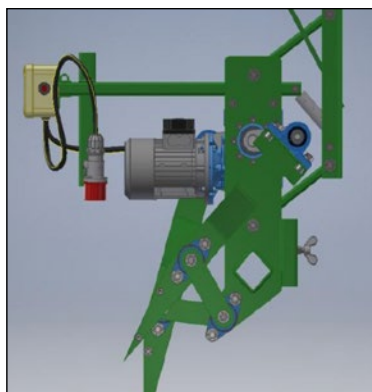
Obrázok 10 Prihnojovacie zariadenie na tekuté hnojivá

Pasívne náradie je konštrukčne usporiadané na pripojenie k mostovému nosiču náradia. Podstatná časť pasívnych strojov v systéme AgroKruh je vytvorená zo sériovo vyrábaných dielov, pôvodne určených zväčša pre malú záhradnú mechanizáciu.

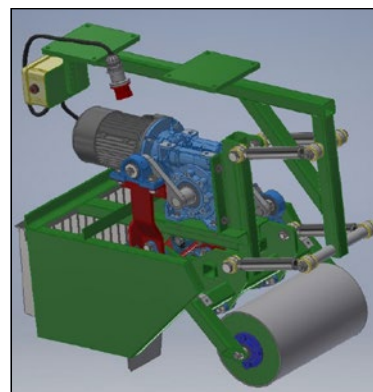
Aktívne náradie v systéme AgroKruh je poháňané vlastným elektromotorom. Sem patria mulčovač (Obr. 11), ťažký rýľovák (Obr. 12), kultivačná jednotka (Obr. 13), ktorá je modifikovateľná na kultivátor (Obr. 14), kyprič (Obr. 15), hrobkovač (Obr. 16), kyprič hrobčekov (Obr. 17), formovač hrobčekov (Obr. 18), aktívna plečka (Obr. 19).



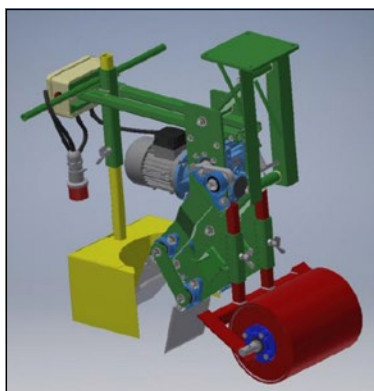
Obrázok 11 Mulčovač



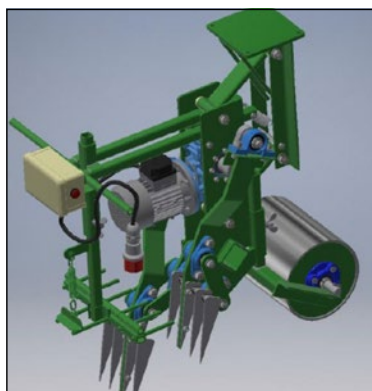
Obrázok 12 Ťažký rýľovák



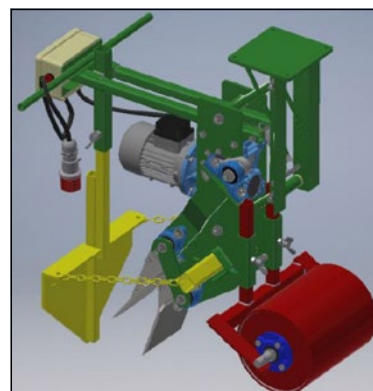
Obrázok 13 Kultivačná jednotka



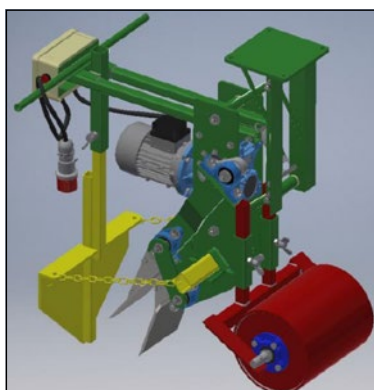
Obrázok 14 *Kultivátor*



Obrázok 15 *Kyprič*



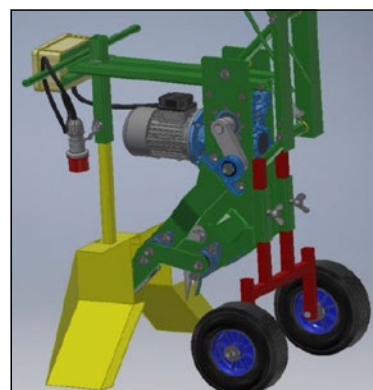
Obrázok 16 *Hrobkovač*



Obrázok 17 *Kyprič hrobčekov*



Obrázok 18 *Formovač hrobčekov*



Obrázok 19 *Aktívna plečka*

### 3. Ekonomická sebestačnosť systému AgroKruh

Financovanie systému AgroKruh je postavené na priamej, vzájomne výhodnej spolupráci medzi spotrebiteľom a pestovateľom.

Vo svete je takýto prístup organizovania poľnohospodárskej produkcie a jej odbytu známy pod pojmom CSA – *Community Supported Agriculture*.

Ekologicky ohľaduplný spôsob pestovania zeleniny v agroklimaticky vhodných lokalitách sa stáva ekonomicky výhodným až po 5–10 rokoch od začiatku jeho realizácie. Prechodné obdobie je náročné na psychickú a fyzickú námahu, odborné vedomosti a praktickú zručnosť. Zvládnutie počiatočných ťažkosti, ako aj dlhodobé udržanie žetateľného stavu je predmetom technického riešenia v systéme AgroKruh.

Štartovací kapitál nutný na pre financovanie investičných nákladov technického vybavenia farmy je zabezpečený pôžičkami spotrebiteľov vytvorením „*kruhu spotrebiteľov*“ okolo svojho pestovateľa.



---

Na začiatku budovania spoločenstva spotrebiteľov v systéme AgroKruh, je potrebné naplánovať svoju individuálnu spotrebu jednotlivých druhov zeleniny. Na tento účel je vypracovaný plánovací kalendár spotreby zeleniny. Je to „exelovská“ tabuľka do ktorej si každý záujemca uvedie svoju individuálnu požiadavku na druh množstvo a čas spotreby jednotlivých druhov zeleniny.

Po združení dostatočného počtu záujemcov (suma plánovanej spotreby zeleniny dosiahne čiastku min 24 000 EUR) sa záujemci – spotrebiteľia, stretnú so svojim pestovateľom a dohodnú sa na podrobnostiach. Keď dôjde k dohode, medzi pestovateľom a spotrebiteľmi, až od tohto momentu nastupuje potreba združenia finančných prostriedkov a formálna úprava legálnej podoby zabezpečenia realizácie spoločného zámeru – celoročnej dostupnosti čerstvej, druhovo pestrej, biologicky a nutrične hodnotnej zeleniny za spravodlivú cenu.

#### 4. Sociálna akceptovateľnosť systému AgroKruh

Z pohľadu sociálnej akceptovateľnosti systému AgroKruh, sú prioritne zohľadnené 2 aspekty.

Prvým je dôrazné uplatňovanie cenovej dostupnosti zeleniny v BIO triede kvality pre čo najširšiu spotrebiteľskú verejnosť. *Prakticky sa táto okolnosť prejavuje tým, že predajná cena zeleniny v BIO kvalite nesmie prevyšovať cenu konvenčne pestovanej zeleniny, bežne ponúkanej v obchodných reťazcoch.*

Druhým aspektom je preferencia organizačnej formy jednotlivých producentov v podobe malej rodinnej farmy, ktorá produkuje vopred dohodnutý sortiment zeleniny pre svoj okruh odberateľov. Táto okolnosť vylučuje negatívne prejavy konkurencie medzi pestovateľmi zapojenými do systému AgroKruh. Každý pestovateľ má svoj uzavretý kruh odberateľov, čo dáva predpoklad vzniku siete malých rodinných fariem združených do odbytového družstva realizujúceho logistické zabezpečenie distribúcie produkcie od pestovateľov k spotrebiteľom.

#### Záver

Poľnohospodárska prvovýroba sa líši od výroby neživých hmotných statkov najmä v tom, že jej produkty, miesto, prostredie, výrobné postupy ale aj samotný produkt, ktorým je živá hmota, sú tesnejšie zviazané s prírodou, prírodným prostredím alebo sú priamo jeho súčasťou. Na procesy ktoré sa pri poľnohospodárskej prvovýrobe využívajú, vplyva mnoho faktorov, ktoré nie sú predvídateľné ani často ani ovplyvniteľné.

Snaha „zefektívniť“ alebo „zjednodušiť“ tieto procesy, ktoré sa do stavu svojej optimálnosti a vyváženosti vyvíjali milióny rokov, s cieľom zlacniť výsledný produkt poľnohospodárskej prvovýroby napodobňovaním podmienok, ktoré sú v priemyselnej výrobe vecí neživých, znamenala vlastne znásilňovanie a odklon od optimálneho, vyváženého stavu, s neblahými dôsledkami tak na životné prostredie ako samotnú produkciu. Zdanlivo sa síce cena potravín znížila, pretože v supermarketoch je dostatok „cenovo výhodnej“ zeleniny, stále viac spotrebi-

---

teľov žiada zeleninu s prívlastkom „BIO“. A aj napriek tomu, sa z celkovej plochy ekologicky obhospodarovanej pôdy, zelenina pestuje na najmenšej výmere. Tento problém nemožno riešiť lepšími traktormi, alebo bio- prípravkami. Požadovanú kvalitu, možno zabezpečiť len zásadnejšou zmenou ktorá bude používať trvalo udržateľné pestovateľské postupy, teda také, ktorých mnohonásobne opakované použitie žiadnym spôsobom nepriaznivo neovplyvni ani výsledný produkt ani prostredie, kde sa pestuje.

System Agrokruh spĺňa všetky tieto požiadavky, pri prijateľnej ekonomickej efektívnosti a životaschopnosti celého procesu.

---

# PÔDNA BIODIVERZITA V KONTEXTE POLITICKÝCH ROZHODNUTÍ

## SOIL BIODIVERSITY IN THE CONTEXT OF POLITICAL DECISIONS

Beata Houšková

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva  
a ochrany pôdy, Trenčianska 55, 821 09 Bratislava*

---

### Abstrakt

Biodiverzita a pôdna biodiverzita patrí k základným predpokladom existencie života na Zemi. Je to veľmi citlivý systém vysoko závislý na jednotlivých svojich zložkách a narušenie jednej z nich môže viesť k vyhynutiu a prakticky aj vymiznutiu celej série ďalších zložiek. V Európe počet a rôznorodosť živočíšnych druhov na poľnohospodárskej pôde teda biodiverzita poľnohospodárskej pôdy výrazne klesá. Je to spôsobené celým radom príčin. Medzi najmarkantnejšie patria intenzifikácia poľnohospodárskej výroby, používanie pesticídov, rozoranie medzí a pestovanie monokultúr na veľkých plochách. Ľudstvo sa snaží o zachovanie a zastavenie poklesu biodiverzity pričom na to využíva medzinárodné, európske a národné legislatívne opatrenia.

### Abstract

Biodiversity and soil biodiversity are among the basic systems of life on Earth. It is a very sensitive system highly dependent on its individual components, and disruption of one of them can lead to the extinction of a number of other components. In Europe, the number and diversity of animal species on agricultural land – soil biodiversity is significantly declining. It is caused by a number of causes. Among the most striking are the intensification of agricultural production, the use of pesticides, the plowing of borders and the cultivation of monocultures in large areas. Mankind seeks to preserve biodiversity and halt its decline, using international, European and national legislation.

**Kľúčové slová:** biodiverzita, pôdna biodiverzita, CBD, stratégia EÚ, A2030

**Key words:** biodiversity, soil biodiversity, CBD, EÚ strategy, A2030

## Úvod

Svetový fond ochrany prírody definoval v roku 1989 biodiverzitu ako „bohatstvo života na Zemi, milióny rastlín, živočíchov a mikroorganizmov, vrátane génov, ktoré obsahujú, a ako zložité ekosystémy, ktoré vytvárajú životné prostredie“. Ovplyvňuje ju nadmorská výška, klíma, reliéf, dostupnosť vody, horninové podložie, pôda ale aj zásahy človeka. Biodiverzita je zastúpená na troch základných úrovniach:

- genetická (génová variabilita v rámci populácie alebo celého druhu)
- druhová (rozmanitosť na úrovni druhov)
- ekosystémová (rozmanitosť na úrovni spoločenstiev a ekosystémov)

Je to veľmi citlivý systém vysoko závislý na jednotlivých svojich zložkách a narušenie jednej z nich môže viesť k vyhynutiu a prakticky aj vymiznutiu celej série ďalších zložiek. Počet a rôznorodosť živočíšnych druhov na poľnohospodárskej pôde v Európe, teda biodiverzita poľnohospodárskej pôdy, výrazne klesá. Je to spôsobené celým radom príčin. Medzi najmarkantnejšie patria intenzifikácia poľnohospodárskej výroby, používanie pesticídov, rozoranie medzí a pestovanie monokultúr na veľkých plochách. Od roku 1990 klesli populácie vtáctva žijúceho na poľnohospodárskej pôde a lúčnych motýľov – ktoré sú dobrým ukazovateľom zmien – o viac než 30 % (EDA). Intenzívne poľnohospodárstvo viedlo k poklesu bohatstva a rozmanitosti prirodzenej vegetácie a následne aj k úbytku zvierat a zostáva hlavnou príčinou straty biodiverzity.



**Obrázok 1** Pokles biodiverzity poľnohospodárskej pôdy v dôsledku prechodu od extenzívneho po intenzívne poľnohospodárstvo (zdroj: EDA)

V januári 2020 Svetové ekonomické fórum klasifikovalo stratu biodiverzity ako jednu z piatich najväčších hrozieb, ktorým svet čelí, pokiaľ ide o pravdepodobnosť aj vplyv (WEF).

Ochrana biodiverzity a tým aj pôdnej biodiverzity je kľúčová úloha pre ľudstvo nielen na národnej, ale aj európskej a svetovej úrovni, preto vzniklo viacero dohovorov a stratégií na jej ochranu.

### Dohovor o biologickej diverzite

Dohovor o biologickej diverzite – The Convention on Biological Diversity (CBD) vstúpil do platnosti 29. decembra 1993. Jeho hlavnými cieľmi sú:

- ochrana biologickej rôznorodosti na všetkých úrovniach od genetickej, cez druhovú po ekosystémovú;
- trvalo udržateľné využívanie jej zložiek;
- spravodlivé a rovnocenné spoločné využívanie prínosov vyplývajúcich z používania genetických zdrojov (zdroj: CBD).

Strategický plán na plnenie cieľov CBD bol zostavený na roky 2011 až 2020 v Aiči (Aichy) a pozostáva z nasledujúcich bodov:

- Strategický cieľ A: Riešiť základné príčiny straty biodiverzity začleňovaním problematiky biodiverzity do politickej agendy a informovaním spoločnosti
- Strategický cieľ B: Znížiť priame tlaky na biodiverzitu a podporovať trvalo udržateľné využívanie
- Strategický cieľ C: Zlepšiť stav biodiverzity ochranou ekosystémov, druhov a genetickej diverzity
- Strategický cieľ D: Zvýšiť výhody biodiverzity a ekosystémových služieb pre všetkých
- Strategický cieľ E: Zlepšiť implementáciu prostredníctvom plánovania účasti, riadenia znalostí a budovania kapacít.

### **Implementácia Dohovoru o biodiverzite v SR**

Ako uvádza Ministerstvo životného prostredia SR základnými dokumentmi pre implementáciu Dohovoru v Slovenskej republike je Národná stratégia ochrany biodiverzity na Slovensku (1997), Aktualizovaná národná stratégia ochrany biodiverzity do roku 2020 (2014) a Akčný plán pre implementáciu opatrení vyplývajúcich z Aktualizovanej národnej stratégie ochrany biodiverzity do roku 2020 (2014). Slovensko sa aktívne hlási k aktuálnym stratégiám a dohovorom v rámci EÚ ako aj na svetovej úrovni.

### **Agenda udržateľného rozvoja – A2030 a biodiverzita**

Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj je súhrnom globálnych záväzkov, ktorými medzinárodné spoločenstvo reaguje na najzávažnejšie výzvy súčasnosti (OSN – UN). Zmena klímy, chudoba, zvyšujúce sa ekonomické a sociálne nerovnosti alebo neudržateľnosť prevládajúcich vzorcov výroby a spotreby sú komplexné a navzájom previazané problémy. Izolované zásahy a opatrenia preto strácajú účinnosť pri ich riešení. Agenda 2030 bola prijatá členskými štátmi Organizácie Spojených národov v roku 2015 a vyzýva štáty k spoločnému koordinovanému postupu pri riešení globálnych výziev. Spolu je vytvorených 17 cieľov udržateľného rozvoja, ktoré sa zameriavajú na rôzne zložky spoločnosti ako aj na životné prostredie pretože len v zdravom životnom prostredí sa môže ľudská spoločnosť zdravo rozvíjať. Udržateľný rozvoj je taký, ktorý nemá negatívny vplyv na spoločnosť ani na životné prostredie. Narušenie rovnováhy jednej zložky vždy vedie k narušeniu rovnováhy ostatných zložiek systému. Na tomto princípe funguje aj rozvoj ľudskej spoločnosti a ochrana životného prostredia. Ciele Agendy 2030 (A2030) sú na obrázku 2 (zdroj: Štatistický úrad SR).



**Obrázok 2** Udržateľné ciele A2030

Biodiverzita a tým aj pôdnej biodiverzity sa týka (okrem iných) najmä Cieľ 15 – Život na pevnine: „*Chrániť, obnovovať a podporovať udržateľné využívanie ekosystémov, udržateľne riadiť lesné hospodárstvo, bojovať proti znehodnocovaniu pôdy a zastaviť stratu biodiverzity*“. Na ochranu biodiverzity sú zamerané najmä jeho čiastkové ciele:

- 15.3 Do roku 2030 bojovať proti rozširovaniu púští, obnovovať znehodnotenú pôdu, vrátane území postihnutých rozširovaním púští, suchom či záplavami, usilovať sa o dosiahnutie sveta, v ktorom už nedochádza k degradácii pôdy.
- 15.4 Do roku 2030 zabezpečiť zachovanie horských ekosystémov, vrátane ich biodiverzity, aby sa zvýšila ich schopnosť poskytovať výhody nevyhnutné pre udržateľný rozvoj.
- 15.5 Prijatť neodkladné a dôrazné opatrenia na znižovanie degradácie prirodzeného prostredia, zastaviť straty v biodiverzite do roku 2030, chrániť a zabraňovať vyhynutiu ohrozených druhov.
- 15.6 Zabezpečiť spravodlivé rozdeľovanie prínosov vyplývajúcich z využívania genetických zdrojov a podporovať zodpovedajúci prístup k týmto zdrojom.
- 15.9 Do roku 2030 začleniť hodnotenie ekosystému a biodiverzity do národného i regionálneho plánovania, rozvojových procesov a stratégií na znižovanie chudoby.
- 15.a Mobilizovať a významne zvýšiť finančné prostriedky zo všetkých zdrojov na zachovanie a udržateľné využívanie biodiverzity a ekosystémov.

Strategické ciele z Aiči a strategické ciele A2030 sú vzájomne prepojené.

EÚ sa zaviazala zastaviť stratu biodiverzity. Úloha EÚ pri ochrane biodiverzity je kľúčová, pretože stanovuje environmentálne normy a spolufinancuje väčšinu poľnohospodárskych vý-

---

davkov členských štátov. V roku 2011 Komisia schválila „Stratégiu na zastavenie straty biodiverzity do roku 2020“. Zaviazala sa zvýšiť príspevok poľnohospodárstva a lesného hospodárstva k zachovaniu a posilneniu biodiverzity a jej cieľom bolo zaznamenať „merateľné zlepšenie“ stavu ochrany druhov a biotopov ovplyvnených poľnohospodárstvom. Na tento účel Komisia naplánovala vynaložiť v období 2014–2020 86 mld. EUR (približne 8 % dlhodobého rozpočtu EÚ) na biodiverzitu a ďalších 66 mld. EUR zo spoločnej poľnohospodárskej politiky.

Zameranie EÚ na zlepšenie biodiverzity a zastavenie jej poklesu na všetkých úrovniach, teda aj s ohľadom na pôdnu biodiverzitu, je nesporne pozitívny a potrebný cieľ. Stretáva sa však aj s určitými úskaliami ako ostatne každý pokrok, každý prechod na iné myslenie a konanie. Správa o hodnotení vplyvu Spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) na biodiverzitu, ktorú vypracoval Európsky dvor audítora (EDA), hovorí o pretrvávajúcich výzvach týkajúcich sa formulácie cieľov pre poľnohospodárstvo v stratégii EÚ v oblasti biodiverzity a schopnosti merať pokrok tejto stratégie. Zistilo sa, že biodiverzita poľnohospodárskej pôdy naďalej klesá a to napriek konkrétnym opatreniam SPP. Komisia a členské štáty uprednostňujú opatrenia na rozvoj vidieka s menším vplyvom (napr. medziplodiny alebo plodiny viažuce dusík), hoci niektoré požiadavky na priame platby, najmä ekologizácia a krížové plnenie, majú potenciál zlepšiť biodiverzitu. Audítori odporúčajú, aby Komisia podrobnejšie rozpracovala návrh svojej budúcej stratégie v oblasti biodiverzity, posilnila príspevok priamych platieb a opatrení na rozvoj vidieka k biodiverzite, presnejšie sledovala výdavky súvisiace s biodiverzitou a vypracovala spoľahlivé ukazovatele, ktoré sú vhodné na monitorovanie pokroku v oblasti biodiverzity poľnohospodárskej pôdy (EDA).

### **Budúce ciele**

Ďalšia významná iniciatíva EÚ, ktorá je v štádiu príprav, sa zameriava na životné prostredie a tým aj pôdnu biodiverzitu ako aj na dopestovanie zdravých potravín. Jedná sa o iniciatívu „Z farmy na stôl: naše potraviny, naše zdravie, naša planéta, naša budúcnosť“ (From farm to fork: Our food, our health, our planet, our future).

Ako informuje EURACTIV, ide o novú potravinovú stratégiu, ktorá má byť jedným z oporných bodov Európskej zelenej dohody (European Green Deal). To je nový klimatický plán, ktorý navrhla Európska komisia a ktorý má z Európy spraviť prvý klimaticky neutrálny kontinent do roku 2050. „Európski poľnohospodári a rybári zohrávajú zásadnú úlohu pri riadení transformácie,“ píše sa v dokumente, ktorý zatiaľ iba naznačuje základné smerovanie zeleného plánu. Stratégia z farmy na stôl má podporiť úsilie tých farmárov, ktorí majú záujem chrániť životné prostredie a biodiverzitu. Tu má byť kľúčovým nástrojom práve nová poľnohospodárska politika EÚ.

„Koronavírus nám ukázal, akí sme všetci zraniteľní a aké je dôležité obnoviť rovnováhu medzi ľudskou činnosťou a prírodou. Ústrednou myšlienkou stratégie v oblasti biodiverzity a stratégie „Z farmy na stôl“ v rámci Zelenej dohody je poukázať na novú a lepšiu rovnováhu medzi prírodou, potravinovými systémami a biodiverzitou, chrániť zdravie a kvalitné životné podmienky

---

*našich občanov a zároveň zvýšiť konkurencieschopnosť a odolnosť EÚ. Tieto stratégie zobhrávajú kľúčovú úlohu v dôležitom prechode na udržateľný systém, do ktorého sa práve púšťame (Frans Timmermans, výkonný podpredseda Európskej komisie k iniciatíve Z farmy na stôl).“*

Používanie pesticídov v poľnohospodárstve prispieva k znečisťovaniu pôdy, vody a ovzdušia. Komisia podnikne kroky s cieľom znížiť o 50 % používanie pesticídov do roku 2030. Nadbytok niektorých živín v životnom prostredí je jedným z hlavných zdrojov znečistenia ovzdušia, pôdy a vôd a má negatívny vplyv na biodiverzitu a klímu. Komisia podnikne kroky s cieľom znížiť stratu živín z pôdy o minimálne 50 %, znížiť mieru používania hnojív o minimálne 20 % a súčasne zabezpečiť, aby nedošlo k zhoršeniu úrodnosti pôdy. Tento cieľ sa má naplniť do roku 2030. Úsilie EK sa bude zameriavať aj na zlepšenie a zjednodušenie prechodu z konvenčného na ekologické spôsoby obhospodarovania pôdy, ktoré sú šetrné k životnému prostrediu. Komisia sa bude usilovať o rozšírenie oblastí s ekologickým poľnohospodárstvom s cieľom dosiahnuť, aby sa do roku 2030 25 % celkovej poľnohospodárskej pôdy v EÚ obhospodarovalo ekologickým spôsobom.

V máji 2020 Komisia uverejnila svoju stratégiu v oblasti biodiverzity do roku 2030. Nová „Stratégia EÚ pre biodiverzitu“ má za cieľ zriadiť do roku 2030 chránené územia na najmenej 30 % rozlohy európskej krajiny a 30 % rozlohy európskych morí. Ďalej bude vo zvýšenej miere chrániť zostávajúce pôvodné a staré lesné porasty, zvyšovať plochu ekologicky obrábanej pôdy (25% z celkovej plochy), má za cieľ zastaviť úbytok a zabezpečiť obnovu počtu opelovačov, sanovať najmenej 25 000 km riek a premeniť ich na voľne tečúce vody (napr. bez vodných elektrární), znížiť používanie škodlivých pesticídov o 50% a vysadiť 3 miliardy stromov. Toto všetko sú ciele EÚ do roku 2030. Na tieto ciele, ale hlavne so zreteľom na biodiverzitu, plánuje EÚ použiť 20 miliárd Eur každoročne pomocou rôznych platobných schém za využitia zdrojov EÚ ako aj národných a súkromných zdrojov. EÚ má ambíciu stať sa svetovým lídrom v oblasti ochrany a sanácie biodiverzity a tým aj pôdnej biodiverzity.

Pre vedcov sa otvárajú nové možnosti výskumu v rámci výzvy Horizont – Europe na roky 2021 až 2027, ktorá nasleduje po výzve H 2020. Výskum bude zameraný aj na biodiverzitu a tým aj na pôdnu biodiverzitu. V novej výzve ide hlavne o priame prepojenie výskumu s praxou.

## **Podakovanie**

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-15–0160.



---

## Použitá literatúra

*Convention on biological diversity (CBD)* <https://www.cbd.int/intro/>

EURACTIV. *Z Farmy na stôl: Nová potravinová stratégia EÚ zabúda na nadmernú spotrebu mäsa.* <https://euractiv.sk/section/ekonomika-a-euro/news/z-farmy-na-stol>

Európsky dvor audítorov. *Osobitná správa EDA podľa článku 287 ods. 4 druhého pododseku ZFEÚ.* <https://www.eca.europa.eu/sk/Pages/DocItem.aspx?did=53892>

Ministerstvo životného prostredia SR. *Dohovor biodiverzita.* <https://www.minzp.sk/ochrana-prirody/medzinarodne-dohovory/dohovor-biodiverzite/>

Štatistický úrad Slovenskej republiky. *Slovenská republika a ciele udržateľného rozvoja AGENDY 2030.* [https://phf.euba.sk/www\\_write/files/slides/2017-11-13-Agenda-2030.pdf](https://phf.euba.sk/www_write/files/slides/2017-11-13-Agenda-2030.pdf)

United Nations (OSN). *The sustainable development agenda.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>

*World Economic Forum (WEF), 2020.* <https://www.weforum.org/>

---

# PÔDA A JEJ POSTAVENIE V AGROEKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽBÁCH

## SYNERGIES AND COMPROMISES OF AGROECOSYSTEM SERVICES

Jarmila Makovníková

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva  
a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica.*

---

### Abstrakt

Cieľom príspevku je poukázať na význam pôdy a jej postavenie v agroekosystémových službách. Pôda sa významnou mierou podieľa na plnení ekosystémových služieb prostredníctvom funkcií. Tie prinášajú priamy ako aj nepriamy úžitok pre ľudí. Z funkcie pôdy je odvodená služba, ako prospešný tok plynúci z prírodných kapitálových zásob a naplňajúci ľudské potreby. Dôsledkom tlaku na pôdu dochádza k zníženiu kapacity pôdy poskytovať ekosystémové služby. Ochrana pôdy pred degradačnými procesmi preto znamená aj ochranu agroekosystémových služieb. Len zdravá pôda, ktorá plní všetky svoje funkcie v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia, je základným predpokladom pre stabilitu ekosystému a je aj základným predpokladom udržateľného poľnohospodárstva.

### Abstract

The aim of the paper is to point out the importance of soil and its position in agroecosystem services. Soil plays an important role in the fulfilment of ecosystem services through functions. These bring direct and indirect benefits to people, meeting their needs. The function of the soil is a service derived as a beneficial flow from natural capital reserves and fulfilling human needs. As a result of the pressure applied on soil, soil capacity to provide ecosystem services is reduced. Protecting the soil from degradation processes therefore also means protecting agroecosystem services. Only healthy soil, which performs all its functions to the optimum extent in a particular way of its use, is an essential prerequisite for ecosystem stability and is also an essential prerequisite for sustainable agriculture.

Význam pôdy bol donedávna zdôrazňovaný najmä vo vzťahu k procesom tvorby primárnej produkcie, poskytovania biomasy na potravinové účely. Vo svetle súčasných poznatkov a prístupov, pôda začína byť doceňovaná aj z pohľadu účasti či samotného poskytovania rôznych ekosystémových služieb. V terestriálnych ekosystémoch väčšina ekosystémových služieb po-

---

chádza práve z pôdnych funkcií vo väčšom či menšom rozsahu závislých od interakcií medzi organizmami, organickou a minerálnou frakciou pôdy (Kibblewhite *et al.*, 2008). Pôda ako prírodný kapitál predstavuje základ pre hodnotenie potenciálu a následne pre tok ekosystémových služieb (Vačkář *et al.*, 2013).

Vlastnosti pôdy sú odrazom vplyvu špecifického typu pôdotvorného procesu prebiehajúceho pod určitou vegetáciou pri určitom využívaní pôdy. Sú podmienkou alebo súčasťou procesov prebiehajúcich v pôde (napr. procesy rozkladu či syntézy). Vo vzťahu k ekosystémovým službám delí Dominati (Dominati *et al.*, 2010) pôdne procesy na podporné a degradačné. K podporným procesom patria procesy základných biogeochemických cyklov prvkov prebiehajúcich v pôde, z ktorých najdôležitejšie sú cykly uhlíka, dusíka, fosforu a síry ako aj draslíka, vápnika a horčíka. Jednotlivé prvky ako aj ich obsah v pôde sú výsledkom vývoja pôdy, pôsobenia pôdotvorných faktorov a využívania pôdy. V prirodzenom ekosystéme sa obsah prvkov udržiava na relatívne ustálenej hladine.

Pôda je však vystavená aj mnohým procesom degradácie. Degradácia môže byť prirodzená, alebo zapríčinená človekom. Niektoré procesy vedúce k degradácii pôdy prebiehajú v prírode prirodzene, človek ich však svojimi aktivitami môže podporiť (napr. erózia pri nevhodnom obrábaní pôdy). K hlavným degradačným procesom pôdy patrí acidifikácia, salinizácia, kontaminácia, erózia, kompakcia, strata organickej hmoty a strata biodiverzity.

Interakcie medzi zložkami pôdy umožňujúcimi tok látok a energie sa prejavujú ako pôdne funkcie.

Funkcia pôdy je jej schopnosť zabezpečiť alebo podieľať sa na niektorých ekologických, environmentálnych a sociálno-ekonomických javoch odohrávajúcich sa v životnom prostredí (Bedrna, 2002). Existuje mnoho vymedzení a triedení pôdnych funkcií v prácach Bluma (1990), Bujnovského *et al.* (2009), Bujnovského a Jurániho (1999); De Groota (2002). Zo širšieho, nielen poľnohospodárskeho hľadiska, Blum (1990) uvádza 6 pôdnych funkcií vo vzťahu k ochrane pôdy, produkcia biomasy, filtračná, pufrčná a transformačná funkcia, génová rezerva a biologické stanovište pre rastliny a živočích, priestor pre rozvoj infraštruktúry, zdroj neobnoviteľných surovín (štrky, piesky, tehliarske hliny, rašelina, lignit) a zdroj archeologických a paleontologických nálezov. Podobné rozdelenie uvádza vo svojej práci aj Loveland a Thompson (2002). Návrh rámcovej smernice EÚ pre ochranu pôdy (European Commission, 2006) kategorizuje ekologické, socioekonomické a kultúrne funkcie pôdy, bližšie určené nasledovne:

- produkcia biomasy,
- akumulácia, filtrácia a transformácia živín, látok a vody,
- rezervoár uhlíka (vo vzťahu k riešeniu problému klimatickej zmeny),
- rezervoár biodiverzity (prostredie pre živočích, druhy a gény),
- fyzické a kultúrne prostredie pre ľudí a ľudské aktivity,
- zdroj surovín,
- uchovávanie geologického a archeologického dedičstva.

Pôda sa významnou mierou podieľa na plnení ekosystémových služieb práve prostredníctvom funkcií. Tie prinášajú priamy ako aj nepriamy úžitok pre ľudí, čím naplňujú ich potreby. Z funkcie pôdy je odvodená **služba, ako prospešný tok plynúci z prírodných kapitálových zásob a naplňujúci ľudské potreby**. Podľa Dominatiho *et al.* (2010) sa pôda podieľa na zabezpečovaní zásobovacích ekosystémových služieb (produkciu biomasy, zdroji surovín), zabezpečení fyzického prostredia, regulačných (filtračných, regulácii záplav, biologickej regulácii, recyklácii odpadov, akumulácii uhlíka a kultúrnych ekosystémových služieb (rekreácii, estetických hodnotách, poznatkovej základni). Podiel jednotlivých funkcií pôdy na rôznych ekosystémových službách s priamym alebo nepriamym úžitkom uvádza tabuľka 1.

Zdravá pôda, ktorá plní všetky svoje funkcie v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia, je základným predpokladom pre stabilitu ekosystému a je aj základným predpokladom udržateľného poľnohospodárstva. Poľnohospodárskou produkciou by nemali byť dotknuté iné ekosystémové služby, ktoré ľudia potrebujú z poľnohospodárskej krajiny (Kibblewhite *et al.*, 2008). Integrovaný rámec pre konsolidáciu komplexných informácií pre-pájajúci informácie o multifunkčnosti pôdy naviazané na poskytovanie ekosystémových služieb vo väzbe na udržateľné obhospodarovanie pôdy je základom optimalizácie hospodárenia s pôdou na miestnej, regionálnej aj národnej úrovni (Dominati *et al.*, 2014).

**Tabuľka 1** Funkcie pôdy a ich priamy alebo nepriamy podiel na plnení ekosystémových služieb (Tóth *et al.*, 2013)

Funkcia pôdy	Podiel	Ekosystémové služby			Podporné procesy
		Zásobovacie	Regulačné	Kultúrne	
Produkcia biomasy	priamy	×			
	nepriamy		×	×	×
Filtračná, pufračná a transformačná funkcia	priamy		×		
	nepriamy	×			×
Prostredie pre biodiverzitu	priamy				×
	nepriamy	×	×	×	
Fyzické a kultúrne prostredie pre ľudí a ich aktivity	priamy			×	×
	nepriamy				
Zásobáreň uhlíka	priamy		×		
	nepriamy	×			×
Zdroj surovín	priamy	×			
	nepriamy				

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.

OSN vyhlásila rok 2015 za Medzinárodný rok pôdy. Pôdy na planéte hrozivo rýchlo ubúda, pričom ani Slovensko nie je výnimkou (Sobocká, 2015). Rozširovanie urbanizovaných území na úkor poľnohospodárskych území spolu s tlakom intenzifikácie sa odrážajú v zhoršovaní stavu kvantity a kvality pôdy a znižovaní jej biodiverzity. **Dôsledkom tlaku na pôdu dochádza k zníženiu kapacity pôdy poskytovať ekosystémové služby.**

Podľa Sobockej (2015) sú **tri základné ohrozenia pôdy, a to zábery a nepriepustné pokrytie pôdy (tlak na kvantitu), degradácia pôdy (tlak na kvalitu) a globálne ohrozenia.**

**Zábery pôd** predstavujú rozširovanie urbanizovaných území na úkor poľnohospodárskych i lesných území. Nepriepustné pokrytie pôdy umelým materiálom ako je napríklad asfalt, betón, dlažba je súčasťou záberov pôd (Sobocká, 2015). Spôsobuje stratu väčšiny pôdných funkcií, jej zastavanie vedie k úplnej a nenávratnej strate pôdy ako prírodného zdroja.

Degradácia pôdy je znižovanie kvantitatívnych a kvalitatívnych vlastností pôdy. Podľa zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy je degradácia pôdy fyzikálne, chemické a biologické poškodenie a znehodnotenie poľnohospodárskej pôdy, ako je vodná erózia a veterná erózia, zhutnenie, acidifikácia, kontaminácia rizikovými látkami, škodlivými rastlinnými organizmami, živočíšnymi organizmami a mikroorganizmami, zníženie obsahu humusových látok v pôde, obmedzenie tvorby mikrobiálnej biomasy a neprirodzené zníženie biologickej aktivity v pôde. Z ekonomických sektorov sa na degradácii pôdy najviac podieľa intenzívne poľnohospodárstvo, priemysel, energetika, doprava a stavebníctvo. Degradáčne procesy v pôde a ich priamy alebo nepriamy vplyv na plnení ekosystémových služieb je uvedený v tabuľke 2 (Dominati *et al.*, 2010, 2014, Griffiths *et al.*, 2011, Orwin a Wardle, 2004, Kanianska *et al.* 2016, Makovníková *et al.*, 2017). Degradácia prírodného kapitálu, pôdy znamená aj degradáciu ekosystémových služieb (Dominati *et al.*, 2010).

**Tabuľka 2** Degradáčne procesy v pôde a ich priamy alebo nepriamy vplyv na plnení ekosystémových služieb

Degradáčny proces	Vplyv	Ekosystémové služby			Podporné procesy
		Zásobovacie	Regulačné	Kultúrne	
Acidifikácia	priamy	×	×		
	nepriamy				×
Salinizácia	priamy	×	×		
	nepriamy				×
Kontaminácia	priamy	×	×		×
	nepriamy			×	
Strata organickej hmoty	priamy	×	×		
	nepriamy				
Úbytok živín	priamy	×			
	nepriamy		×		

Degradáčny proces	Vplyv	Ekosystémové služby			Podporné procesy
		Zásobovacie	Regulačné	Kultúrne	
Erózia	priamy	×			×
	nepriamy				
Kompakcia	priamy	×	×		
	nepriamy				×
Strata biodiverzity	priamy			×	
	nepriamy	×	×		×

Ochrana pôdy pred degradačnými procesmi znamená aj ochranu agroekosystémových služieb.

**Globálne ohrozenia** ako sú dopady klimatickej zmeny, môžu mať za následok stratu biodiverzity a dezertifikáciu (Sobocká, 2015). Dôsledkom klimatickej zmeny sa rozširujú územia postihnuté suchom alebo extrémnymi udalosťami (prívalové dažde, povodne). Zvyšovanie priemernej teploty vzduchu podmieňuje tiež šírenie patogénov, ako aj lepšie prezimovanie poľnohospodárskych škodcov, čo súvisí s vyšším stupňom chemizácie v poľnohospodárskej výrobe. Vo svete bolo identifikovaných dvanásť hlavných syndrémov globálnej zmeny, pomenovaných podľa oblastí, pre ktoré sú typické a priamo alebo nepriamo sa týkajú aj pôdy. Pôda sa významnou mierou podieľa na plnení ekosystémových služieb prostredníctvom funkcií. Tie prinášajú priamy ako aj nepriamy úžitok pre ľudí, čím napĺňajú ich potreby. Z pôdných funkcií je odvodená ekosystémová služba, ako prospešný tok plynúci z prírodných kapitálových zásob a napĺňajúci ľudské potreby. Agroekosystémové služby (ekosystémové služby naviazané na prírodný kapitál, pôdu) delí Dominati *et al.* (2010) do troch základných skupín, a to zásobovacie, regulačné a kultúrne služby. Koncept ekosystémových služieb (Heines-Yyoung *et al.*, 2012) prináša nový pohľad na problematiku efektívneho využívania prírodných zdrojov z pohľadu multifunkčnosti a tým sa stáva vhodným nástrojom pre zabezpečenie udržateľnosti systémov poľnohospodárskej výroby. Pôda podmieňuje mnohé ekosystémové služby a odráža sa na nej aj konflikt ich spolupôsobenia. Napríklad plnenie zásobovacích služieb je často v konflikte s plnením regulačných či kultúrnych služieb (Smith *et al.*, 2015, Zhang *et al.* 2007, Flynn *et al.* 2009, Frank *et al.*, 2012, Makovníková *et al.* 2017). Vysokú produkciu biomasy je často možné dosiahnuť len na úkor jej znečistenia ťažkými kovmi alebo organickými polutantmi 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 (Makovníková *et al.*, 2019).

---

## Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0098-12 a zmluvy č. APVV-15-0160.

## Literatúra

- BEDRNA, Z. 2002. *Environmentálne pôdoznanectvo*. VEDA vydavateľstvo SAV, 2002, 352 s., ISBN 80-224-0660-0.
- BLUM, W.E.H. 1990. The challenge of soil protection in Europe. In *Environ. Conserv.*, 17, 1990, p. 72-74.
- BUJNOVSKÝ, R. – JURÁNI, B. 1999. *Kvalita pôdy – jej vymedzenie a hodnotenie*. Bratislava VÚPOP, 1999, 42 s. ISBN 80-85361-49-3.
- BUJNOVSKÝ, R. – BALKOVIČ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – VILČEK, J. 2009. *Hodnotenie a oceňovanie ekologických funkcií poľnohospodárskych pôd Slovenska*. Bratislava: VÚPOP, 72 p. ISBN 978-80-89128-56-3.
- BUJNOVSKÝ, R. – VILČEK, J. – BLAAS, G. – SKALSKÝ, R. – BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BALKOVIČ, J. – PÁLKA, B. 2011. *Hodnotenie kapacít pôdy a efektov z jej využívania*. VUPOP Bratislava, 70 str., ISBN 978-80-89128-83-9.
- DE GROOT, R. S. – WILSON, M. A. – BOUMANS, R. M. J. 2002. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*, 41, pp. 393-408.
- DOMINATI, E. – PATTERSON, M. – MACKAY, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils'. *Ecological Economics*, 69, pp. 1858-1868.
- DOMINATI, E. J. – MACKAY, A. – LYNCH, B. – HEATH, N. – MILLNER, I. 2014. An ecosystem services approach to the quantification of shallow mass movement erosion and the value of soil conservation practices. *Ecosys. Serv.* 9, 204–215. doi: 10.1016/j.ecoser.2014. 06. 006
- HAINES-YOUNG, R. – POTSCHIN, M. – KIENAST, F. 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators* 21, 39–53.
- FLYNN, D. F. B. – M. GOGOL-PROKURAT, T. – NOGEIRE, N. – MOLINARI, B. – TRAUTMAN RICHERS B.B. – LIN, S. – NICHOLAS, M. – M. MAYFIELD – F. DECLERC. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12:22–33.
- FRANK, S. – FÜRST, C. – KOSCHKE, L. – MAKESCHIN, F. 2012. A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics. *Ecological Indicators* 21:30–38.
- GRIFFITHS, R. I. – THOMSON, B. C. – JAMES, P. – BELL, T. – BAILEY, M. – WHITELEY, A. S. The bacterial biogeography of British soils, *Environ. Microbiol.* 13, 1642–1654, 2011
- KANIANSKA, R. – JAĎUĐOVÁ, J. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – KIZEKOVÁ, M. – TOMAŠKIN, J. (2016). *Ekosystémové služby*. Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2016, 244 s. – ISBN 978-80-557-1129-4.

- 
- KIBBLEWHITE, M. G. – TITZ, K. – SWIFT, M. J. 2008. *Soil health in agricultural systems*. Philosophical Transactions of the Royal Society, London B, 363: 685-701.
- LOVELAND, P. J. – THOMPSON, T. R. E. (eds) 2002. Identification and Development of a Set of National Indicators for Soil Quality. *Environment Agency Research and Development Technical Report P5-053/2/TR*. Environment Agency, Bristol.
- MAKOVNÍKOVÁ J. – KIZEKOVÁ M. – KANIANSKA R. The ecosystem services supplied by soil in relation to land use. *Hungarian Geographical Bulletin*, No 1, 2017, 1-6, ISSN 2064-5031, E-ISSN 2064-5147
- MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – ŠIRÁŇ, M. – KANIANSKA, R.. – KIZEKOVÁ, M. 2019. The potential of regulating ecosystem service – filtering potential for inorganic pollutants – supplied by soils of Slovakia. *Hungarian Geographical Bulletin*. 68 2019 (2) 177-185
- DOI: 10.15201/hungeobull.68. 2. 5 ORWIN, K. H. – WARDLE, D. A. 2004. A new index for quantifying the resistance and resilience of soil biota to exogenous disturbance. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 1907–1912
- SMITH, P. – COTRUFO, M. F. – RUMPEL, C. – PAUSTIAN, K. – KUIKMAN, P. J. – ELLIOTT, J. A. – MCDOWELL, R. – GRIFFITHS, R. I. – ASAKAWA, S. – BUSTAMANTE, M. – HOUSE, J. I. – SOBOCKÁ, J. – HARPER, R. – PAN, G. – WEST, P. C. – GERBER, J. S. – CLARK, J. M. – ADHYA, T. – SCHOLES, R. J. – SCHOLES, M. C. 2015. *Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils SOIL*, 1, 665–685, 2015
- SOBOCKÁ, J. 2015. Medzinárodný rok pôdy 2015. In *Zborník vedeckých prác*. Zvolen: Ústav ekológie lesa SAV, 2015, s. 4-9. ISBN 978-80-89408-20-7. Dostupné na internete: <http://www.savzv.sk/domain/b6/files/konferencie/ssplpvv/zbornik-zvolen.pdf>.
- TÓTH, G. – BÓDIS, K. – IVITS, E., AKSOY, E. – JONES, A., JEFFREY, S. – PETURSDOTTIR, T. – MONTANARELLA, L. 2013. Continental-scale assessment of provisioning soil functions in Europe. *Ecological Processes* 2013, 2:32, DOI: 10.1186/2192-1709-2-32.
- VAČKÁR, D. – FRÉLICOVÁ, J. – LORENCOVÁ, E. – PÁRTL, A. – HARMÁČKOVÁ, Z. – LOUČKOVÁ B. 2013. *Methodological framework for integrated assessment of ecosystem services in Czech Republic*. Akademie ved ČR, 2013, 26 pp. (in Czech).
- ZHANG, W. – RICKETTS, T.H. – KREMEN, C. – CARNEY, K. – SWINTON, S.M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253-260.



---

# DLHODOBÝ VPLYV ROZDIELNEHO OBRÁBANIA NA PÔDNY UHLÍK, DUSÍK A PÔDNU REAKCIU

## LONG TERM EFFECTS OF DIFFERENTIATED TILLAGE ON SOIL CARBON, NITROGEN AND SOIL REACTION

Božena Šoltysová, Martin Danilovič

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie*

*Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce*

*mail: bozena.soltysova@nppc.sk; martin.danilovic@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Vývoj zmien pôdnych vlastností je najlepšie pozorovateľný pri ich hodnotení v dlhšom časovom rade. V rokoch 2009–2017 sa v ornici fluvizeme glejovej sledovali zmeny vybraných pôdnych indikátorov pri rozdielnom obrábaní (konvenčná agrotechnika, redukovaná agrotechnika, priama sejba). Pôdne vzorky pre stanovenie parametrov pôdy boli odoberané v jesennom období po zbere plodiny z hĺbky 0,0–0,3 m. Vývoj vybraných pôdnych parametrov v časovom rade bol posúdený trendovou analýzou. Lineárny trend vývoja pôdneho organického uhlíka pri priamej sejbe poukázal na jeho ročné zvýšenie o 0,073 g.kg<sup>-1</sup> (0,33 t.ha<sup>-1</sup>) a na udržanie jeho obsahu pri konvenčnej agrotechnike. Z trendu vývoja celkového dusíka pri diferencovanom obrábaní pôdy bolo zistené ročné zvýšenie celkového dusíka v pôde a z vývoja pôdnej reakcie udržanie ich súčasných hodnôt.

### Abstract

The development of changes in soil properties is most observable in the evaluation in a longer time series. Changes in selected soil indicators were monitored in Gleyic Fluvisols topsoil with different tillage (conventional tillage, reduced tillage, no-tillage) in 2009–2017. To determine the soil parameters, soil samples were taken from a depth of 0.0–0.3 m in the autumn after harvesting. The development of selected soil parameters in the time series was evaluated by trend analysis. The linear trend estimation of soil organic carbon in no-tillage indicated its annual increase of 0.073 g kg<sup>-1</sup> (0.33 t ha<sup>-1</sup>) and its preservation in conventional tillage. From the trend analysis of total nitrogen in different soil tillage was found, the annual increase of the total nitrogen in the soil and from the trend analysis of the soil reaction the maintenance of its current values.

---

**Kľúčové slová:** fluvizem glejová, parametre pôdy, obrábanie, trendová analýza  
**Keywords:** Gleyic Fluvisols, soil parameters, tillage, trend analysis

## Úvod

Pre podmienky Slovenska bola pred sejbou poľných plodín typická konvenčná príprava pôdy spojená s orbou, ktorá ovplyvňuje viaceré pôdne vlastnosti. Za významnú alternatívu konvenčných technológií využívajúcich orbu sú považované pôdoochranné technológie, ktoré sa v posledných desaťročiach častejšie uplatňujú nielen na stredne ťažkých pôdach, ale tiež na pôdach ťažkých a aj v oblastiach s menej priaznivými pôdnymi a klimatickými podmienkami.

Pri nižšej úrovni zásahu do obrábania pôdy, teda pri minimálnom narušení povrchovej vrstvy pôdy, dochádza k poklesu uvoľňovania uhlíka z pôdy. Využívanie pôdoochranných pestovateľských systémov podporí zvýšenie koncentrácie organického uhlíka v pôde. Najradikálnejšou, ale energeticky najmenej náročnou technológiou je priama sejba do neoranej pôdy. Mnohí autori (Domínguez *et al.*, 2009, Tian *et al.*, 2016) zistili, že konverzia z klasickej agrotechniky na bezorbovú zvyšuje zásobu uhlíka v pôde. Súčasný stav kvality poľnohospodárskej pôdy je nielen výsledkom prirodzeného vývoja, ale aj produktom činnosti človeka. V súvislosti s udrжанím kvality pôdy a jej úrodnosti je potrebné sledovať aj zmeny pôdnej reakcie a v prípade potreby realizovať nápravné opatrenia (Joris *et al.*, 2016).

Posúdiť vplyv realizovaného hospodárenia na pôde na vlastnosti pôdy umožňujú viacročné časové rady. Časové rady poskytujú objektívnejší pohľad na hodnotenie vývoja určitej pôdnej vlastnosti. Podľa Chajdiaka (2005) časový rad predstavuje množinu hodnôt hodnoteného parametra, ktorá je usporiadaná v čase.

Cieľom práce je poukázať na zmeny vybraných chemických vlastností ťažkej fluvizeme glejovej v dlhšom časovom rade.

## Materiál a metódy

V rokoch 2009–2017 sa v ornici fluvizeme glejovej sledovali zmeny vybraných pôdnych vlastností pri rozdielnej príprave pôdy. Poľný pokus bol založený NPPC – Výskumným ústavom agroekológie Michalovce na experimentálnom pracovisku v Milhostove, ktoré sa nachádza v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny, v nadmorskej výške 101 m, v klimatickom regióne T3. Hodnotená fluvizem glejová (Kolektív, 2000) je pôda ťažká, ílovito-hlinitá s priemerným obsahom ílovitých častíc (častice < 0,01 mm) 51,4 %.

Sled pestovaných plodín v sledovaných rokoch bol nasledovný: kukurica siata na zrno (2009) – jačmeň siaty jarný (2010) – sója fazuľová (2011) – pšenica letná forma ozimná (2012) – kukurica siata na zrno (2013) – jačmeň siaty jarný (2014) – sója fazuľová (2015) – pšenica letná forma ozimná (2016) – kukurica siata na zrno (2017). V pokusoch boli sledo-

vané tri rozdielne spôsoby obrábania pôdy: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba do neobrábanej pôdy. Pokusy boli založené v trojnásobnom opakovaní v prirodzených podmienkach bez závlahy a boli usporiadané blokovou metódou s náhodným usporiadaním variantov. Veľkosť každého variantu bola 276 m<sup>2</sup> (6 m x 46 m). Pestované plodiny na všetkých troch variantoch obrábania boli hnojené NPK hnojivami.

Pôdne vzorky boli odoberané každoročne po zbere plodín z hĺbky 0–0,3 m. V spracovaných vzorkách pôdy boli stanovené vybrané chemické parametre pôdy štandardne používanými metódami (Hraško *et al.*, 1962; Hrivňáková, Makovníková *et al.*, 2011). Vývoj vybraných pôdnych parametrov v časovom rade bol posúdený trendovou analýzou. Použil sa lineárny trend, pri ktorom koeficienty boli odhadnuté lineárnou rovnicou  $y = a \cdot x + b$  (Chajdiak, 2005), na základe ktorej sa dá predpokladať hlavný trend vývoja vybraných charakteristík fluvizeme glejovej. Sledoval sa trend určujúci hlavný smer vývoja organického uhlíka, celkového dusíka a výmennej pôdnej reakcie v 9-ročnom časovom rade. Časové rady boli zobrazené spojnicovými grafmi. Vzájomné vzťahy medzi pôdnymi parametrami boli zhodnotené korelačnou analýzou.

## Výsledky a diskusia

Hodnotený sled plodín je z 2/3 tvorený plodinami (pšenica, jačmeň, sója) s indiferentným vplyvom na ročné straty uhlíka z pôdy (4,27 t.ha<sup>-1</sup> pre fluvizeme glejové – stredne produkčné pôdy) a 1/3 predstavuje kukurica, plodina, ktorá je z pohľadu strát uhlíka z pôdy agresívna. Pri kukurici sa ročné straty uhlíka z pôdy zvyšujú na 4,70 t.ha<sup>-1</sup> (platí pre hodnotené fluvizeme glejové). Uvedené plodiny, resp. ich vedľajšie úrody vrátane koreňov sú v hodnotenom systéme jediným zdrojom uhlíka. Pri jačmeni i sóji platí, že v daných pôdno-klimatických podmienkach nedokážu vyprodukovať množstvo organického materiálu postačujúce na pokrytie ročných strát uhlíka z pôdy. Rovnako i v prípade pšenice platí, že zabezpečenie vyrovnanej bilancie uhlíka je skôr ojedinelé. Dosiahnutie vyrovnanej bilancie uhlíka pri pšenici ozimnej je limitované úrodou zrna 5,8 t.ha<sup>-1</sup>, čo je v daných pôdno-klimatických podmienkach skôr ojedinelé. Kladnú bilanciu uhlíka dokáže zabezpečiť a v existujúcich podmienkach aj zabezpečuje kukurica už pri úrode 7,8 t.ha<sup>-1</sup>.

Obsah pôdneho organického uhlíka sa v deväťročnom časovom období vyskytoval v rozpätí 13,66±0,18 g.kg<sup>-1</sup> až 15,53±1,36 g.kg<sup>-1</sup> (Tab. 1). Po prepočte organického uhlíka na humus bolo zistené, že monitorované fluvizeme glejové mali strednú zásobu humusu.

Trend vývoja obsahu pôdneho organického uhlíka bol vyjadrený lineárnou rovnicou  $y = -0,0022x + 14,299$  pre konvenčnú agrotechniku,  $y = -0,0507x + 15,173$  pre redukovanú agrotechniku a  $y = 0,0733x + 14,638$  pre priamu sejbu a je zobrazený na obrázku. 1. Z vývoja obsahu pôdneho organického uhlíka v rokoch 2009 až 2017 vyplýva trend jeho zvýšenia pri priamej sejbe. Lineárny trend poukazuje na ročné zvýšenie obsahu pôdneho

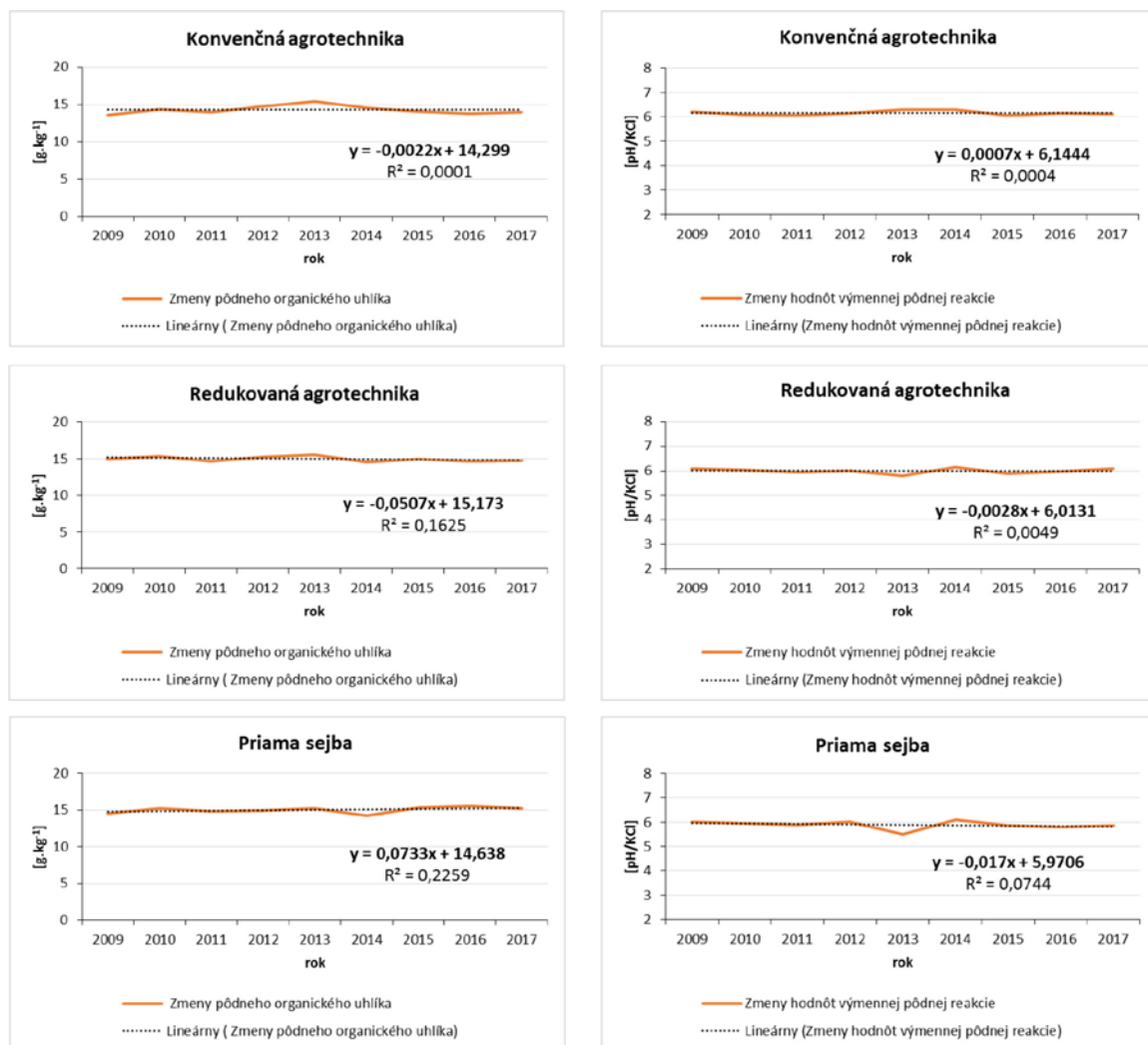
organického uhlíka o  $0,073 \text{ g.kg}^{-1}$ , čo v prepočte na obsah organického uhlíka v ornici do 0,3 m predstavuje nárast o  $0,33 \text{ t.ha}^{-1}$ . Naznačený trend množstva pôdneho organického uhlíka indikuje možnosť sekvestrácie uhlíka po konverzii z klasickej agrotechniky na bez-orebné spracovanie pôdy (Álvaro-Fuentes a Paustian, 2011).

**Tabuľka 1** Zmeny vybraných parametrov pôdy pri rozdielnom obrábaní

Parameter	Rok	Spôsob obrábania		
		KA	RA	PS
Pôdny organický uhlík [g.kg <sup>-1</sup> ]	2009	13,63 ± 0,18	14,93 ± 0,24	14,49 ± 0,29
	2010	14,40 ± 0,37	15,28 ± 0,35	15,20 ± 0,18
	2011	13,93 ± 0,21	14,62 ± 0,31	14,81 ± 0,25
	2012	14,73 ± 0,45	15,21 ± 0,25	14,92 ± 0,21
	2013	15,42 ± 0,25	15,51 ± 0,35	15,25 ± 0,31
	2014	14,58 ± 0,49	14,53 ± 0,80	14,25 ± 0,43
	2015	14,12 ± 0,56	14,88 ± 0,90	15,35 ± 0,45
	2016	13,76 ± 0,75	14,60 ± 1,42	15,53 ± 1,36
	2017	14,02 ± 0,41	14,72 ± 0,23	15,24 ± 0,63
Celkový dusík [mg.kg <sup>-1</sup> ]	2009	1410 ± 37	1483 ± 27	1447 ± 55
	2010	1340 ± 58	1473 ± 52	1523 ± 36
	2011	1337 ± 39	1430 ± 53	1463 ± 44
	2012	1557 ± 141	1617 ± 40	1527 ± 74
	2013	1480 ± 92	1703 ± 82	1737 ± 80
	2014	1480 ± 78	1550 ± 71	1440 ± 57
	2015	1603 ± 88	1700 ± 91	1577 ± 79
	2016	1511 ± 16	1565 ± 152	1500 ± 81
	2017	1554 ± 216	1583 ± 112	1555 ± 35
Výmenná pôdna reakcia pH/KCl	2009	6,19 ± 0,07	6,09 ± 0,05	6,00 ± 0,03
	2010	6,08 ± 0,08	6,04 ± 0,04	5,94 ± 0,04
	2011	6,05 ± 0,06	5,95 ± 0,06	5,90 ± 0,07
	2012	6,13 ± 0,09	6,00 ± 0,02	6,01 ± 0,01
	2013	6,28 ± 0,06	5,80 ± 0,08	5,51 ± 0,18
	2014	6,30 ± 0,11	6,16 ± 0,20	6,11 ± 0,11
	2015	6,05 ± 0,06	5,89 ± 0,16	5,85 ± 0,08
	2016	6,13 ± 0,22	5,97 ± 0,15	5,80 ± 0,21
	2017	6,12 ± 0,18	6,09 ± 0,21	5,85 ± 0,09

kde: KA – konvenčná agrotechnika, RA – redukovaná agrotechnika, PS – priama sejba

Lineárny trend vývoja pôdneho organického uhlíka pri redukovanej agrotechnike vypočítava o jeho ročnom poklese o  $0,051 \text{ g.kg}^{-1}$  ( $0,23 \text{ t.ha}^{-1}$ ). Trend vývoja pôdneho organického uhlíka pri konvenčnej agrotechnike, vyjadrený lineárnou rovnicou, poukázal na udržanie jeho obsahu v pôde na konštantnej úrovni. Pokles pôdneho organického uhlíka pri redukovanej agrotechnike bol pravdepodobne spôsobený vyššími dosahovanými úrodami (v článku nie sú prezentované), teda vyšším outputom uhlíka v porovnaní s konvenčnou agrotechnikou.



**Obrázok 1** Trend vývoja pôdneho organického uhlíka a výmennej pôdnej reakcie pri rozdielnom obrábaní pôdy

S obsahom pôdneho organického uhlíka súvisí obsah celkového dusíka. Pri rozdielnej agrotechnike bola medzi týmito parametrami pôdy zistená kladná závislosť ( $r = 0,44$ ,  $n = 27$ ). Lineárnu koreláciu medzi organickým uhlíkom a celkovým dusíkom v orničnom horizonte s hodnotou korelačného koeficienta  $r = 0,50$  zaznamenal aj Wang *et al.* (2009).

Analogicky boli trendové čiary vytvorené aj zo získaných výsledkov zmien celkového dusíka pri diferencovanom obrábaní pôdy v rokoch 2009 až 2017 (Tab. 1). Trend vývoja obsahov celkového dusíka bol vyjadrený lineárnou rovnicou  $y = 25,733x + 1346$  pre konvenčnú agrotechniku,  $y = 19,150x + 1471$  pre redukovanú agrotechniku a  $y = 8,400x + 1488$  pre priamu sejbu. Takýto trend vývoja celkového dusíka predpokladá pri využívaní konvenčnej agrotechniky ročné zvýšenie celkového dusíka o  $25,73 \text{ mg.kg}^{-1}$  ( $0,116 \text{ t.ha}^{-1} \text{ N}$ ) v hĺbke pôdy do 0,3 m, pri redukovanej agrotechnike ročný nárast o  $19,15 \text{ mg.kg}^{-1}$  ( $0,086 \text{ t.ha}^{-1} \text{ N}$ ) a pri priamej sejbe o  $8,4 \text{ mg.kg}^{-1}$  ( $0,038 \text{ t.ha}^{-1} \text{ N}$ ).

Pôdna reakcia, jeden z dôležitých parametrov kvality pôdy, je indikátorom pufráčnej schopnosti pôdy. Pôdna reakcia ovplyvňuje rozpustnosť látok v pôde. Zvýšená kyslosť pôdy znižuje rozpustnosť mnohých látok (zlúčenín Ca, Mg, K, Na) niekedy až pod životné minimum rastlín a preto je potrebné sledovať zmeny pôdnej reakcie a pri jej negatívnych zmenách realizovať vápnenie pôdy (Vigovskis *et al.*, 2016).

Pri rozdielnom obrábaní pôdy sa hodnoty výmennej pôdnej reakcie vyskytovali v rozmedzí  $5,51 \pm 0,18$  až  $6,30 \pm 0,11$  a podľa kritérií hodnotenia (Vyhláška MPRV SR č. 151/2016 Z. z.) bola pôdna reakcia kyslá až slabo kyslá. Trend vývoja výmennej pôdnej reakcie v rokoch 2009 až 2017 bol vyjadrený lineárnou rovnicou  $y = 0,0007x + 6,1444$  pre konvenčnú agrotechniku,  $y = -0,0028x + 6,0131$  pre redukovanú agrotechniku a  $y = -0,017x + 5,9706$  pre priamu sejbu a je zobrazený na obrázku 1. Trend vývoja výmennej pôdnej reakcie pri rozdielnom obrábaní fluvizeme glejovej, vyjadrený lineárnou rovnicou, poukázal na udržanie ich hodnôt. Zistené diferencie hodnôt výmennej pôdnej reakcie medzi východiskovým a konečným rokom (Tab. 1) sú nižšie ako presnosť stanovenia.

## Záver

Trendová analýza poskytuje objektívnejší pohľad na hodnotenie vývoja parametrov pôdy. Po konverzii z konvenčnej agrotechniky na bezorebné obrábanie dochádza k sekvestracii uhlíka v pôde. Lineárny trend vývoja pôdneho organického uhlíka pri priamej sejbe poukázal na jeho ročné zvýšenie o  $0,073 \text{ g.kg}^{-1}$ , čo v prepočte na obsah organického uhlíka v ornici do 0,3 m predstavuje nárast o  $0,33 \text{ t.ha}^{-1}$ . Trend vývoja pôdneho organického uhlíka pri konvenčnej agrotechnike poukázal na udržanie jeho obsahu.

Z trendu vývoja celkového dusíka pri diferencovanom obrábaní pôdy bolo zistené ročné zvýšenie celkového dusíka v pôde a z vývoja pôdnej reakcie udržanie ich súčasných hodnôt.

## Literatúra

ÁLVARO-FUENTES, J. – PAUSTIAN, K. 2011. Potential soil carbon sequestration in a semiarid Mediterranean agroecosystem under climate change: quantifying management and climate effect. In: *Plant Soil Till. Res.*, 2011, no. 338, pp. 261–272.

- 
- DOMÍNGUEZ, G.F. – DIOVISALVI, N.V. – STUDDERT, G.A. – MONTERUBBIANESI, M.G. 2009. Soil organic C and N fractions under continuous cropping with contrasting tillage systems on mollisols of the southeastern Pampas. In: *Soil Till. Res.*, vol. 102, 2009, pp. 93–100.
- HRAŠKO, J. *et al.* 1962. *Rozbory pôd*. 1. vyd. Bratislava: SVPL, 1962. 342 s.
- HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. *et al.* 2011. *Jednotné pracovné postupy rozborov pôd*. 1. vyd. Bratislava: VÚPOP, 2011. 136 s. ISBN 978–80-89128–89-1
- CHAJDIAK, J. 2005. *Štatistické úlohy a ich riešenie v Exceli*. Bratislava: Statis, 2005. 268 s. ISBN 80-85659-39-5
- JORIS, H.A.W. – CAIRES, E.F. – SCHARR, D.A. – BINI, A.R. – HALISKI, A. 2016. Liming in the conversion from degraded pastureland to a no-till cropping system in Southern Brazil. In: *Soil Till. Res.*, vol. 162, 2016, pp. 68–77.
- KOLEKTÍV, 2000. *Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia*. 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy v Bratislave, 2000. 76 s. ISBN 80-85361-70-1
- MAZZONCINI, M. – ANTICHI, D. – DI BENE, C. – RISALITI, R. – PETRI, M. – BONARI, E. 2016. Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. In: *Soil Till. Res.*, vol. 77, 2016, pp. 156–165.
- TIAN, S. – NING, T. – WANG, Y. – LIU, Z. – LI, G. – LI, Z. – LAL, R. 2016. Crop yield and soil carbon responses to tillage method changes in North China. In *Soil Till. Res.*, vol. 163, 2016, pp. 207–213.
- VIGOVSKIS, J. – JERMUSS, A. – SVARTA, A. – SARKANBARDE, D. 2016. The changes of soil acidity in long-term fertilizer experiments. In: *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 103, 2016, no. 2, pp. 129–134.
- Výhláška MPRV SR č. 151/2016 Z. z.*, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív.
- WANG, Z.M. – SONG, K.S. – ZHANG, B. – LIU, D.W. – LI, X.Y. – REN, C.Y. – ZHANG, S.M. – LUO, L. – ZHANG, C.H. 2009. Spatial variability and affecting factors of soil nutrients in croplands of Northeast China: a case study in Dehui County. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 55, 2009, no. 3, pp. 110–120.

---

# ZAPOJENOSŤ ĎATELINOTRÁVNÝCH MIEŠANIEK NA ERÓZNYCH PÔDACH

## INVOLVEMENT OF CLOVER GRASSES ON EROSION SOILS

Jozef Čunderlík, Alena Rogožníková

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov  
a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica  
jozef.cunderlik@nppc.sk, alena.rogoznikova@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Cieľom úlohy bolo počas sledovaných rokov (2013–2015) na stanovišti Radvaň (Banská Bystrica) zhodnotiť protierózne účinky ďatelinotrávnej a trávnej miešanky, ktoré boli vysiate na erózne ohrozenú pôdu. Miešanky sa vysiali na jar s plným  $41 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  a 50 % výsevom. Za sledované roky mal najvyššiu úrodu ( $5,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) variant s ďatelinotrávnou miešankou s plným výsevom. Najnižšiu úrodu dosiahol kontrolný variant ( $1,02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Najvyšší obsah dusíka ( $39,35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) sme zaznamenali na variante s ďatelinotrávnou miešankou s plným výsevom.

A research was performed with the objective to assess anti-erosion effects of grass/clover mixtures sown into the soil exposed to erosive hazard at Radvaň (Banská Bystrica) site over 2014–2015. In the spring, the mixtures were sown at the full seed rate ( $41 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) and also at a half (50 %) of this seed rate. Over the years, the highest yield ( $5.83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) had the clover-grass mix with full seed rate. Control variant ( $1.02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) achieved the lowest yield. The highest content of N ( $39.35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) was recorded in the variant with a clover-grass mix with full seeding.

**Kľúčové slová:** ďatelinotrávna miešanka, erózia, pôda, trávny porast, botanické zloženie

**Keywords:** grass/clover mixture, erosion, soil, grassland, botanical composition

### Úvod

Pôda je stanovištom kultúrnych plodín a poskytuje im potrebné živiny pre rast a vývin. Má mnoho funkcií nenahraditeľných pre život. Na Slovensku je okolo 56 % všetkej poľnohospodárskej pôdy potenciálne ohrozenej vodnou eróziou (Bielek, 2008). Protierózna ochrana musí byť neodmysliteľnou súčasťou trvalo udržateľného využívania poľnohospodárskej pôdy. Je to súbor opatrení v rámci hospodárenia na pôde, ktoré slúžia na zamedzenie strát pôdy a zhoršovania parametrov kvality pôdy (Demo, 2000). Na ochranu pôdy pred urýchlenu eróziou musia byť použité v každom prípade vhodné, predovšetkým biologické, a ak sú tieto



nedostatočné, tak aj technické protierózne opatrenia (Tobiašová a Šimanský, 2009). Rastlinný vegetačný kryt chráni pôdnu štruktúru pred deštrukčnými účinkami silných dažďov a priameho slnečného žiarenia.

## Materiál a Metódy

Cieľom našej výskumnej úlohy bolo počas sledovaných rokov (2014 – 2015) zhodnotiť zapojenosť ďateľinotrávnej a trávnej miešanky (Tab. 1, 2), ktoré boli vysiate na erózne ohrozenú pôdu na stanovišti Radvaň (Banská Bystrica). Oblasť patrí do regiónu Kremnických a Starohorských vrchov. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ – kambizem, pôdny druh – hlinitá. Jedná sa o pôdu stredne hlbokú, ktorá sa využíva striedavo, ako oráčina a po zatrávení aj ako lúka na kosenie alebo na pasenie. Miešanky sa vysiali na jar s plným ( $41 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) a 50 % výsevkom pri 100% úžitkovej hodnote osiva, pričom pri zakladaní pokusov sa pri výsevkoch zohľadnila skutočná úžitková hodnota použitých osív. Na kontrolnom variante nebola vysiatá miešanka, preto bol bez rastlinného krytu (Tab. 3). Dávka dusíka ( $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) bola delená na dvakrát – prvá dávka bola aplikovaná na začiatku vegetačnej sezóny a druhá po prvej kosbe. Minerálna výživa fosforom ( $15 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) a draslíkom ( $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) bola aplikovaná v rovnakej dávke na začiatku vegetačného obdobia. V rámci pokusu sa merali aj úhrny zrážok za sledované roky (Tab. 4). Porasty sa v každom úžitkovom roku využívali 2× kosbou, pričom 1. kosba sa uskutočnila do 15 júna, 2. kosba s odstupom 7–8 týždňov po prvej. Pred každou kosbou sa vykonala analýza floristického zloženia porastov metódou projektívnej dominancie podľa Regala (1968). V rámci riešenej úlohy sme hodnotili kvalitu porastov a produkciu sušiny. Získané výsledky úrod a koncentrácie biogénnych prvkov v rastlinnej hmote sme vyhodnotili matematicko-štatistickou metódou (multifaktorom) analýzou variancie pri 95% hladine preukaznosti.

Tabuľka 1 Ďateľinotrávna miešanka

Druh/odroda	Výsevok	
	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	%
<i>Trifolium pratense</i> L. cv. Magura – ďateľina lúčna	4	10
<i>Trifolium repens</i> L. cv. Rivendel – ďateľina plazivá	7	17
<i>Lolium perenne</i> L. cv. Tarpan – mätonoh trváci	10	24
<i>Phleum pratense</i> L. cv. Lema – timotejka lúčna	5	12
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. cv. Kora – kostrava trstovníkovitá	7	17
<i>Festuca rubra</i> L. ssp. rubra cv. Ferota – kostrava červená	8	20
Spolu	41	100

**Tabuľka 2** Trávna miešanka

Druh/odroda	Výsevok	
	kg.ha <sup>-1</sup>	%
<i>Poa pratensis</i> agg L. cv. <i>Balin</i> – lipnica lúčna	5	12
<i>Agrostis stolonifera</i> L. cv. <i>Polana</i> – psinček výbežkatý	4	10
<i>Lolium perenne</i> L. cv. <i>Mustang</i> – mätonoh trváci	12	30
<i>Festuca ovina</i> agg L. cv. <i>Ridu</i> – kostrava ovčia	10	24
<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i> cv. <i>Ferota</i> – kostrava červená	10	24
Spolu	41	100

**Tabuľka 3** Varianty pokusu

Varianty	Popis
Kontrola	neobhospodarovaná plocha – kontrola
N <sub>30</sub> + P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	ďatelinotrávna miešanka s plným výsevkom – ĎTM 100
N <sub>30</sub> + P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	ďatelinotrávna miešanka s 50% – ným výsevkom – ĎTM 50
N <sub>30</sub> + P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	trávna miešanka s plným výsevkom – TM 100
N <sub>30</sub> + P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	trávna miešanka s 50% – ným výsevkom – TM 50

**Tabuľka 4** Úhrny zrážok za roky 2014–2015

Rok	Mesiac	Atmosférické zrážky		
		N.v. (m)	Úhrn (mm)	DP %
2014	Január	480	94	188
	Február	480	76	141
	Marec	480	56	119
	Apríl	480	57	104
	Máj	480	115	177
	Jún	480	56	60
	Júl	480	184	227
	August	480	123	168
	September	480	112	204
	Október	480	48	80
	November	480	41	51
	December	480	50	68

Rok	Mesiac	Atmosférické zrážky		
		N.v. (m)	Úhrn (mm)	DP %
2015	Január	480	104	208
	Február	480	25	46
	Marec	480	79	168
	Apríl	480	27	49
	Máj	480	83	128
	Jún	480	10	11
	Júl	480	107	–
	August	480	46	63
	September	480	52	95
	Október	480	150	250
	November	480	96	120
December	480	38	47	

Legenda: DP % – percento dlhodobého priemeru z rokov 1951–80  
DP (°C) – odchýlka od dlhodobého priemeru z rokov 1951–80

## Výsledky a diskusia

V roku 2014 (Tab. 5) prevládajúcou zložkou v porastoch boli trávy (7–86 %). Od prvej do druhej kosby sa zvyšoval podiel bôbových (2–55 %) a bylenných druhov (5–70 %). Dobré zapojenie porastov na vysiatych variantoch vytvárali *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Trifolium pratense* a *Trifolium repens*. Kontrolný variant s podielom prázdnych miest 90 % mal pred prvou kosbou najmenšiu zapojenosť porastu (10 %) tvorenú lúčnymi bylinami. Podiel bylinnej zložky sa zvyšoval (70 %) v druhej kosbe a následne došlo k zníženiu prázdnych miest na úroveň 20 % zapojenosti. V priebehu vegetačného obdobia prvej a druhej kosby na vysiatych variantoch bol počet druhov tráv 4–12, bôbových 2–6 a bylinnej zložky 3–14. Kontrolný variant mal v kosbách vzostupnú tendenciu počtu druhov, najvyšší počet (6–15) mala bylenná zložka. Najvyšší počet druhov 30 bol na variante 2 s vysiatou ďateľinotravnou miešankou s plným výsevkom. V roku 2015 mali dominantné zastúpenie v porastoch trávy (6–86 %). Podiel bôbových v porovnaní s rokom 2014 mal klesajúcu tendenciu od prvej do druhej kosby (58–2 %) a bylenné druhy mali nárast do druhej kosby (10–77 %). Kontrolný variant v roku 2015 mal pred prvou kosbou približne na rovnakej úrovni podiel prázdnych miest (89 %) a zapojenosť porastu (11 %), podobne ako v predchádzajúcom roku. Dominantné zastúpenie v roku 2015 na vysiatych variantoch mali *Festuca arundinacea*, *Festuca ovina*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense* a *Trifolium repens*.

Aj v tomto roku od prvej do druhej kosby na vysiatych variantoch narastal počet druhov bôbových (1–4), tráv (4–11) a bylín (6–17). Kontrolný variant mal v kosbách za roky 2014 a 2015 zostupnú tendenciu prázdnych miest (90–15 %). V priebehu sledovaných rokov mal najvyšší počet druhov (30–32) variant s vysiatou ďateľinotravnou miešankou s plným výsevom.

**Tabuľka 5** Zloženie agrobotanických skupín (%) a počet rastlinných druhov v kosbách za roky 2014–2015

Rok	Varianty									
	kontrola		ĎTM 100		ĎTM 50		TM 100		TM 50	
2014	Kosby									
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Trávy	–	7	56	27	51	35	86	83	83	71
Bôbovité	–	3	38	55	44	46	8	2	3	5
Byliny	10	70	6	18	5	19	6	15	14	24
Prázdne miesta	90	20	–	–	+	–	–	–	+	–
Počet druhov tráv	–	2	4	10	4	7	9	12	8	10
Počet druhov bôbových	–	1	3	6	3	6	3	4	3	2
Počet druhov bylín	6	15	4	14	4	14	5	8	3	10
Spolu	6	18	11	30	11	27	17	24	14	22
Rok	Varianty									
	kontrola		ĎTM 100		ĎTM 50		TM 100		TM 50	
2015	Kosby									
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Trávy	–	6	32	39	29	50	78	86	77	78
Bôbovité	+	2	58	36	48	24	12	2	8	6
Byliny	11	77	10	25	23	26	10	12	15	16
Prázdne miesta	89	15	–	–	–	–	–	–	–	–
Počet druhov tráv	–	1	4	11	5	9	7	7	6	5
Počet druhov bôbových	1	1	2	4	3	2	3	1	1	2
Počet druhov bylín	5	12	6	17	6	11	6	9	8	7
Spolu	6	14	12	32	14	22	16	17	15	14

Štatisticky preukazné rozdiely sme zaznamenali v úrodách za sledované varianty (Tab. 6). Preukazne ( $P < 0,05$ ) najvyššiu úrodu ( $5,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) mal aj variant s ďateľinotravnou miešankou s plným výsevom. Zistené rozdiely medzi ostatnými variantmi nie sú na hladine 95 % LSD testu štatisticky preukazné. Preukazne ( $P < 0,05$ ) vyšší obsah N ( $39,35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) sme zaznamenali na variante s ďateľinotravnou miešankou s plným výsevom v porovnaní s kontrolou a tráv-

nou miešankou s polovičným výsevkom. Preukazne najnižšiu ( $P < 0,05$ ) hodnotu sodíka sme zaznamenali na kontrolnom variante. Na základe získaných výsledkov zapojenosti porastov môžeme vysiať miešanky s plným a 50% výsevkom klasifikovať ako biologické protierózne systémy, ktoré využívajú protierózny účinok vegetačného krytu pôdy, najmä na ochranu pôdy pred eróznou činnosťou vody, na zvýšenie infiltračnej schopnosti pôdy počas celého vegetačného obdobia a ktoré sa prednostne môžu pestovať na pozemkoch so sklonom nad 21 % (12°). Vyššie spomínané zapojenie a hustota porastu súčasne prispievala k spomaleniu odtoku atmosférických zrážok a tým aj k ochrane pôdy pred eróziou, ale aj k jej retenčnej schopnosti. Z tohto hľadiska majú význam ďatelinotrávne miešanky, pretože spájajú hlbšie zakorenenie s vytváraním spevňujúcej mačiny vo vrchnej vrstve pôdy. Vzhľadom na uvedené funkcie by bolo vhodné, aby sa podiel viacročných krmovín na ornej pôde pohyboval v nížinných regiónoch minimálne na úrovni 15–16 % a v erózne ohrozených oblastiach (svahové pôdy) až na úrovni 20–30 % (Gregorová a Malý, 2002).

**Tabuľka 6** Analýza variancie pre hodnotenie úrod, koncentrácie biogénnych prvkov za varianty v rokoch 2014–2015

Variant	Úroda (t.ha <sup>-1</sup> )	Koncentrácia biogénnych prvkov (kg.ha <sup>-1</sup> )							
		N	P	K	Na	Ca	Mg	Ca/P	K(Ca+Mg)
kontrola	1,02a	16,6a	2,20a	17,09a	0,31a	9,26a	4,99a	4,22a	1,23a
ĎTM 100	5,83c	39,35c	5,46c	42,64b	0,74c	19,40b	8,85b	6,55b	3,47b
ĎTM 50	3,90b	35,43c	5,37cb	45,00b	0,75c	20,43b	7,08ab	6,97b	3,29b
TM 100	4,58b	36,40c	5,62c	43,72b	0,70b	19,16b	7,89b	7,09b	3,72b
TM 50	4,01b	32,28bc	5,08b	42,59b	0,72bc	18,61b	7,92b	7,73b	3,77b
Hd $\alpha_{0,05}$	0,867	4,022	0,334	3,363	0,035	2,061	2,092	1,327	0,773

## Záver

V priebehu sledovaných rokov na variantoch, kde boli vysiate ďatelinotrávne a trávne miešanky s plným a polovičným výsevkom bola úplná zapojenosť porastov. Dominantné zastúpenie mali vysiate druhy v priebehu rokov. Kontrolný variant mal v rokoch aj v kosbách zopustnú tendenciu prázdnych miest (90–15 %). Tieto výsledky potvrdzujú, že na kontrolnom variante bez rastlinného pokrytia došlo k ohrozeniu pôdy činnosťou vodnej erózie.

## Literatúra

- BIELEK, P. 2008. *Polnohospodárske pôdy Slovenska a perspektívy ich využitia*. Bratislava: VÚPOP, 2008. 1.vyd. ISBN 978-80-89128-41-9. s.140.
- DEMO, M. 2000. *Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín*. Nitra, SPU 2000. ISBN 80-7137-732-5, s.648.

- 
- GREGOROVÁ, H. – MALÝ, O, 2002. *Polné krmoviny*. Druhé nezmenené vydanie. SPU: Nitra, 2002. ISBN 80-8069-038-3. s 128.
- REGAL, V, 1968. *Pícninářska a synekologická charakteristika lučních druhů ČSSR*. Kandidatská doktorandská práce, VŠz, Praha, 1968, 279 s.
- TOBIÁŠOVÁ, E. – ŠIMANSKÝ, V. 2009. *Kvantifikácia pôdnych vlastností a ich vzájomných vzťahov ovplyvnených antropickou činnosťou*. Nitra: SPU, 2009, vedecká monografia, ISBN 978-80-552-0196-2. 114 s.

---

# EKOLOGICKÁ OBNOVA ALUVIÁLNYCH LÚK NARUŠENÝCH VPLYVOM VÝSTAVBY RÝCHLOSTNEJ CESTY

## ECOLOGICAL RESTORATION OF ALLUVIAL MEADOWS DAMAGED BY HIGHWAY CONSTRUCTION

Janka Martincová, Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková, Ľubica Jančová

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov  
a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica  
janka.martincova@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Ekologickej obnove lokalít narušených ľudskou činnosťou je ako na Slovensku tak aj v zahraničí venovaná pomerne značná pozornosť. Obnova trávnych porastov má v súčasnosti veľký význam z dôvodu ich opúšťania a nedostatočného využívania a z dôvodu zvyšujúcej sa stavebnej činnosti, intenzívnejšej výstavby diaľnic, lyžiarskych zjazdoviek, skládok odpadu a po ťažobnej činnosti. Počas rokov 2016–2018 sme sledovali vývoj zatrávňovania plôch narušených vplyvom výstavby rýchlostnej cesty R2 Pstruša – Kriváň. Na obnovu sa použili rôzne spôsoby zatrávnenia (aplikácia zeleného sena, komerčná ďatelino-trávna miešanka, samovolná sukcesia) s rôznym časovým obdobím zatrávnenia (jún, august). V predložennom príspevku uvádzame 3 – ročné výsledky monitoringu a úspešnosť obnovy zatrávnenia narušených plôch aplikáciou pokosenej biomasy zo zdrojového lúčneho porastu spoločenstva psiarkových aluviálnych lúk, biotopu Lk7. Z hľadiska druhovej diverzity úspešnosť obnovy bola najvyššia na variante 1, kde po 2 rokoch od zatrávnenia zeleným senom bol podiel prenesených cieľových druhov (68,75 %) a obnovená vegetácia cieľového spoločenstva sa podobala pôvodnému porastu.

### Abstract

To the issue of ecological restoration in places damaged by human activity is paid a big attention in Slovakia as well as in abroad too. Grassland restoration became recently very important due to the abandonment and under-utilization of grasslands and due to the increasing construction activity; more intensive construction of motorways, ski slopes, landfills and works related with mining activities. During the years 2016–2018, we monitored the development of grassing of disturbed areas accompanying the construction of highway R2 Pstruša – Kriváň. Different methods of grassing (application of “green hay“, commercial grass/legumes mixture,

---

spontaneous succession) were used for restoration in time period most suitable for grassing = June and August. In this paper, we focus on three-year results of monitoring and success of restoration of disturbed areas grassing by application “green hay” from a grassland donor site containing a high proportion of matured plant seeds of the community of alluvial meadows. In terms of species diversity, the restoration success was the highest at the treatment 1 (restored in June 2014), where 2 years after restoration the proportion of target species transferred was 68.75 %, and the species composition was similar to the original vegetation at donor site.

**Kľúčové slová:** ekologická obnova, zelené seno, cieľové spoločenstvo, narušené plochy, aluviálne lúky

**Keywords:** ecological restoration, green hay, target community, disturbed areas, alluvial meadows

## Úvod

V posledných rokoch sa hľadajú nové neinvazívne, prírode blízke spôsoby obnovy trávnych porastov s cieľom prirodzene a udržateľne obnoviť narušené územie, či celú krajinu. Ekologická obnova degradovaných alebo poškodených oblastí musí byť v súlade s prírodnými areálmi rastlinných druhov, ktoré sú výsledkom významných historických a geografických faktorov, spolu s vnútornými vlastnosťami rastlinných druhov sa v nich nachádzajúcich (Scotton *et al.*, 2012). Za posledných 20 rokov na Slovensku je badať zmeny v súvislosti s opúšťaním a nedostatočným využívaním trávnych porastov, na druhej strane dochádza k čoraz intenzívnejšej výstavbe diaľnic, lyžiarskych zjazdoviek, protipovodňových a protilávínových bariér a skládok odpadu.

Medzi vhodné, prírode blízke spôsoby obnovy narušených stanovišť, patrí výsev osiva regionálneho pôvodu, prenos mačiny a zakladanie trávnych porastov priamo zozbieraným druhovo bohatým materiálom (Jongepierová, Poková 2006; Jongepierová a Fajmon, 2008; Scotton *et al.*, 2012). Výber metódy závisí na dostupnosti zdroja diaspór požadovaného typu vegetácie v okolí obnovovanej plochy, ale tiež na cieľoch obnovy (obnova špecifických rastlinných spoločenstiev vysokej prírodnej hodnoty, zvýšenie biologickej diverzity v krajine, zníženie vodnej a veternej erózie). Pri biologickej rekultivácii je najlacnejším a zároveň ekologicky najpriateľnejším spôsobom použitie pôvodného rastlinného materiálu prenosom zeleného sena vo fáze zreých semien. Rôzne výskumné projekty potvrdili, že technológia prenosu pôvodnej vegetácie a semien vedie ku stabilnej, udržateľnej a ekologicky adaptovanej populácii s vysokou hodnotou z hľadiska ochrany prírody. Pomerne novou, no účinnou metódou, ktorou sa dá vyzbierať dostatočné množstvo semien je zber semien tzv. kartáčovým (kefovým) zberačom, ktorý vyčesáva zrele semená z rastlín, zatiaľ čo porast zostáva neporušený (Jongepierová a Poková, 2006). Na Slovensku sa zatiaľ táto technológia nevyužíva, využíva sa predovšetkým v Českej republike v Bielych Karpatoch pri obnove porastov regionálnou zmesou (Jongepierová a Mitchey, 2009; Jongepierová *et al.*, 2015).



---

Cieľom príspevku je zhodnotiť vplyv zvolených spôsobov obnovy (aplikácia zeleného sena, komerčná ďatelino-trávna miešanka (ĎTM), samozatrávnenie) na druhové zloženie novo obnovovaného porastu a porovnanie s pôvodným rastlinným spoločenstvom.

## Materiál a metódy

Úloha sa riešila na vybraných revitalizovaných lokalitách vlhkomilných biotopov narušených pri výstavbe rýchlostnej cesty R2 Pstruša – Kriváň v nive riečky Slatina, v nadmorskej výške 345–388 m. Podľa geomorfologického členenia SR (Mazúr a Lukniš, 1980) monitorovaný úsek leží v oblasti Stredoslovenského stredohoria, v celku Zvolenskej kotliny. Zdrojová plocha, určená pre zber rastlinného materiálu sa nachádzala medzi riekou Slatina a ochranným pásmom R2, východne od osady Krné. Podľa katalógu biotopov Slovenska (Stanová, Valachovič, 2002) porast predstavoval aluviálnu psiarkovú lúku (biotop národného významu Lk7). Geologické podložie je tvorené kvartérnymi sedimentami aluviálnej nivy, ktoré majú na povrchu hlinitý až hlinito piesčité charakter, s prevažne kyslou pôdnou reakciou, zrnitostne pestré, ílovito – hlinité až piesočnato – hlinité, pôdny typ fluvizem. Sú stredne hlboké až plytké, s ochrlickým A0 horizontom. Sú prevažne mierne vlhké, pôdny profil ovplyvňuje podzemná voda, ktorá sa často nachádza v hĺbke menšej ako 1 meter ([www.podnemapy.sk](http://www.podnemapy.sk)).

Obnovované plochy boli rekultivované počas troch rokov 2014–2016 a to v mesiacoch jún, august. K cielej obnove boli použité rôzne spôsoby zatrávnenia (aplikácia zeleného sena, komerčná ďatelino-trávna miešanka, samovoľná sukcesia). V roku 2016 sme v spolupráci s botanikom CHKO Poľana na obnovovaných plochách vybrali a založili trvalé monitorovacie plochy o rozmere 5 x 5 m na sledovanie fytoecologického hodnotenia a kvalitatívnych ukazovateľov. Na každej vytýčenej monitorovacej ploche o veľkosti 5 x 5 m bol urobený fytoecologický zápis metódou zuriško-montpellierskej školy pomocou kombinovanej 7 – člennej Braun-Blanquetovej stupnice početnosti a pokryvnosti (Braun – Blanquet, 1964) a bola odobratá zmesná vzorka pôdy z hĺbky 0–150 mm na stanovenie základných agrochemických vlastností pôdy: pH (v KCl), C<sub>ox</sub> (Tjurin), N<sub>t</sub> (Kjeldahl), P, K, Mg, Ca (Mehlich III). Počas rokov 2016–2018 sme sledovali vývoj vegetácie revitalizovaných biotopov poškodených a rekultivovaných v rokoch 2014–2016.

- Variety zatrávnenia:
- 1 monitorovacia plocha – rekultivovaná – jún 2014;
  - 2 monitorovacia plocha – rekultivovaná – august 2014;
  - 3 monitorovacia plocha – rekultivovaná – jún 2015;
  - 4 monitorovacia plocha – rekultivovaná – august 2015;
  - 5 monitorovacia plocha – rekultivovaná – jún 2016;
  - 6 monitorovacia plocha – vysiatá ĎT zmesou,
  - 7 monitorovacia plocha – poškodená na jar 2014, ponechaná bez zásahu (samozatrávnená plocha).

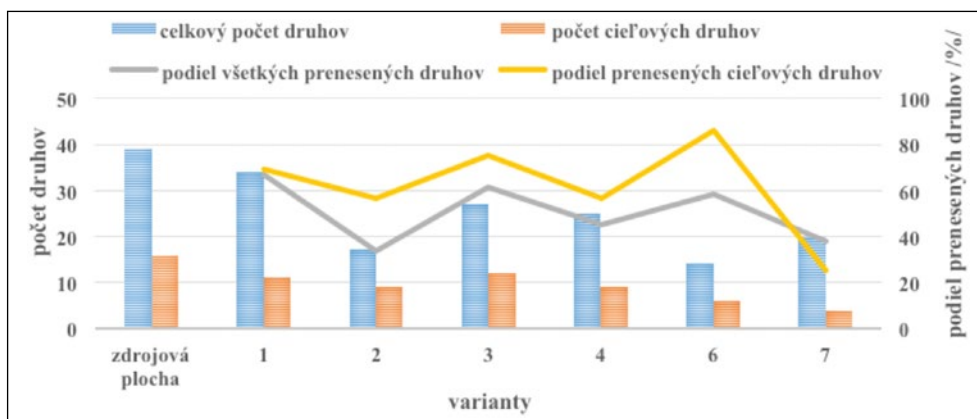
---

## Výsledky a diskusia

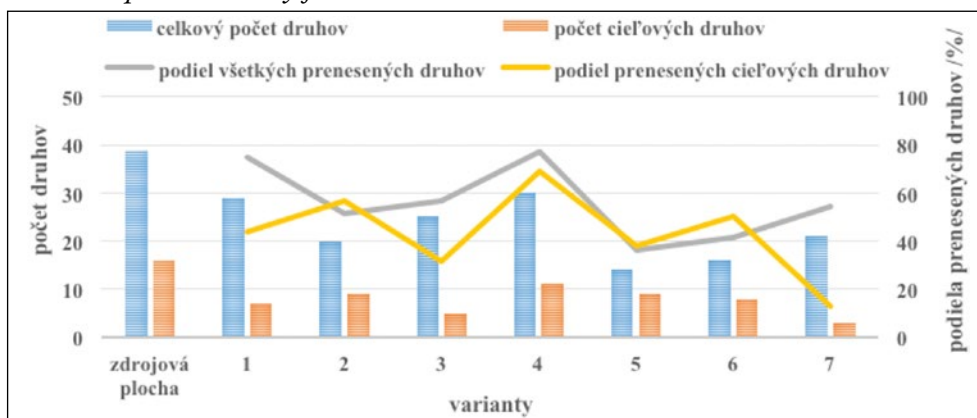
Zdrojová plocha určená pre zber rastlinného materiálu bol biotop národného významu Lk7 – psiarkové aluviálne lúky, zväz *Alopecurion pratensis* Passarge 1964. V zdrojovom poraste prevládali trávy *Alopecurus pratensis* L., *Poa pratensis* agg., *Festuca pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Holcus lanatus* L. a z bylín *Lychnis flos-cuculi* L., *Ranunculus acris* L., *Taraxacum officinale* auct. non Weber a iné. V zdrojovom poraste bolo na ploche 5 x 5 m zaznamenaných celkom 39 druhov, z toho sme vybrali 16 charakteristických cieľových lúčnych druhov biotopu Lk7, ktoré sme chceli preniesť na obnovovanú plochu. Porast sa pravidelne využíval kosením dvakrát ročne. Fytcenologické hodnotenie obnovovaných plôch po 3–4 rokoch od zatrávnenia zeleným senom z príslušných biotopov psiarkových aluviálnych lúk (Lk7) ukázalo, že úspešnosť obnovy a udržateľnosť cieľových druhov je vo veľkej miere podmienená pravidelným manažmentom a starostlivosťou o novozaložené porasty (Martincová, 2018). Pre udržanie priaznivého stavu je dôležité dodržiavať následný manažment obnovovanej plochy v nasledujúcich rokoch po obnove pravidelným kosením. Pri sledovaní obnovovaného porastu po troch rokoch od založenia sme pozorovali zvýšený nárast ruderalných druhov na obnovovaných plochách spôsobený opustením vyžívania, mimo vytýčeného monitorovacieho štvorca, ktorý sa pravidelne kosil. Z toho vyplýva, že najväčším problémom pri revitalizácii je zachovať obnovované porasty v prijateľnom stave a pravidelne ich obhospodarovať aj po ukončení stavebnej činnosti. V súvislosti s výstavbou došlo na niektorých lokalitách k obmedzeniu prístupu pre poľnohospodársku techniku a je na majiteľoch poľnohospodárskych plôch, aby sa prispôbili potrebám užívania okolitých pozemkov.

V grafoch 1 až 3 uvádzame parametre úspešnosti obnovy v rokoch 2016–2018. Súpis cieľových druhov sme určili na základe botanického monitoringu zdrojovej plochy a charakteristických druhov rastlinného spoločenstva biotopu Lk7. Pod vysokú úspešnosť obnovy sa podpísala aj dôsledná úprava terénu zo strany Národnej diaľničnej spoločnosti a dodržanie agrotechnických postupov (príprava pôdy, urovanie terénu, odburiňovacia kosba). Dôležitá je odburiňovacia kosba, nakoľko v prvom roku nastupujú jednoročné ruderalne buriny, ktoré pravidelným využívaním ustupujú. O tom svedčia aj naše dosiahnuté výsledky so zatrávnenia ornej pôdy druhovo bohatým spoločenstvom *zv. Arhhenetherion* a *Mesobromion* (Martincová *et al.*, 2016, 2017).

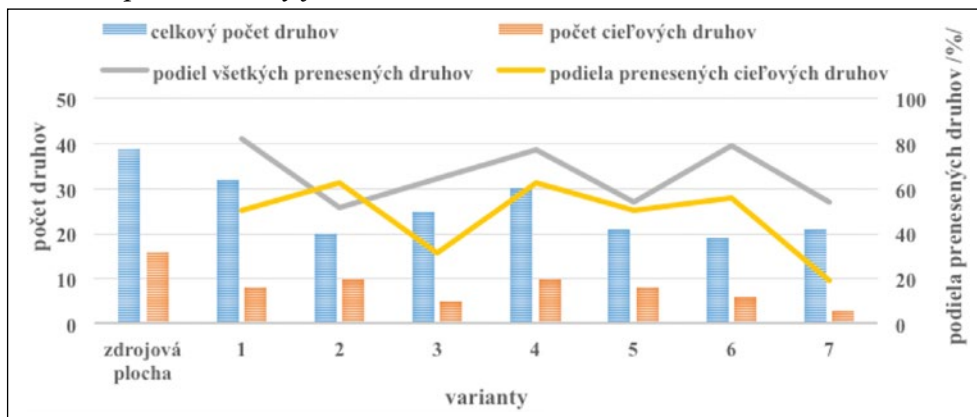
Miera prenosu cieľových druhov a úspešnosť prijatia prenesených druhov zo zdrojovej plochy bola pomerne vysoká. V roku 2016 najvyšší podiel prenesených cieľových druhov bol na variante 3 (75 %), po roku od obnovy. Vysoká udržateľnosť cieľových druhov bola na variante 1 (68,75 %), po 2 rokoch od zatrávnenia, kde vegetácia obnovovaného porastu sa podobala pôvodnému spoločenstvu. Vývoj obnovy dokumentujú obrázky 1–3. Na ploche ponechanej samovoľnej sukcesii (Var. 7), obnova lúčneho porastu prebiehala najpomalšie a bol tu zaznamenaný malý prenos cieľových druhov (25–12,5 %). Plocha vysiatá komerčnou ďatelinotravnou miešankou v zložení *kostrava červená*, *kostrava lúčna*, MRH, *mätanoh mnohokvetý*, *mätanoh trváci*, *lipnica lúčna*, *ďatelina plazivá* sa pravidelne udržiavala kosením a zapojenosť prisiatych druhov bola vysoká.



Graf 1 Úspešnosť obnovy jún 2016



Graf 2 Úspešnosť obnovy jún 2017



Graf 3 Úspešnosť obnovy jún 2018

Z hodnotenia agrochemických vlastností pôdy (Tab.1–2) vyplýva, že vyšší obsah N a humusu bol na zdrojovom poraste ( $3,03 \text{ g.kg}^{-1}$ ) v porovnaní s rekultivovanými plochami ( $1,61\text{--}2,62 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Zásoba prístupného draslíka bola nízka ( $74,06\text{--}99,42 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), resp. vyhovujúca ( $118,78\text{--}133,34 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Obsah P bol veľmi nízky (od  $5,28\text{--}11,34 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), obsah Mg bol veľmi vysoký v priemere  $442,66 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Celkovo bol obsah živín v pôde rekul-

tivovaných plôch nízky, čo môže byť dané aj geologickým podložím aluviálnej lúky a naplavenými sedimentami z dôvodu terénnych úprav. Na konci sledovaného obdobia bol vo všetkých variantoch stanovený nižší obsah dusíka, a to do tej miery, že jeho zásobu možno hodnotiť ako strednú až nízku, pričom nižší obsah bol zaznamenaný na obnovovaných plochách.

**Tabuľka 1** Stanovené agrochemické vlastnosti pôdy v roku 2016 (jarný odber) – hĺbka 0–150 mm

Rok	variant	pH	Cox	humus	N	P	K	Mg
		(KCl)	(g.kg <sup>-1</sup> )			(mg.kg <sup>-1</sup> )		
2016	zdrojová plocha	5,78	22,13	38,16	3,03	9,90	118,78	452,40
	1.	5,12	9,59	16,53	1,61	3,33	74,06	159,75
	2.	5,93	17,24	29,72	2,62	10,83	99,42	444,88
	3.	5,83	21,22	36,58	2,58	9,75	99,42	348,04
	4.	6,09	17,24	29,72	2,48	7,32	122,51	445,96
	5.	6,05	16,01	27,61	1,96	11,34	133,34	438,57
	6.	5,02	14,18	24,44	1,99	6,89	122,51	820,58
	7.	4,83	23,46	40,45	2,13	5,28	87,09	431,07

**Tabuľka 2** Stanovené agrochemické vlastnosti pôdy v roku 2018 (jesenný odber) – hĺbka 0–150 mm

Rok	variant	pH	Cox	humus	N	P	K	Mg
		(KCl)	(g.kg <sup>-1</sup> )			(mg.kg <sup>-1</sup> )		
2018	zdrojová plocha	5,08	23,00	39,65	2,24	7,61	76,73	436,1
	1.	4,93	5,00	8,62	0,75	3,58	56,29	282,23
	2.	5,67	19,40	33,45	2,03	11,11	66,75	494,71
	3.	6,16	15,20	26,20	1,36	14,01	150,57	615,78
	4.	5,73	20,30	35,00	2,10	8,59	76,73	442,71
	5.	5,08	14,30	24,65	1,90	4,15	81,56	529,83
	6.	4,94	14,90	25,69	1,49	7,42	71,79	530,52
	7.	4,58	21,50	37,07	2,26	6,08	90,99	516,25

## Záver

Technológia obnovy nastielaním zeleného sena sa ukazuje ako vhodný spôsob zatrávnenia plôch narušených výstavbou rýchlostných ciest, či diaľničných úsekov. Prvé skúsenosti s obnovou diaľničných násypov a nadväzujúcich poškodených plôch rozprestretím zeleného sena z príľahlých lúčnych biotopov, poukazujú na úspešný spôsob zatrávňovania takýchto úze-

---

mí, avšak len pri dodržaní pravidelného manažmentu a starostlivosti o obnovované porasty. Ak hodnotíme obnovu z pohľadu druhovej diverzity a úspešnosti prenesených cieľových druhov, tak obnova prebehla úspešne a v novo obnovenom poraste sa uplatnili pôvodné rastlinné druhy. Dôležité je, aby po obnove rekultivované plochy slúžili na svoj pôvodný účel, aby boli poľnohospodársky využívané. Pri vhodnom manažmente (kosba 1-krát, prípadne 2-krát za vegetačné obdobie) možno očakávať rastúci trend úspešnosti pokrývnosti a druhovej pestrosti zakladaného porastu.

## Literatúra

- BRAUN-BLANGUET, J. 1964. *Pflanzensociologie*. Wien-New York. 631 s.
- JONGEPIEROVÁ, I., – POKOVÁ, H. 2006. Obnova travných porostů regionální směsí. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 104 s.
- JONGEPIEROVÁ, I., – FAJMON, K. 2008. Výzkum obnovy travných porostů. In Jongepierová, I. (ed.): *Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains)*, ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 2008, 461 s.
- JONGEPIEROVÁ, I., – MITCHEY, J. 2009. Ecological principles for the re – creation of species rich Egrasslands in agricultural landscapes. In Cagaš, B., – Macháč, R., – Nedělník, J.: *Alternative Functions of Grassland. Proceedings of the 15<sup>th</sup> of the EGF symposium*, Brno, Czech republic, 7.–9. 9. 2009. Grassland Science in Europe, roč.14, s. 531–534. ISBN 978-80-86908-15-1
- MARTINCOVÁ, J., – KIZEKOVÁ, M., – VARGOVÁ, V., – MICHALEC, M. 2016. Revitalization of areas damaged by motorway construction through native species-rich plant communities. In *Sustainable utilisation of plant genetic resources for agriculture and food*. Book of abstracts. International scientific conference 18–20 Október 2016. Piešťany: NPPC-VÚTPHP, s. 75. ISBN 978-80-89417-69-8.
- MARTINCOVÁ, J., – KIZEKOVÁ, M., – MICHALEC, M. 2017. Ekologická obnova trávnych porastov. Metodická príručka, NPPC, 2017, 79 s. ISBN 978-80-89800-12-4
- MARTINCOVÁ, J. 2018. Restoration of damaged areas by natural methods. In *ACTA UNIVERSITATIS MATTHIAE BELII series Environmental Management* [online]. Banská Bystrica, 2018, roč.20, č. 2, 19–29. ISSN 1338-4430.
- MAZÚR, E., – LUKNIŠ, M. 1980. Atlas Slovenskej socialistickej republiky. SAV & SGÚK, Bratislava, 296s.
- PRACH, K. 2009. Ekologie obnovy narušených miest, I. Obecné princípy. Živa 1: s. 22–24.
- SCOTTON, M., – KIRMER, A., – KRAUTZER, B. 2012. Practical Handbook for Seed Harvest and Ecological Restoration of Species-Rich Grasslands. Padova: CLEUP, 2012, 116s.
- STANOVÁ, V., – VALACHOVIČ, M. 2002. (eds). 2002. Katalóg Biotopov Slovenska. DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 s.



**Obrázok 1** *Príprava plochy pred obnovou  
(var. 1)*



**Obrázok 2** *Nastielanie zeleným senom (2014)*



**Obrázok 3** *Stav obnovovaného porastu po roku  
od zatrávnenia (jún 2015)*

---

# FYTOCENOLOGICKÝ PRIESKUM V RÁMCI PROJEKTU OBNOVY HORSKÝCH LÚK NA SLOVENSKU

## PHYTOCENOLOGICAL SURVEY WITHIN THE RESTORATION PROJECT OF THE MOUNTAIN MEADOWS IN SLOVAKIA

Janka Martincová, Vladimíra Vargová, Jozef Čunderlík, Zuzana Kováčiková,  
Ľubica Jančová, Ľubomír Hanzes, Norbert Britaňák, Štefan Pollák

*NPPC – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica*  
*janka.martincova@nppc.sk*

---

### Abstrakt

V práci prezentujeme čiastkové výsledky, získané v rámci riešenia cezhraničného poľsko-slovenského projektu „Spoločne za zachovanie a obnovu biodiverzity karpatských horských ekosystémov“, ktorý je realizovaný v rokoch 2019–2021 v pohraničných oblastiach Prešovského a Žilinského samosprávneho kraja. Koordinátorom projektu sú LESY SR, š. p. a jeho odštepne závody Liptovský Hrádok a Prešov. Projektovými partnermi sú Uniwersytet Rolniczy w Krakowie a Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva. Cieľom projektu je zhodnotiť východiskový stav trávnych porastov vo vybraných pohraničných regiónoch Slovenska a Poľska a na základe posúdenia zisteného aktuálneho stavu navrhnúť environmentálne prijateľný spôsob ich využívania, ktorý umožní udržať horské ekosystémy v priaznivom stave. V roku 2019 sa uskutočnil úvodný botanický monitoring na 130 ha trávnych porastov od severozápadnej až po severovýchodnú časť Slovenska (Veľká Fatra, Nízke Tatry, Slovenský raj, Slánske vrchy, Čergov) za účelom posúdenia východiskového stavu horských ekosystémov. Počas rokov 2019–2020 sa sledovali zmeny vo floristickom zložení, produkcii sušiny, chemickom zložení nadzemnej fytohmoty a agrochemických vlastnostiach pôdy.

### Abstract

In this work are presenting partial results obtained during the solving of the cross-border Polish-Slovak project „Together for the conservation and restoration of the biodiversity of Carpathian mountain ecosystems“, which is implemented in years 2019–2021 in the border areas of Prešov and Žilina self-governing region. The leading partner is the company FORESTS of

---

the Slovak Republic, state enterprise and its Forest Enterprises Liptovský Hrádok and Prešov. The project partners are the Uniwersytet Rolniczy w Krakowie and the National Agricultural and Food Centre – Grassland and Mountain Agriculture Research Institute. The aim of the project is to evaluate the initial state of grasslands in selected border regions of Slovakia and Poland and then to propose an environmentally acceptable way of their use, which will keep mountain ecosystems in a favorable condition. In 2019, an initial botanical monitoring was carried out on 130 ha of grasslands from the northwestern to the northeastern part of Slovakia (Veľká Fatra, Nízke Tatry, Slovenský raj, Slánske vrchy, Čergov) in order to assess the current state of mountain ecosystems. During the years 2019–2020 some changes of the soil are and will be monitored such as: changes in the floristic composition, dry matter production, chemical composition of above-ground phytomass and agrochemical properties.

**Kľúčové slová:** *monitoring, biodiverzita, fytoecologický prieskum, manažmentové opatrenia*  
**Keywords:** *monitoring, biodiversity, phytocenological research, management measures*

## Úvod

V poslednom období, v súvislosti s opúšťaním a nevyužívaním TTP sa čoraz viac pozornosti venuje problematike ochrany pôdneho fondu a biodiverzity. Problematika zachovania druhovo bohatých trávnych porastov je v súčasnosti veľmi aktuálna. V dôsledku nevhodného obhospodarovania a využívania strácajú územia vysokú prírodnú hodnotu, narúša sa funkčnosť ekosystémov a nastáva úbytok biologickej rozmanitosti. V prípade, že poľnohospodárska činnosť zanikne, flóra a vegetácia, t. j. rastlinné druhy a rastlinné spoločenstvá sa začnú uberať cestou cez rôzne vývojové fázy sukcesie a tento vývoj je sprevádzaný poklesom biodiverzity. Druhy nepôvodné, ktoré prenikli do poloprirodných spoločenstiev vytlačujú pôvodné taxóny (Maglocký *et al.* 2000). Pri opustení plôch, alebo pri príliš nízkej intenzite využívania, dochádza k spontánnej sukcesii, ktorá sa prejavuje nástupom drevín, alebo súčasne aj niektorých expanzívnych druhov tráv (Sláviková a Krajčovič, 1998). Z tohto dôvodu mnohé druhy a ich spoločenstvá môžu v krajine existovať len vďaka dlhodobému a sústavnému pôsobeniu antropogénnych zásahov (pasenie, kosenie). Ak trávne porasty ponecháme bez využívania, umožníme priebeh sukcesie, ktorej dôsledkom môže byť úplné vymiznutie niektorých druhov a spoločenstiev z biotopov. Preto sa v súčasnosti hľadajú nové technologické postupy zamerané na obnovu druhovo bohatých lúk, napr. nastieľanie zeleným alebo suchým senom s obsahom zrelej semien, prenos mačiny, výsev semien regionálneho pôvodu (Kirmer a Tischew, 2006, Edwards *et al.*, 2007, Scotton *et al.*, 2012, Jongepierová *et al.*, 2007). Pri obnove lúk v rámci tohto projektu sa plánujú používať aj pôvodné semená lúčnych druhov, ktoré sa získajú tzv. kartáčovým (kefovým) zberačom semien z druhovo bohatých lúk, čo v podmienkach Slovenska bude jedinečnou záležitosťou.

Cieľom tohto príspevku je zhodnotiť vplyv súčasného obhospodarovania na biodiverzitu, kvalitu nadzemnej fytohmoty a obsah makroživín v pôde, ktorý bude slúžiť ako podklad pre vypracovanie návrhu opatrení.



---

## Materiál a metódy

V rámci projektu „Spoločne za zachovanie a obnovu biodiverzity karpatských horských ekosystémov“ sme v roku 2019 v pohraničnom území Žilinského a Prešovského kraja vykonali monitoring a fytoecologický výskum trávnych porastov v podhorských a horských oblastiach severného Slovenska. Vybrané pohraničné územie o rozlohe 130 ha patrí územnosprávne do okresov Ružomberok, Liptovský Mikuláš, Prešov, Bardejov, Spišská Nová Ves. Pre hodnotenie a obnovu bolo vyčlenených 110 lokalít, z toho 60 lokalít pre OZ Liptovský Hrádok a 50 lokalít pre OZ Prešov, v katastrálnom území obcí Východná, Malužiná, Nižná Boca, Liptovská Teplička, Lubochňa (Liptovský región), Hrabušice, Smižany, Solivar, Kokošovce, Podhradík, Lesíček, Zlatá Baňa, Červenica, Petrovce, Pavlovce, Hermanovce nad Topľou, Livov, Livovská Huta, Kríže (Prešovský región). Sledované územia ležia v území NP Nízke Tatry, NP Veľká Fatra a NP Slovenský raj a v ich ochrannom pásme a v pohoriach Slánske vrchy a Čergov.

V oblasti Nízkych Tatier prevládajú kambizeme modálne, kyslé a rendziny, ktorých vznik je viazaný na karbonátové podložie (väčšinou vápence, dolomity) (zdroj: NPPC – vupop.sk) Vo vyšších polohách (900–1000 m) sa nachádzajú podzoly. Z hľadiska pôdnych druhov väčšina pôd patrí medzi stredne ťažké až ťažké. Na základe hodnotenia agrochemických vlastností sa pôdy Liptovskej kotliny radia medzi málo produkčné až veľmi málo produkčné. Väčšinou majú nedostatok fosforu a draslíka. Reakcia pôd je prevažne silne kyslá až kyslá, s výnimkou rendzín. V oblasti Slovenského raja, Slánskych vrchov a Čergova sú zastúpené predovšetkým kambizeme, fluvizeme a luvizeme, v menšej miere sú zastúpené pseudogleje a glejové pôdy, z hľadiska pôdneho druhu patria medzi stredne ťažké pôd. Lokality sa nachádzajú v nadmorskej výške od 420 do 1459 m n. m.

Pri riešení projektu sme sa zamerali na sledovanie botanického zloženia, kvality trávneho porastu a pôdnych vlastností. V 1. fáze projektu sa uskutočnil monitoring trávnych porastov za účelom zistenia aktuálneho stavu a vypracovania návrhu opatrení. V 2. fáze, po realizácii odporúčaných opatrení sa opätovne posúdi aktuálny stav trávnych porastov a porovná sa s východiskovým stavom. Pri botanickom hodnotení pri odhade pokryvnosti jednotlivých druhov na lokalitách sme použili Tansleyho stupnicu (Tansley, Chip, 1926 in Stanová a Valachovič, 2002). Fytoecologické *zápisy boli robené* na vybraných reprezentatívnych plochách o veľkosti 5 × 5 m metódou projektívnej dominancie v percentách podľa Klappa (Klapp, 1965). Na jar 2019 (máj) sme v blízkosti plôch fytoecologických zápisov z vrstvy 0–150 mm odobrali pôdne vzorky systémom zmesnej vzorky na stanovenie – pH (KCl), Cox (Tjurin), Nt (Kjeldahl), P, K, Mg, Ca (Mehlich III). Odber nadzemnej fytohmoty sme uskutočnili pred 1. kosbou na zistenie obsahu dusíkatých látok, vlákny, N, P, K, Ca, Na, Mg. Produkčnú schopnosť porastov sme odobrali z plochy 1 m<sup>2</sup> a prepočítali hospodárskou úrodou na t.ha<sup>-1</sup> sušiny. Okrem produkčných funkcií sme sledovali aj mimoprodukčné funkcie trávnych porastov podľa Jurka (1990) a bonitu trávnych porastov podľa Nováka (2004). Pre účely tohto článku hodnotíme len územie ochranného pásu Nízkych Tatier, Slovenského raja, Slánskych vrchov a Čergova, v rámci ktorých hodnotíme vybrané charakteristiky získaných výsledkov z roku 2019.

---

## Výsledky a diskusia

Na základe terénneho prieskumu v roku 2019 sme jednotlivé lokality zaradili do kategórií spôsobu využívania (kosené, mulčované, opustené – hospodársky nevyužívané porasty a v minulosti košarované). Rôzny spôsob ich využívania spôsobil, že sa na nich vyvinuli rôzne typy rastlinných spoločenstiev, ktoré sa odlišujú svojim druhovým zložením a biodiverzitou. Na základe druhového zloženia prevládajúcim typom vegetácie na väčšine územia boli trávne porasty biotopu Lk1 – Nížinné až podhorské kosné lúky, zväz *Arrhenatherion elatioris* KOCH 1926, ktoré sa vyskytovali v nižších nadmorských výškach v rozmedzí od 420 do 720 m n.m.. Z dôvodu nedostatočného využívania sa v nich začínajú presadzovať krmovinárske menej hodnotné druhy tráv a bylín, medzi ktorými prevládala najmä *Centaurea phrygia*. Vo vyšších nadmorských výškach prevládajú na lokalitách druhovo chudobnejšie porasty biotopu Lk2 – Horské kosné lúky zväzu *Violion caninae* a porasty patriace do zväzu *Polygono – Trisetion*. Medzi najviac zachované a druhovo pestré patria podhorské lúky v katastrálnom území Liptovskej Tepličky, využívané ako jedno kosné lúky, na jeseň spásané hovädzím dobytkom. Tieto porasty sú príležitostne hnojené maštaľným hnojom. Vďaka pravidelnému využívaniu sa tieto lúky vyznačujú vysokou druhovou diverzitou a zachovávajú si svoj poloprírodný charakter (Ružičková, Dobrovodská, Valachovič, 1999). Medzi najzachovalejšie porasty s najvyššou druhovou diverzitou patria také porasty, ktoré sú pravidelne ručne kosené v katastri obce Východná a vlhkostné lúky v okolí Čierneho Váhu. Na nevyužívaných, opustených plochách sú porasty znehodnotené prevládajúcimi nitrofilnými burinnými druhmi. Medzi najviac poškodené patrili lúky, ktoré boli v minulosti intenzívne košarované a neskôr opustené. Obidva uvedené faktory spôsobili, že pôvodné druhovo pestré porasty sa zmenili v ruderalizované stanovištia s jedným, dvoma prevládajúcimi druhmi.

Prevažná časť trávnych porastov na hodnotených lokalitách, najmä v pohorí Slánskych vrchov a Čergova sa využíva dlhodobo mulčovaním, čo vedie k hromadeniu nadzemnej biomasy a živín v pôde a následnému šíreniu konkurenčne silných druhov tráv, najmä *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*. Preto nami navrhnuté odporúčania spočívajú v návrate pôvodných foriem hospodárenia, kosenia a pasenia.

Rôzne spôsoby obhospodarovania ovplyvňujú aj kvalitu jednotlivých porastov, ako to vyplýva z tabuľky 1. Nutričná kvalita sena z horských trávnych porastov je obvyčajne nižšia vzhľadom na nižší obsah živín a skutočnosť, že sa jedná o málo produkčné trávne porasty, ako to uvádza aj Ružičková a Kalivoda (2007) a čo potvrdili aj nami získané výsledky. Avšak ich druhové bohatstvo a kvetnatý vzhľad je daný zastúpením dvojklíčnolistových rastlinných druhov a liečivých bylín, ktoré majú pozitívny účinok nielen na zdravotný stav zvierat ale aj na kvalitu vyrobeného mlieka z horských lúk. Kosené porasty si zachovávajú primeranú kvalitu krmu a z hľadiska celkovej biodiverzity sú druhovo najbohatšie. Vzhľadom na to, že dlhodobé mulčovanie najmä v neskoršom termíne vedie k znižovaniu počtu druhov, k zvyšovaniu obsahu živín v pôde a k zvyšovaniu pokryvnosti niektorých tráv náročnejších na živiny, z tohto hľadiska odporúčame obhospodarovať trávne porasty kosením. Opustené lokality bez pravidelného hospodárenia

najmä vo vyšších nadmorských výškach sú tvorené zväčša nekultúrnymi trávami v porovnaní s kvetnatými horskými lúkami vyšších polôh. Najvyšší obsah dusíkatých látok bol na lokalite Chata Veľký Bok, ktorá sa v minulosti košarovala a v priebehu rokov sa tu vyvinula nitrofilná vegetácia s prevahou štiavca alpínskeho (*Rumex alpinus*). Tu sme zaznamenali vyšší obsah dusíkatých látok, P a K v porovnaní s ostatnými spôsobmi využívania. Môžeme si to dať do súvisu s tým, že vplyvom bývalého košarovania došlo k zvýšenej koncentrácii minerálnych foriem dusíka, o čom svedčí aj výrazne vyšší obsah celkového N v pôde. K podobným zisteniam sme dospeli v predchádzajúcich pokusoch s košarovaním (Ondrášek *et al.*, 2011, Martincová a Ondrášek, 2013) na stanovišti Donovaly, kde v dôsledku dlhodobého stádlenia oviec aj po uplynutí 17 rokov boli namerané zvýšené hodnoty celkovej mineralizácie dusíka a nitrifikácie.

**Tabuľka 1** Chemické zloženie trávnej hmoty

Porast/Index	NL	vláknina	Nt	P	K	Ca	Na	Mg
g.kg <sup>-1</sup>								
<b>Nízke Tatry</b>								
kosené (30 lokalít)	89,03	295,08	14,24	2,28	18,7	10,06	0,29	3,24
mulčované (14 lokalít)	94,79	272,09	15,16	2,24	19,45	10,44	0,29	3,77
opustené (3 lokality)	104,53	291,79	16,73	2,09	19,05	8,49	0,28	2,94
košarované (1 lokalita)	151,59	208,48	24,25	3,07	26,27	6,93	0,31	3,85
<b>Slovenský raj, Slánske vrchy, Čergov</b>								
kosené ( 9 lokalít)	133,78	282,97	21,4	3,59	29,23	9,15	0,29	2,86
mulčované ( 41 lokalít)	91,9	303,8	14,7	2,15	20,29	6,83	0,25	2,34

## Záver

V posledných desaťročiach sa na našom území stávame svedkami mnohých zmien, ktorých dôsledkom je úbytok lúk a pasienkov a celkovo biodiverzity. Tieto zmeny spôsobuje aj zastavenie obhospodarovania, ktoré vedie k postupnej zmene druhového zloženia až sukcesným štádiám. Realizácia obnovných opatrení by mala prispieť k obnove horských trávnych ekosystémov, čo sa následne premietne do roviny krajnotvornej, lesoochranskej, poľnohospodárskej, celospoločenskej (zvýšenie atraktívnosti krajiny, zvýšenie biodiverzity, eliminácia environmentálnych rizík opustených porastov a pod.), čo považujeme za veľký ekonomický a spoločenský prínos.

## Literatúra

EDWARDS, A. R. – MORTIMER, S. R. – LAWSON, C.S. – WESTBURY, D.B. – HARRIS, S.J. – WOODCOCK, B.A. – BROWN, V.K. 2007. Hay strewing, brush harvesting of seed and soil disturbance as tools for the enhancement of botanical diversity in grasslands. *Biological Conservation* 134 (3): 372–382.

- KIRMER, A. – TISCHEW, S. 2006. *Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden*, B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006, DE, 195 s.
- KLAPP, E. 1965. *Grünlandvegetation und Standort*. Verlag Paul Parey – Berlin und Hamburg, 1965.
- JONGEPIEROVÁ, I. – MITCHLEY, J. – TZANOPOULOS, J. 2007. A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures. *Biol Conserv* 139:297–305
- JURKO, A. 1990. *Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie*. 1. vydanie, Bratislava: Príroda, 1990, 200 s. ISBN 80-0700-391-6
- MAGLOCKÝ, Š. a kol. 2000. *Ochrana flóry v Slovenskej republike*. Nitra – Bratislava: SPU, 180 s. – ISBN 80-7137-724-4
- MARTINCOVÁ, J. – ONDRÁŠEK, L. 2013. Produkcia a kvalita košarovaných trávnych porastov v závislosti od druhového zloženia a pôdnobiologických vlastností pôdy In *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013. (Sborník příspěvků)* L. Bláha (Ed.). VÚRV, v.v.i. Praha & Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013, 13–14. 2. 2013, s. 272–272-277, ISBN 978-80-213–2357-5 (ČZÚ), ISBN 978-80-7427-131-1 (VÚRV)
- NOVÁK, J. 2004. Evaluation of grassland quality. In *Ekológia*, vol. 23, 2004, no.2, pp.127–143. ISSN 1335–342X.
- ONDRÁŠEK, L. – MARTINCOVÁ, J. – ČUNDERLÍK, J. 2011. Effects of folding on nitrogen mineralization and the instantaneous content of mineral forms of nitrogen in grassland soil In Pötsch, E.M, Krautzer B. – Hopkins. A (ed.): *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions. Proceedings of the 16 Symposium of the EGF*, Gumpenstein, Austria, 29–31, august 2011, *Grassland Science in Europe*, Vol. 16, str. 235–237 ISBN 978-3-902559-65-4
- RUŽIČKOVÁ, H. – DOBROVODSKÁ, M. – VALACHOVIČ, M. 1999. Landscape-ecological evaluation of vegetation in relation to the forms of anthropogenic relief in the cadastre of Liptovská Teplička village, the Nízke Tatry Mts. *Ekológia* (Bratislava), 18, 4, p. 381–400.
- RUŽIČKOVÁ, M. – KALIVODA, H. 2007. *Kvetnaté lúky. Prírodné bohatstvo Slovenska*. VEDA, 2007.
- SCOTTON, M. – KIRMER, A. – KRAUTZER, B. 2012. *Practical Handbook for Seed Harvest and Ecological Restoration of Species-Rich Grasslands*. Padova: CLEUP, 2012, 116s.
- SLÁVIKOVÁ, D. – KRAJČOVIČ, V. 1998. *Ochrana biodiverzity a obhospodarovanie trvalých trávnych porastov CHKO BR Poľana 2*. Bratislava: IUCN, 1998, 205 s.
- STANOVÁ, V. – VALACHOVIČ, M. (eds.) 2002. *Katalóg biotopov Slovenska*, DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 pp.

## PodĎakovanie

Táto práca vznikla vďaka projektu „Spoločne za zachovanie a obnovu biodiverzity karpatských horských ekosystémov“ realizovaného v rámci programu Interreg V-A Poľsko – Slovensko 2014–2020 a spolufinancovaného Európskou úniou z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Výhradnú zodpovednosť za obsah tejto publikácie nesú jej autori a nedá sa stotožniť s oficiálnym stanoviskom Európskej únie.



---

# INTENZIFIKÁCIA ALUVIÁLNEJ LÚKY A PÔDNE UKAZOVATELE

## FERTILISER INTENSIFICATION OF ALLUVIAL MEADOW AND SOIL INDICATORS

Vladimíra Vargová, Zuzana Kováčiková

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica 974 23, vladimira.vargova@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Účelom tejto štúdie bolo vyhodnotiť vplyv dlhodobého hnojenia aluviálnej lúky na agrochemické vlastnosti pôdy trávneho porastu. V západnej časti Zvolenskej kotliny bol založený poľný experiment v nadmorskej výške 350 m n. m. Pokus pozostával z 9 variantov hnojenia: nehnojený variant, varianty s hnojením 50, 100, 150 a 200 kg N.ha<sup>-1</sup> s dvoma pomermi živín NPK (1: 0,3: 0,8 a 1: 0,15: 0,4). Trávny porast bol kosený trikrát. Pôda je fluvizem, hlinitá s počiatočným pH pôdy (KCl) = 6,03. V rokoch 2016–2018 sa znížilo pH (KCl) pôdy na hodnotu v rozmedzí 4,26–4,55. Najvýraznejšie zníženie pH pôdy bolo na variantoch s pomerom živín NPK 1: 0,15: 0,4. Na týchto variantoch sa zistil aj pokles obsahu prístupného dusíka, fosforu a draslíka v pôde pre rastliny.

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the impact proportion of long term fertilization on the agrichemical soil properties of a grass sward on an alluvial meadow. A field experiment was established in the western part of the Zvolenská kotlina basin at 350 m a.s.l. The experiment consisted of 9 variants of fertilization: unfertilized grass swards, grass swards fertilized 50, 100, 150 and 200 kg N/ha with two nutrient ratios (1 : 0.3 : 0.8 and 1 : 0.15 : 0.4). Grass swards were cut three times. The soil is loamy fluvisol; the initial soil pH (KCl) is 6.03. During 2016–2018 the soil pH (KCl) decreased to the values in range 4.26–4.55. The most significant decrease of soil pH was in the treatments with nutrients (NPK) ratio of 1 : 0.15 : 0.4. In soil of these treatments were found also lower contents of plant's accessible nitrogen, phosphorus and potassium.

**Kľúčové slová:** aluviálna lúka, dlhodobé hnojenie, trávny porast, agrochemické vlastnosti pôdy  
**Keywords:** alluvial meadow, long-term fertilization, grass sward, agri-chemical soil properties

## Úvod

Vlastnosti pôd sú ovplyvňované edafickými faktory ako geologický podklad, pôdny druh a pôdny typ (Skládanka *et al.*, 2014). Dostupnosť živín v pôde sa mení pôsobením zrážok, teploty, vetra, pôdneho typu a pôdnej reakcie (Maathuis, 2009). Intenzívne dusíkaté anorganické hnojenie spôsobuje silné odčerpávanie živín a zvyšovanie kyslosti pôdy (Jančovič, 2002). Hnojenie ovplyvňuje zmeny nadzemného habitu, množstvo a kvalitu organickej hmoty v pôde. Vyvážené hnojenie mierne zvyšuje intenzitu rozkladu pôdnej organickej hmoty a súčasne zvyšuje tvorbu koreňovej hmoty (Holúbek *et al.*, 2007). Do pôdy pod trávny porast sa dostávajú aj živiny z opadu po mineralizácii, aj dusík pútaním hrčkotvornými baktériami a fosfor mycéliom mykoríznych húb (Novák, 2008). Cieľom práce bolo zistiť vplyv intenzifikácie na pôdne ukazovatele – pH, obsah organickej hmoty, dusíka, fosforu, draslíka, horčíka a pomer C : N.

## Materiál a metódy

Pokus bol založený v západnej časti Zvolenskej kotliny v lokalite Veľká Lúka (350 m n. m) v roku 1961 metódou blokov náhodne usporiadaných v štyroch opakovaniach, s veľkosťou pokusnej parcely 32 m<sup>2</sup> (4 x 8 m). Pôdne pomery stanovišťa sú geologický substrát – aluviálne naplaveniny, pôdny typ je fluvizem na nekarbonátových substrátoch, pôdny druh je hlinitý. V príspevku uvádzame výsledky za obdobie rokov 2016–2018. Trávny porast z fytoecologického hľadiska bol charakterizovaný ako *zväz Alopecurion pratensis*.

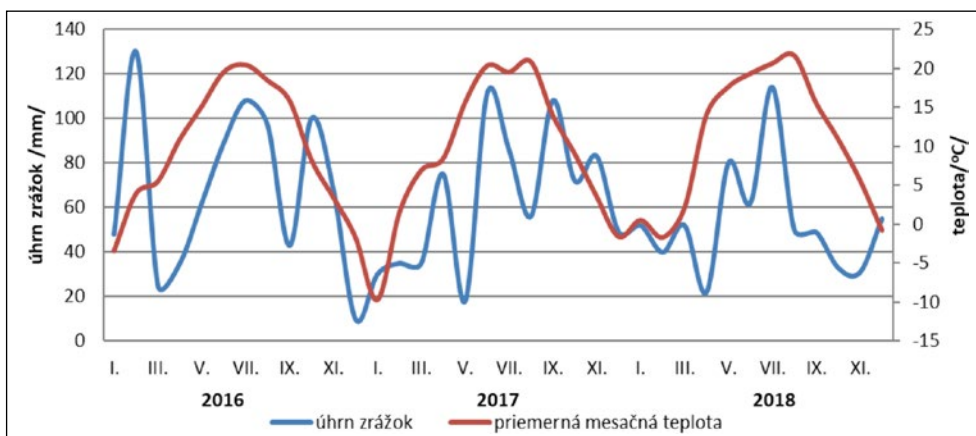
Tabuľka 1 Varianty pokusu

Varianty/ dodané živiny (kg.ha <sup>-1</sup> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1 : 0,3 : 0,8				1 : 0,15 : 0,4			
N	0	50	100	150	200	50	100	150	200
P	0	15	30	45	60	7,5	15	22,5	30
K	0	40	80	120	160	20	40	60	80

Pokus pozostával z deviatich variantov s rôznou úrovňou hnojenia (Tab. 1). Skoro na jar bola aplikovaná prvá dávka hnojív (65 % N a celá dávka P a K) a po prvej kosbe bola dodaná druhá dávka N (35 %). Dusík bol aplikovaný vo forme liadku amónneho s vápencom (obsah N 27 %), fosfor vo forme superfosfátu (obsah P 19 %) a draslík vo forme draselnej soli (obsah K 60 %). Porasty boli kosené 3x : 1. kosba – začiatok klasenia prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba – 6 až 8 týždňov po 1. kosbe, 3. kosba – 8 až 10 týždňov po predchádzajúcej. Sypané pôdne vzorky sme odoberali v jesennom období (október) z hĺbky 0–150 mm. Z odobratých priemerných pôdnych vzoriek sme stanovovali pH v KCl, C<sub>ox</sub>, N, P, K, Mg a C:N podľa Vyhlášky MPRV SR č. 151/2016 Z. z.

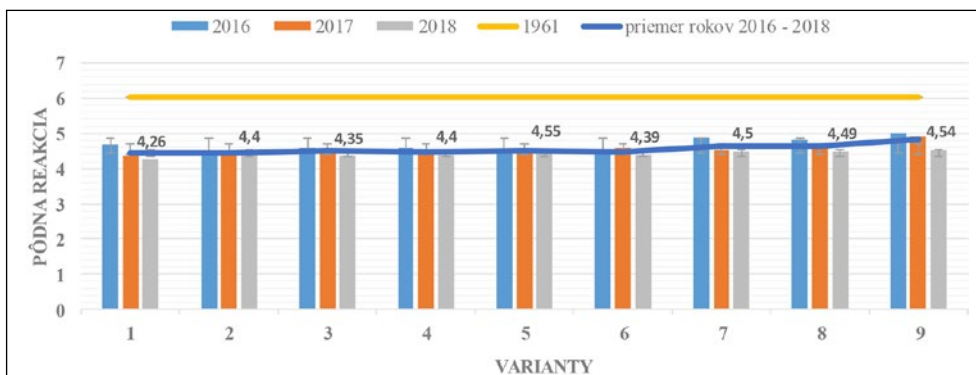
## Výsledky a diskusia

V roku 2016 bolo vegetačné obdobie s vyššími priemernými teplotami v letnom období a nízkym úhrnom zrážok v jarnom a jesennom období (Obr. 1). Priemerná teplota za vegetačné obdobie bola 16,7 °C s úhrnom zrážok 434 mm. Rok 2017 mal počas vegetácie úhrn zrážok 454 mm (o 20 mm viac ako v roku 2016). Najviac zrážok spadlo v júli a septembri. V týchto mesiacoch bol najväčší počet dní so zrážkami 5 a viac mm, pričom priemerné mesačné teploty vzduchu boli najvyššie. Priemerná teplota za vegetačné obdobie bola 16,4 °C, čo je menej o 0,03 °C ako v roku 2016. Rok 2018 bol zrážkovo podnormálny, za vegetáciu spadlo len 328 mm, najnižší úhrn zrážok bol v apríli (22 mm). V júli bolo najviac zrážok (114 mm) spolu s druhou maximálnou priemernou mesačnou teplotou 20,6 °C. Priemerná teplota vzduchu za vegetáciu bola najvyššia v tomto roku a to 18,1 °C, čo je o 1,4 resp. 1,7 °C viac ako v rokoch 2016 a 2017.



Obrázok 1 Walterov klimatogram 2016–2018

Pri porovnaní hodnoty pH (6,03) v roku založenia pokusu 1961, so sledovaným obdobím 2016–2018, nastalo zníženie hodnoty (Obr. 2) pôdnej reakcie, rovnaké výsledky uvádza aj Michalec *et al.* (2007) pri nezmenenom spôsobe využívania TTP.



Obrázok 2 Zmeny pôdnej reakcie (pH)

Tabuľka 2 Agrochemické vlastnosti pôdy 2016

Variant	pH/ KCl pH	C <sub>ox</sub> g.kg <sup>-1</sup>	N g.kg <sup>-1</sup>	P mg.kg <sup>-1</sup>	K mg.kg <sup>-1</sup>	Mg mg.kg <sup>-1</sup>	C : N
1	4,68	28,81	3,43	1,51	111,22	456,31	8,40
2	4,49	27,64	3,15	2,21	107,77	311,65	8,77
3	4,59	24,73	2,93	13,16	97,19	313,31	8,44
4	4,59	26,48	3,05	39,26	121,42	444,13	8,68
5	4,45	21,53	2,44	73,86	97,19	347,65	8,82
6	4,45	20,66	2,98	1,74	97,19	381,57	6,93
7	4,89	23,28	2,76	2,07	100,75	403,43	8,43
8	4,81	24,44	3,02	3,26	100,75	377,22	8,09
9	5,02	21,53	2,92	5,87	93,59	400,51	7,37

V roku 2016 bola pôdna reakcia extrémne až silne kyslá a oscilovala v rozpätí od 4,45 do 5,02 (Tab. 2). Najvyššie pH sa zistilo na variante 9. Varianty 6 až 9 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššie hodnoty pH ako varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 (2 až 5), okrem variantu 6, kde bola najnižšia pôdna reakcia. Na nehnojenom variante sme zaznamenali vysoký obsah organickej hmoty (28,81 g.kg<sup>-1</sup>) a dusíka (3,43 g.kg<sup>-1</sup>). Vyšší obsahu C<sub>ox</sub>, dusíka, fosforu a draslíka bol na variantoch 2 až 5 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8. Zásoba prijateľného dusíka v pôde bola od 2,44 g.kg<sup>-1</sup> (variant 5) do 3,43 g.kg<sup>-1</sup> (variant 1). Maximálnu hodnotu obsahu draslíka (121,42 mg.kg<sup>-1</sup>) sme zistili na variante 4. Varianty s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššiu zásobu prijateľného horčíka v pôde ako varianty s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8, okrem variantu 8. Pomer uhlíka k celkovému dusíku (C : N) vyjadruje kvalitatívnu stránku humusu. Humus má dobrú kvalitu pri pomere menšom ako 10. Všetky varianty mali pomer v rozmedzí od 6,93–8,77 čo svedčí o zvýšenej mineralizačnej schopnosti pôdy.



**Tabuľka 3** Agrochemické vlastnosti pôdy 2018

Variant	pH/ KCl pH	C <sub>ox</sub> g.kg <sup>-1</sup>	N g.kg <sup>-1</sup>	P mg.kg <sup>-1</sup>	K mg.kg <sup>-1</sup>	Mg mg.kg <sup>-1</sup>	C : N
1	4,26 <sup>a</sup>	33,60 <sup>a</sup>	3,02 <sup>a</sup>	2,31 <sup>a</sup>	105,43 <sup>a</sup>	411,11 <sup>a</sup>	11,13 <sup>a</sup>
2	4,40 <sup>a</sup>	30,90 <sup>a</sup>	3,27 <sup>a</sup>	3,14 <sup>a</sup>	113,47 <sup>a</sup>	391,78 <sup>a</sup>	9,45 <sup>a</sup>
3	4,35 <sup>ab</sup>	34,80 <sup>a</sup>	3,61 <sup>a</sup>	12,11 <sup>a</sup>	117,42 <sup>a</sup>	335,76 <sup>a</sup>	9,64 <sup>a</sup>
4	4,40 <sup>ab</sup>	27,30 <sup>a</sup>	2,95 <sup>a</sup>	18,88 <sup>ab</sup>	119,48 <sup>a</sup>	366,84 <sup>a</sup>	9,25 <sup>a</sup>
5	4,55 <sup>ab</sup>	34,20 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>	19,73 <sup>b</sup>	168,56 <sup>a</sup>	309,78 <sup>a</sup>	10,86 <sup>a</sup>
6	4,39 <sup>a</sup>	34,20 <sup>a</sup>	2,95 <sup>a</sup>	3,92 <sup>a</sup>	103,82 <sup>a</sup>	433,69 <sup>a</sup>	11,59 <sup>a</sup>
7	4,50 <sup>ab</sup>	30,60 <sup>a</sup>	3,19 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	109,48 <sup>a</sup>	383,59 <sup>a</sup>	9,59 <sup>a</sup>
8	4,49 <sup>ab</sup>	34,50 <sup>a</sup>	3,82 <sup>a</sup>	5,12 <sup>a</sup>	111,33 <sup>a</sup>	410,81 <sup>a</sup>	9,03 <sup>a</sup>
9	4,54 <sup>b</sup>	30,90 <sup>a</sup>	2,88 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>	114,48 <sup>a</sup>	430,01 <sup>a</sup>	10,73 <sup>a</sup>

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t* – test, P = 0,05).

Pokles pôdnej reakcie nastal v ďalšom roku (rok 2017, 4,35–4,91) a s výraznejším, preukazným poklesom ( $P < 0,05$ ) v roku 2018 (Tab. 3). V roku 2018 sa pH pôdy pohybovalo od 4,26 na variante 1 do 4,55 na variante 5, čo je extrémne kyslá pôdna reakcia. Štatisticky preukazne ( $P < 0,05$ ) najvyššiu pôdnu reakciu za sledované roky sme zaznamenali v roku 2016 na variante 9 (Tab. 2). Varianty 7 a 8 s pomerom živín 1 : 0,15 : 0,4 mali vyššie hodnoty pH ako varianty 3 a 4. Obsah organických látok stúpala takmer na všetkých variantoch v roku 2017 a 2018, najvyšší obsah bol v roku 2017 na variante 4 (35,10 g.kg<sup>-1</sup>). Na nehnosenom variante sme zaznamenali vysoký obsah organickej hmoty od 28,81 g.kg<sup>-1</sup> do 33,60 g.kg<sup>-1</sup> a dusíka (3,43 g.kg<sup>-1</sup>–3,34 g.kg<sup>-1</sup>). Jančovič *et al.* (2007) zistil zvýšenie obsahu C<sub>ox</sub> na intenzívne hnojených variantoch. Najvyššia zásoba dusíka v pôde bola na variante 3 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 (3,61 mg.kg<sup>-1</sup>). Varianty 2–5 (s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8) vykazovali vyšší obsah dusíka, fosforu a draslíka. Dusík predstavuje dôležitý prvok, ktorý vplýva na posun v druhovom zložení, kontroluje diverzitu, dynamiku a funkciu mnohých ekosystémov (Vitousek *et al.*, 1997). Obsah draslíka v rokoch mierne stúpala, pričom najvyšší bol na variante 5 v roku 2018. Rovnakú tendenciu mal aj obsah horčíka s najvyššou hodnotou v roku 2017 na variante 9 (477,53 mg.kg<sup>-1</sup>), ale bez signifikantného vplyvu. Varianty

6, 8 a 9 boli s vyššou zásobou prijateľného horčíka v pôde vo všetkých rokoch. Kobza *et al.*, (2010) uvádzajú, že naše pôdy sú dobre zásobené horčíkom, s čím korešpondujú aj nami zistené výsledky. Varianty 2 až 4 s pomerom živín 1 : 0,3 : 0,8 mali humus s dobrou kvalitou, ich pomer C : N bol menší ako 10. Čím je pomer väčší (viac než 10), je humus menej kvalitný (Hraško a Bedrna, 1988). Najširší pomer C : N (11,59 : 1) sa zistil na variante 6 (dávka N 50 kg, 1 : 0,15 : 0,4).

**Tabuľka 4** Vplyv rokov a variantov na pôdnu reakciu a zásoby prvkov v pôde

Faktor		pH	C <sup>ox</sup> g.kg <sup>-1</sup>	N g.kg <sup>-1</sup>	P mg.kg <sup>-1</sup>	K mg.kg <sup>-1</sup>	Mg mg.kg <sup>-1</sup>	C : N
Rok	2016	4,66 <sup>b</sup>	24,34 <sup>a</sup>	2,96 <sup>a</sup>	14,99 <sup>a</sup>	103,48 <sup>a</sup>	381,51 <sup>a</sup>	8,21 <sup>a</sup>
	2017	4,56 <sup>b</sup>	31,96 <sup>b</sup>	2,88 <sup>a</sup>	11,43 <sup>a</sup>	116,94 <sup>a</sup>	392,83 <sup>a</sup>	11,24 <sup>b</sup>
	2018	4,43 <sup>a</sup>	32,33 <sup>b</sup>	3,20 <sup>a</sup>	12,31 <sup>a</sup>	117,29 <sup>a</sup>	382,75 <sup>a</sup>	10,14 <sup>b</sup>

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey *t* – test, P = 0,05).

Výsledky pokusu ukazujú signifikantný vplyv rokov na pôdnu reakciu, obsah organickej hmoty a pomer C : N (Tab. 4). Štatisticky preukazne (P < 0,05) najvyšší obsah fosforu v pôde bol na variante 5 (Tab. 3). Maathius (2009) konštatuje, že vplyvom zrážok, teploty, pôdneho typu a pôdnej reakcie sa môže meniť dostupnosť živín v pôde.

## Záver

Na rast a vývoj rastlín výrazne vplyva agrochemická vlastnosť pôdy a to pôdna reakcia. Prirodzený acidifikačný proces je akcelerovaný intenzívnym hospodárením a pretrvávajúcou acidifikačnou záťažou. Príkladom takejto záťaže sú stúpajúce dávky dusíka, hlavne jeho vyššie dávky, ktoré spôsobujú antropogénne podmienenú acidifikáciu. Za sledované obdobie sa znížila hodnota pôdnej reakcie, s výraznejším poklesom na variantoch 7 až 9 s dávkami dusíka 50 až 200 kg.ha<sup>-1</sup> a fosforu a draslíka v pomere NPK (1 : 0,15 : 0,4). Na týchto variantoch sme zaznamenali zníženie obsahu prístupného dusíka, fosforu a draslíka v pôde.

## Literatúra

- HOLÚBEK, R. *et al.*: *Krmovinnárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín*. Nitra. 2007, 420s. ISBN 978-80-8069-911-6
- HRAŠKO, J., BEDRNA, Z.: *Aplikované pôdoznalectvo* Bratislava: Príroda, 1988, 474 s.
- JANČOVIČ, J.: Vplyv hnojenia a využívania na vyplavovanie živín a zmeny pôdnych vlastností v trávnom ekosystéme. In: *Ekológia trávneho porastu VI*. Banská Bystrica. 2002, s. 138–146. ISBN 80-968890-7-9
- JANČOVIČ, J. *et al.*: Základné agrochemické vlastnosti kambizeme pod trávny porastom v dlho-

- 
- dobom pokuse. In: *Ekológia trávneho porastu VII*. Banská Bystrica. 2007, s. 328–332. ISBN 978-80-88872-69-6
- Kobza, J. *et al.*: Aktuálny stav a vývoj obsahu fosforu, draslíka a horčíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska. In: *Agrochémia*, roč. 50, 2010, č.1, s. 3–8.
- Maathuis, F. : Physiological function of mineral macronutrients. In: *Current Opinion in Plant Biology*, 12, 2009, vol. 3, s. 250–258.
- Michalec, M. *et al.*: Vplyv dlhodobého hnojenia údolných lúk. In: *Súčasnosť a perspektívy krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny*. Nitra. 2007, s. 128–131. ISBN 978–80-8069–929-1
- Novák, J.: *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza. 2008, 708s. ISBN 978–80-85674–23-1
- Skládanka, J. *et al.*: *Pícninárství*. Brno: MU, 2014, 368 s. ISBN 978–80-7509–111-6
- Vitousek, P. *et al.*: Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. In: *Ecological Applications*, 7, 1997, s. 737–750.

---

# KRITÉRIÁ VYHODNOCOVANIA A MULTIFUNKCIONALITA VÝSKUMU EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB – REŠERŠ

## EVALUATION CRITERIA AND MULTIFUNCTIONALITY OF ECOSYSTEM SERVICE RESEARCH – REVIEW

Stanislav Kološta<sup>1</sup>, Jarmila Makovníková<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Ekonomická fakulta UMB, Tajovského 10, 975 90 Banská Bystrica,  
stanislav.kolosta@umb.sk*

<sup>2</sup> *Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany  
pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica,  
jarmila.makovnikova@vupop.sk*

---

### Abstrakt

Problematika skúmania ekosystémových služieb (ES) je intenzívne diskutovanou témou naprieč širokým spektrom prírodovedných a spoločenských disciplín. Cieľom článku je poskytnúť obsahovo širšie zameraný prehľad o výsledkoch štúdií v oblasti skúmania ES so zameraním na ich vyhodnocovanie, multifunkčné kritériá a predpokladané smerovanie výskumu v tejto oblasti v najbližšom období. Z analyzovaných štúdií vyplýva, že v blízkej budúcnosti bude dôležité, aby sa prijali a rozvíjali transdisciplinárne prístupy hodnotenia ES zamerané na kombináciu poznatkov o súčasnom stave a trajektoriách ES a na podporu zmien v rôznych socio-ekologických systémoch. Tento proces umožní zlepšenie rozhodovacieho procesu na úrovni formálnych inštitúcií a spoločenských a pomôže pri vývoji riešení zložitých sociálno-environmentálnych problémov, ako sú ochrana, manažment, obnova a využívanie ES, čím prispeje k trvalo udržateľnému rozvoju a zlepšovaniu životných podmienok.

### Abstract

The issue of exploring ecosystem services (ES) is an intensively discussed topic across a wide range of natural and social disciplines. The aim of the article is to provide a broader overview of the results of studies in the field of ES research focused on their evaluation, multifunctional criteria and the anticipated direction of research in this area in the near future. Analyzed studies show that in the near future it will be important to adopt and develop transdisciplinary approaches aimed at combining state of the present knowledge and trajectories to support change in different socioecological systems. This process will enable decision-making at the

---

level of formal institutions and communities to be improved and will help to develop solutions to complex socio-environmental problems such as ES protection, management, recovery and exploitation, thereby contributing to sustainable development and improvement of living conditions.

**Kľúčové slová:** ekosystémové služby, kritériá multifunkcionality, vyhodnotenie.

**Keywords:** ecosystem services, multifunctionality criteria, evaluation.

## Úvod

Problematika analýzy a hodnotenia ekosystémových služieb (ES) je často diskutovanou témou naprieč širokým spektrom prírodovedných a spoločenských disciplín. Databáza Scopus eviduje k 11. marcu 2020 44 506 štúdií zameraných na skúmanie ekosystémov a ES z rôznych uhlov pohľadu. Jedným z ich základných rysov sú spôsoby a kritériá vyhodnocovania. Táto oblasť je obsahovo tak široká a rýchlo sa vyvíjajúca, že vedecká komunita v poslednom období pociťuje potrebu aspoň parciálnych sumarizácií výsledkov doterajšieho výskumu.

## Materiál a metódy

Cieľom článku je poskytnúť obsahovo širšie zameraný prehľad o výsledkoch štúdií v oblasti skúmania ekosystémových služieb so zameraním na ich vyhodnocovanie, multifunkčné kritériá a predpokladané smerovanie výskumu v tejto oblasti v najbližšom období. Analyzovali sme 39 z nášho pohľadu najrelevantnejších štúdií zameraných na parciálnu sumarizáciu výsledkov hodnotenia ekosystémových služieb, ktorých výsledky sme syntetizovali v ďalších častiach článku.

## Výsledky a diskusia

Udržateľnosť ekosystémov si vyžaduje integráciu ekonomického, sociálneho a ekologického rozmeru, ktorú prináša koncept ekosystémových služieb. Ekosystémové služby poskytujú výhody, ktoré ľudia získajú z ekosystémov v rôznych formách. Úžitky, ktoré ľudia z ekosystémov získavajú prispievajú k sociálno-kultúrnemu a ekonomickému blahobytu, to jest prispievajú ku kvalite ich zdravia, k zamestnanosti a príjmom. Všetky tieto úžitky je možné vyčísliť, hodnotiť či oceniť. Vzťahy medzi jednotlivými ekosystémovými službami môžu byť neutrálne (kedy nedochádza k vzájomnému ovplyvňovaniu jednotlivých služieb ani v pozitívnom, ani v negatívnom zmysle), synergické, ktoré je výsledkom kombinácie spolupôsobenia viacerých služieb, kedy dochádza plnením jednej služby k následnej podpore druhej služby a konfliktné, ktoré je výsledkom kombinácie spolupôsobenia viacerých služieb, kedy dochádza k súčasnému zhoršeniu jednej a zlepšeniu druhej poskytovanej služby (Wu a Li, 2019). Pri synergii dochádza k súčinnosti jednotlivých zložiek a výsledným efektom je vyšší potenciál jednotlivých služieb.

---

Početné vzťahy a rôzne prepojenia medzi rôznymi ekosystémovými službami sú príčinou nutnosti prijímania kompromisov (nazývaných trade-offs) v rozhodovaní pri manažovaní ekosystémov. Často sa pri manažmente týchto služieb stretávajú hľadiská a záujmy rôznych záujmových subjektov, napríklad rozdielny pohľad turistu a poľnohospodára na poľnohospodársku krajinu (Lescourret *et al.*, 2015).

Pochopenie týchto vzťahov je rozhodujúce pre prijímanie sofistikovanejších a udržateľnejších rozhodnutí v hospodárskych politikách a postupoch v oblasti životného prostredia a využívania pôdy (Dennis a James, 2017; Vogdrup-Schmidt a kol., 2017). Mnoho štúdií je zameraných na konceptuálne chápanie vzťahov v rámci fungovania ekosystémov a ľudských aktivít. Napríklad Bennett a kol. (2009) navrhli dve teoretické cesty analyzovania vzťahov medzi ES: (1) účinky vzájomných faktorov a (2) interakcie medzi ES. Cord a kol. (2017) určili štyri hlavné budúce študijné ciele pre vzájomné vzťahy ekosystémových služieb, a to charakteristika, príčiny, biofyzikálne obmedzenia a manažment interakcie ekosystémových služieb.

Medzi hlavné regulačné ekosystémové služby patria kontrola erózie, zadržiavanie vody v krajine, regulácia kvality vzduchu, regulácia klímy a sekvestrácia uhlíka. Regulačné ekosystémové služby sú slabšie vzájomne prepojené v porovnaní s zásobovacími službami (Wu a Li, 2019, Makovníková *et al.*, 2018). Z analýzy doterajších štúdií vyplýva, že vyššia možnosť synergických vzťahov je medzi akumuláciou vody v pôde, reguláciou erózie, reguláciou kvality vzduchu a reguláciou klímy. Vyššia pravdepodobnosť kompromisných vzťahov bola zistená medzi sekvestráciou uhlíka a reguláciou kvality ovzdušia. Negatívny vzťah je medzi potenciálom zásobovacej služby a potenciálom prírodných predpokladov pre rekreáciu, (Felipe-Lucia, 2014). Ekosystémové služby sú nelineárne prepojené a zmeny jednej služby sa môžu pozitívne alebo negatívne odraziť na tej druhej (napríklad zvýšenie úrod poľnohospodárskych plodín na ornej pôde zníži regulačné služby, napríklad sekvestráciu uhlíka či biodiverzitu).

Pre analýzu a hodnotenie ekosystémových služieb je dôležité zvoliť vhodné atribúty, ktoré sa budú sledovať. Wu a Li (2019) za najpodstatnejšie atribúty, resp. hodnotiace kritériá uvádzajú:

- a) Signifikantnosť: ekologická a sociálna dôležitosť, čo znamená, že služba by mala byť schopná odrážať zdravie ekosystémov.
- b) Súlad/zhodnosť: široko využívané a pomerne dobre preštudované kritériá/indikátory.
- c) Reprezentatívnosť: potreba reprezentovať rôzne zložky ekosystému (t. j. vzduch, voda, pôda, biologické zložky) .
- d) Kvantifikovateľnosť: objektívna kvantifikovateľnosť indikátorov.

Intenzifikácia systémov poľnohospodárskej výroby a zábery pôdy kvôli rozrastaniu miest viedli k veľkým zmenám v krajinách s dominanciou človeka a vyvolali diskusiu o multifunkčnom využití územia (Haines-Young a Potschin, 2010). Keďže riadenie a zásahy ľudí môžu významne zmeniť fungovanie ekosystémov a tým poskytovanie benefitov ES, je dôležité, aby ľudia uplatňovali znalosť vzťahov medzi ES, a aby sa podporila synergia medzi týmito službami v rámci multifunkčného využívania krajiny (Bodnaruk a kol., 2017; Grêt-Regamey a kol.,

---

2017). Aj keď sa tejto téme venuje čoraz väčšia pozornosť v politike a výskume, koncepcii stále chýba jej praktická implementácia čiastočne kvôli rôznym konceptom a hodnoteniu samotnej multifunkčnosti (Holting a kol., 2019). Viaceré štúdie sa snažia analyzovať a hodnotiť ES pomocou metód ako sú priestorové modelovanie, participatívne prieskumy a štatistická analýza (Lautenbach a kol., 2010; Inostroza a kol., 2017).

Na rozdiel od systémov využívania pôdy, ktoré sú maximalizované smerom k ponuke jednej alebo niekoľkých služieb ekosystému, multifunkčné územia sa vyznačujú vysokou rozmanitosťou a hojnosťou rôznych služieb v rámci tej istej priestorovej jednotky (Stürck a Verburg, 2017). Multifunkčné územia majú pozitívny vplyv na ochranu biodiverzity a celkové udržiavanie služieb ekosystému, napríklad na kvalitu pôdy, opeľovaciu kapacitu alebo produkciu biomasy (Raudsepp-Hearne a kol., 2010), čím sa zvyšuje ekologická odolnosť územia (O'Farrell a Anderson, 2010). Multifunkčné systémy využívania pôdy zvýšia celkové výhody, ktoré môžu spoločnosti plynúť z ekosystému (Otte a kol., 2007) a umožnia minimalizovať konflikty vo využívaní krajiny, ktoré vznikajú z konkurenčných záujmov (Brandt a Vejre, 2004).

Vďaka týmto myšlienkam sa multifunkčnosť (MF) stala kľúčovým pojmom v rámci medzinárodných právnych predpisov, ako je spoločná poľnohospodárska politika Európskej únie, či v medzivládnych organizáciách ako sú Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) či OECD (FAO, 2000; OECD, 2001; Otte a kol., 2007). Politická podpora sa poskytuje prostredníctvom agro-environmentálnych opatrení a produkcia nekomoditných funkcií sa považuje za možnosť rozvoja vidieckych oblastí (Holmes, 2006).

Dnes existuje všeobecná zhoda v tom, že koncepcia MF by mala byť „viac ako politická iniciatíva“ (Lovell a Johnston, 2009). Rôzni vedci preto vyvinuli metódy na kvantifikáciu MF. Takéto kvantitatívne hodnotenia by mali pomôcť lepšie porozumieť procesom v multifunkčnej krajine. Aj keď neexistuje jednotný prístup k hodnoteniu a kvantifikácii MF (Andersen a kol., 2013; Hansen a Pauleit, 2014), najčastejšie sa súbor služieb ekosystému agreguje do jednej metriky (hodnotiaceho systému), ktorá odhaduje úroveň MF (Byrnes a kol., 2014; Rodríguez-Loinaz a kol., 2015).

Existuje veľké množstvo ukazovateľov MF, ktoré dávajú rôznu váhu a význam jednotlivým službám. Niektoré ukazovatele MF zhŕňajú alebo priemerujú všetky služby v danej krajine (Byrnes a kol., 2014; Mouillot a kol., 2011). Ďalšie ukazovatele MF zodpovedajú iba za služby, ktoré sú nad určitou hranicou, na základe predpokladu, že iba vysoká úroveň ponuky prispieva k hodnote multifunkčného prostredia (Byrnes a kol., 2014). A nakoniec, na rozdiel od predchádzajúcich dvoch príkladov, ktoré sa zameriavajú na počet ekosystémových služieb, Stürck a Verburg (2017) použili ukazovatele diverzity (napr. Shannonov index), ktoré zodpovedajú relatívnym podielom ekosystémových služieb na celkovej hodnote.

Environmentálne ukazovatele, ako sú ukazovatele MF, vo všeobecnosti zohrávajú dôležitú úlohu pri hodnotení environmentálnych podmienok a zmien, ako aj pri stanovovaní environmentálnych cieľov (Heink a Kowarik, 2010). Posúdenie MF ekosystémových služieb prostred-

---

níctvom ukazovateľov kvantitatívnym spôsobom však môže byť náročné. Takéto ukazovatele musia zachytávať veľmi komplexné sociálno-ekologické systémy a zároveň byť ľahko interpretovateľné a technicky uskutočniteľné (Quero a kol., 2013). Agregácia služieb ekosystému do jednotlivých ukazovateľov preto viedla k určitým rozporom vo výskume MF a vedecká komunita požadovala integrovanejšie metódy vyhodnocovania (Byrnes a kol., 2014; Mastrangelo a kol., 2014). Holting a kol. (2019) poskytli návod na stanovenie priorít a urýchlenie používania kvantitatívnych hodnotení MF v rôznych oblastiach výskumu s cieľom zlepšiť hodnotenia MF a ich interpretácie:

1. MF sa musí posudzovať odlišne v závislosti od kontextu výskumu. Výber ekosystémových služieb je preto kritickým prvým krokom v návrhu štúdie a nemal by byť postavený iba na dostupnosti údajov. V závislosti od výskumnej otázky sa MF môže napríklad hodnotiť zameraním výlučne na ekologické aspekty alebo viac na integračné sociálno-ekonomicko-ekologické perspektívy.
2. Pri výbere použitého ukazovateľa MF sa musia zohľadniť základné predpoklady, ako aj silné a slabé stránky každého prístupu. Na odhad citlivosti výsledkov sa môže použiť kombinácia viacerých metód. Štúdie MF by mali ďalej zahŕňať integračnú analýzu kompromisov a synergií medzi jednotlivými službami ekosystému.
3. Posúdenia MF so sociálno-ekologickým zameraním sa môžu výrazne posilniť výraznejším (cieleným) zapojením zainteresovaných strán. Umožnilo by to ich použitie ako normatívneho nástroja plánovania a zvýšilo by to relevantnosť hodnotení v rámci rozhodovacích procesov.

„Integrovaný prístup“ výskumu a hodnotenia ekosystémových služieb považujú viacerí autori za veľmi potrebný (Ewel, 2001; Müller a kol., 2010). Historicky sa obsahové zameranie integrovaných prístupov v priebehu času vyvíjalo odlišne (Perevochtchikova a kol., 2019):

- i. Ekologický rozmer predstavoval dominantné zameranie do roku 1970 s uznaním environmentálnych vplyvov na viacerých úrovniach a sformulovaním funkčnej ekologickej výroby (Mooney a Ehrlich, 1987);
- ii. Sociálny rozmer sa objavil po Štokholmskej konferencii v roku 1972 so zameraním na analýzu vzťahu spoločnosti a prírody (Berkes a Folke, 2014);
- iii. Hospodársky rozmer sa rozšíril najmä v 90. rokoch 20. storočia na základe práce Costanza a Daly (1992); a
- iv. V roku 2005 sa objavil politický rozmer v rámci návrhov Miléniového hodnotenia ekosystémov (Mora-Vega a kol., 2012).

## Záver

V blízkej budúcnosti bude dôležité, aby sa prijali a rozvíjali medzivedné prístupy ES zamerané na kombináciu poznatkov o súčasnom stave a trajektóriách ES na podporu zmien v rôznych socio-ekologických systémoch. Tento proces umožní zlepšenie rozhodovacieho pro-



cesu na úrovni formálnych inštitúcií a spoločností a pomôže pri vývoji riešení zložitých sociálno-environmentálnych problémov, ako sú ochrana, riadenie, obnova a využívanie ES, čím prispeje k udržateľnému rozvoju a zlepšovaniu životných podmienok.

V rámci fungovania ľudských aktivít v rámci kapacity prírodného kapitálu je potrebné, aby sa zohľadnili v rámci praktických odporúčaní koncepčné a technické obmedzenia ekonomických subjektov v rámci hodnotení ES vo vzťahu k výrobným možnostiam a spotrebiteľskému dopytu. Ako jedna z možností hodnotenia životného cyklu výrobkov sa ukazuje integrovanie otázok ES v rámci LCA analýzy životného cyklu produktov/technológií (D'Amato a kol., 2020). Vzhľadom na to, že európske biohospodárstvo sa zameriava na výrobky s vysokou pridanou hodnotou, nedostatok relevantných štúdií LCA (analýza životného cyklu) vo vzťahu k ekosystémom predstavuje oblasť potenciálneho rozvoja a praktickej aplikácie v rámci hospodárskych politík krajín. Priesečník LCA a biohospodárstva by navyše mohol viac objasniť otázky obehu kapitálu v rámci obehovej ekonomiky, čo je prioritou aj vo vnútroštátnych politikách na európskej úrovni. Vzťahy medzi biohospodárstvom a ES zostávajú nedostatočne zastúpenou oblasťou výskumu vrátane porozumenia dopadov a vzájomných závislostí rôznych biohospodárskych činností. Jednou z veľkých výziev pre tvorcov politík a pre efektívny manažment využívania územia je koordinácia vzťahov medzi kompromismi (trade-offs) ES s cieľom dosiahnuť obojstranne prospešné výsledky (win-win) pre spoločnosť aj ekosystémy (Howe a kol., 2014; Zheng, Wang, Wu, 2019).

Článok je výstupom v rámci projektu APVV-18-0035 Oceňovanie ekosystémových služieb prírodného kapitálu ako nástroja hodnotenia sociálno-ekonomického potenciálu územia.

## Literatúra

- ANDERSEN, P.S. – VEJRE, H. – DALGAARD, T. – BRANDT, J. 2013. An indicator-based method for quantifying farm multifunctionality. *Ecol. Indic.* 25, 166–179.
- BENNETT, E.M. – PETERSON, G.D. – GORDON, L.J. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol. Lett.* 12, 1394–1404.
- BERKES F. – FOLKE, C. 2014. *Capital cultural, capital natural y desarrollo sustentable: una perspectiva sistémica*. Disponible en web: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/152/capital.html>.
- BODNARUK, E.W. – KROLL, C.N. – YANG, Y. – HIRABAYASHI, S. – NOWAK, D.J. – EN-DRENY, T.A. 2017. Where to plant urban trees? A spatially explicit methodology to explore ecosystem service tradeoffs. *Landscape Urban Plann.* 157, 457–467.
- BRANDT, J. – VEJRE, H. (Eds.), 2004. Multifunctional landscapes – motives, concepts and perceptions. *Multifunct. Landsc.* 1, 3–32.
- BYRNES, J.E.K. – GAMFELDT, L. – ISBELL, F. – LEFCHECK, J.S. – GRIFFIN, J.N. – HECTOR, A. – CARDINALE, B.J. – HOOPER, D.U. – DEE, L.E. – EMMETT DUFFY, J. 2014. Investigating the relationship between biodiversity and ecosystem multifunctionality: challenges and solutions. *Methods Ecol. Evol.* 5, 111–124.
- CORD, A.F. – BARTKOWSKI, B. – BECKMANN, M. – DITTRICH, A. – HERMANS-NE-

- 
- UMANN, K. – KAIMM, A. – LIENHOOP, N. – LOCHER-KRAUSE, K. – PRIESS, J. – SCHRÖTER-SCHLAACK, C. – SCHWARZ, N. – SEPPELT, R. – STRAUCH, M. – VÁC-LAVÍK, T. – VOLK, M. 2017. Towards systematic analyses of ecosystem service trade-offs and synergies: main concepts, methods and the road ahead. *Ecosyst. Serv.* 28, 264–272.
- COSTANZA, R. – DALY, H.E. 1992. Natural capital and sustainable development. *Conserv. Biol.* 6 (1), 37–46.
- D. D'AMATO, D. – GAIO, M. – SEMENZIN, E. 2020. A review of LCA assessments of forest-based bioeconomy products and processes under an ecosystem services perspective. *Science of the Total Environment*, 706, 135859.
- DENNIS, M. – JAMES, P. 2017. Ecosystem services of collectively managed urban gardens: exploring factors affecting synergies and trade-offs at the site level. *Ecosyst. Serv.* 26, 17–26.
- EWEL, K.C. 2001. Natural resource management: the need for interdisciplinary collaboration. *Ecosystems* 4, 716–722.
- FAO, 2000. *Taking Stock of the Multifunctional Character of Agriculture and Land Table of Contents* [WWW Document]. URL<[http://www.fao.org/docrep/x2776e/X2776E01.htm#P31\\_224/](http://www.fao.org/docrep/x2776e/X2776E01.htm#P31_224/)>.
- GRÊT-REGAMEY, A. – WEIBEI, B. – BAGSTAD, K.J. – FERRARI, M. – GENELETTI, D. – KLUG, H. – SCHIRPKE, U. – TAPPEINER, U. 2014. On the effects of scale for ecosystem SERVICES MAPPING. PLOS ONE 9, E112601.
- HAINES-YOUNG, R. – POTSCHIN, M. 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: *Ecosystem Ecology: A New Synthesis, BES Ecological Reviews Series*. Cambridge University Press (iE), Cambridge, pp. 110–139.
- HANSEN, R. – PAULEIT, S. 2014. *From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas*. AMBIO 43, 516–529.
- HEINK, U. – KOWARIK, I. 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecol. Indic.* 10, 584–593.
- HOLMES, J. 2006. Impulses towards a multifunctional transition in rural Australia: gaps in the research agenda. *J. Rural Stud.* 22, 142–160.
- HOLTING, L. – BECKMANN, M. – VOLK, M. – CORD, A. F. 2019. Multifunctionality assessments – More than assessing multiple ecosystem functions and services? *A quantitative literature review Ecological Indicators*, 103, 226–235.
- 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. *Glob. Environ. Change.* 28, 263–275.
- INOSTROZA, L. – KÖING, H.J. – PICKARD, B. – ZHEN, L. 2017. Putting ecosystem services into practice: trade-off assessment tools, indicators and decision support systems. *Ecosyst. Serv.* 26, 303–305.
- LAUTENBACH, S. – VOLK, M. – GRUBER, B. – DORMANN, C.F. – STRAUCH, M. – SEPPELT, R. 2010. Quantifying Ecosystem Service Trade-offs. In: *Int. Congr. Environ. Model Software*, pp. 417.
- LESCOURRET, F. – MAGDA, D. – RICHARD, G. – BLONDON, A. F. A. – BARDY, M. – BAUDRY, J. – DOUSSAN, I. – DUMONT, B. – LEFÈVRE, F. – LITRICO, I. – CLOUAIRE, R. M. – MONTUELLE, B. – PELLERIN, S. – PLANTEGENEST, M. – TANCOIGNE, E. – THOMAS, A. – GUYO-

- MARD, H. – SOUSSANA, L. F. 2015. A social–ecological approach to managing multiple agro–ecosystem services. *Environmental Sustainability* 2015, 14: 68–75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2015.04.001>
- LOVELL, S.T. – JOHNSTON, D.M. 2009. Creating multifunctional landscapes: how can the field of ecology inform the design of the landscape? *Front. Ecol. Environ.* 7, 212–220.
- MAKOVNÍKOVÁ, J, PÁLKA, B. – ŠIRÁŇ, M. – HOUŠKOVÁ, B. – KANIANSKA, R. – KIZEKOVÁ, M. 2018. Ecosystem services in differently used agroecosystems along a climatic gradient in Slovakia. *Open Journal of Ecology*, 2018, vol. 8, 12, pp. 623–645, ISSN 2162-1985
- MASTRANGELO, M.E. – WEYLAND, F. – VILLARINO, S.H. – BARRAL, M.P. – NAHUE-LHUAL, L. – LATERRA, P. 2014. Concepts and methods for landscape multifunctionality and a unifying framework based on ecosystem services. *Landsc. Ecol.* 29, 345–358.
- MOONEY, H.A. – EHRlich, P.R. 1987. Ecosystem Services: a fragmentary history. In: DAILY, G.C. (Ed.), *Nature's services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington D.C. – pp. 11–22
- MORA-VEGA, R. – SÁENZ-SEGURA, F. – LE COQ, J.F. 2012. *Servicios ambientales y ecosistémicos: conceptos y aplicaciones en Costa Rica. Puentes entre el comercio y el desarrollo sostenible* 13 (2), 20–23.
- MOUILLOT, D. – VILLÉGER, S. – SCHERER-LORENZEN, M. – MASON, N.W.H. 2011. *Functional structure of biological communities predicts ecosystem multifunctionality*. PLoS One 6, e17476.
- MÜLLER, F. – DE GROOT, R. – WILLEMEN, L. 2010. Ecosystem services at the Landscape scale: the need for integrative approaches. *Landscape* 23.
- O'FARRELL, P.J. – ANDERSON, P.M. 2010. Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 2, 59–65.
- OECD, 2001. *Multifunctionality: Towards an Analytical Framework*.
- OTTE, A. – SIMMERING, D. – WOLTERS, V. 2007. Biodiversity at the landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land use. *Landsc. Ecol.* 22, 639–642.
- PEREVOCHTCHIKOVA, M. – MORA, G. – FLORES, J. A. H. – MARÍN, W. – FLORES, A. L. – BUENO, A. R. – NEGRETE, I. A. R. 2019. Systematic review of integrated studies on functional and thematic ecosystem services in Latin America, 1992–2017. *Ecosystem Services*, 36, 1–13.
- QUERO, J.L. – MAESTRE, F.T. – OCHOA, V. – GARCÍA-GÓMEZ, M. – DELGADO-BAQUERIZO, M. 2013. On the importance of shrub encroachment by sprouters, climate, species richness and anthropic factors for ecosystem multifunctionality in semi-arid mediterranean ecosystems. *Ecosystems* 16, 1248–1261.
- RAUDSEPP-HEARNE, C. – PETERSON, G.D. – BENNETT, E.M. 2010. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107, 5242–5247.
- STÜRCK, J. – VERBURG, P.H. 2017. Multifunctionality at what scale? A landscape multifunctionality assessment for the European Union under conditions of land use change. *Landsc. Ecol.* 32, 481–500.
- VOGDRUP-SCHMIDT, M. – STRANGE, N. – OLSEN, S.B. – THORSEN, B.J. 2017. Trade-off analysis of ecosystem service provision in nature networks. *Ecosyst. Serv.* 23, 165–173.
- WU, S. – LI, S. 2019. Ecosystem service relationships: Formation and recommended approaches from a systematic review. *Ecological Indicators*, 99, 1–11
- ZHENG, H. – WANG, L. – WU, T. 2019. Coordinating ecosystem service trade-offs to achieve win–win outcomes: A review of the approaches. *Journal of Environmental Sciences*, 82, 103–112.

---

# OBJEMOVÁ HMOTNOSŤ PÔDY A RIZIKO ZHUTNENIA DVOCH ÚZEMÍ S ROZDIELNOU SKLADBOU PÔD

## SOIL BULK DENSITY AND RISK OF COMPACTION OF TWO AREAS WITH DIFFERENT SOIL COMPOSITION

Miloš Širáň, Boris Pálka, Jarmila Makovníková

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum/Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica, Mládežnícka 36, 974 04 Banská Bystrica, e-mail: milos.siran@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Cieľom príspevku je porovnanie a hodnotenie stavu objemovej hmotnosti a zhutnenia dvoch území s rozdielnou skladbou pôd (pôdne typy a druhy). Pri hodnotení sú využité výsledky monitoringu pôd SR s prihliadnutím na špecifiká daných regiónov a zastúpenia jednotlivých pôdnych typov a druhov. Z hľadiska stavu objemovej hmotnosti výrazne priaznivejšie hodnoty dosahuje región Jelšava-Lubeník oproti regiónu Hačava (ornica v kategórii  $<1,35 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ : 68,8 % oproti 39,6 % výmery hodnotených pôd; podornica v kategórii  $> 1,55 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ : 10,1 % oproti 45,5 % výmery). Po zohľadnení textúry pôdy a k nej prislúchajúcich limitov zhutnenia, menšia miera kompaktie je pozorovaná naopak v regióne Hačava, najmä v rámci podornice (v kategórii rizika kompaktie  $<20 \%$  je 73,4 % oproti 41,1 % výmery hodnotených pôd), v ktorom je zastúpený vysoký podiel ľahkých, voči kompaktii odolnejších pôd (44,4 % oproti 8,8 % výmery v oblasti Jelšava-Lubeník). Daný príklad ukazuje, že na posúdenie stavu kompaktie pôdy je nevyhnutná dôsledná analýza objemovej hmotnosti v kontexte textúry pôdy.

**Kľúčové slová:** kompaktia pôd, indikátory zhutnenia pôd, analýza regiónov

### Abstract

The aim of the paper is to evaluate and compare the state of soil bulk density and soil compaction of two areas with different soil composition (soil type and texture). The evaluation uses the results of soil monitoring in Slovakia, taking into account the specifics of the regions and the representation of individual soil types and textures. For soil bulk density state, Jelšava-Lubeník region reaches a more favourable values compared to Hačava region (topsoil in the category  $<1.35 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ : 68.8 % compared to 39.6 % of the area of evaluated soils; subsoil

---

in the category  $> 1.55 \text{ g.cm}^{-3}$ : 10.1 % vs. 45.5 % of the area). After taking into account the soil texture and the associated compaction limits, a lower rate of compaction is observed in the Hačava region, especially within the subsoil (in the category of compaction risk  $< 20$  % is 73.4 % compared to 41.1 % of the area of assessed soils), which is represented with a high proportion of texturally light, to the compaction more resistant soils (44.4 % compared to 8.8 % of the area in the Jelšava-Lubeník region). This example shows that for appropriate assessment of soil bulk density it is necessary to assess the state of soil compaction in the context of actual soil texture.

**Keywords:** soil compaction, indicators, analysis of regions

## Úvod

Kompakcia pôdy je fyzikálna degradácia pôdy, keď vplyvom utlačania dochádza k zmenšeniu jej objemu na úkor celkovej pórovitosti a v rámci nej prevažne nekapilárnych pórov zabezpečujúcich prevzdušnenie pôdy. Uskutočňuje sa zmenou priestorového usporiadania pôdnych agregátov (štruktúrne zhutnenie) prípadne až ich deštrukciou (textúrne zhutnenie). Vzhľadom na mechanizmus účinku (skrytý, postupný a kumulatívny proces), akým negatívne pôsobí na rastliny, a na trend doby, kedy dochádza k intenzifikácii výroby v oblasti poľnohospodárstva hlavne formou využívania výkonných, no i patrične ťažkých mechanizmov, ktoré dokážu vykonávať viacero operácií naraz: zvyšovať produktivitu práce a rentabilnosť výroby, právom patrí medzi závažné novodobé ohrozenia pôdy nielen u nás, ale i vo svete (Lhotský, 2000, Jones a kol. – 2003, Heuscher a kol. – 2005, Eckelmann a kol. – 2006). Zhutnená pôda si prestáva plniť v plnej miere svoje funkcie, hlavne produkčnú (zníženie výnosov, rentabilnosti výroby – zvýšenie náročnosti pri spracovaní pôdy, zníženie účinnosti hnojenia), ako aj rôzne ekologické funkcie (obmedzenie predovšetkým transportných a transformačných procesov).

Nakoľko ide o vratný proces, mechanickým kyprením dochádza k náhlym zmenám objemovej hmotnosti. Trvácnosť nakyprenia závisí od miery deštrukcie pôdnej štruktúry (Zrubec 1998). Pôdy s narušenými agregátmi sa úmerne intenzite ich poškodenia vyznačujú vyššou náchylnosťou k uľahúvaniu, ako i nižšou odolnosťou voči utlačaniu mechanizmami. Preto je dôležité kompakciu pôdy hodnotiť v stave jej rovnovážnej objemovej hmotnosti, ktorej hodnoty sa už v danej sezóne nemenia vôbec, alebo len nepatrne.

V závislosti od pôdnych vlastností, pôdy reagujú odlišne na mechanické tlaky zvonku a môžu byť voči nim viac alebo menej odolné. Výsledky získané v rámci Monitoringu pôd SR (Linkeš a kol. – 1997, Houšková, 2002, Širáň, 2004, 2005, Kobza a kol., 2019), príp. i poznatky z iných literárnych prameňov (Lhotský, 2000, Jones a kol. – 2003, Fulajtár, 2006) ukazujú na to, že objemová hmotnosť ako hlavný indikátor fyzikálneho stavu pôdy, závisí hlavne od textúry, od spôsobu a frekvencie obrábania pôdy (či ide o pravidelne kyprenú ornicu alebo podornicu), ale tiež aj od pôdneho typu, ktorý bližšie charakterizuje stav a heterogenitu ostatných vlastností pôdy (hlavne zrnitosti, obsahu humusu) v pôdnom profile. Nakoniec tieto

poznatky sa využívajú pri modelovaní chýbajúcich hodnôt objemovej hmotnosti v pôdnych databázach (Heuscher a kol. – 2005, Makovníková a kol. – 2005, 2017), príp. pri odhadoch a mapovaní kompaktie pôdy (Zrubec, 1998, Houšková, 2002, Eckelmann a kol. – 2006, Kobza a kol. 2019).

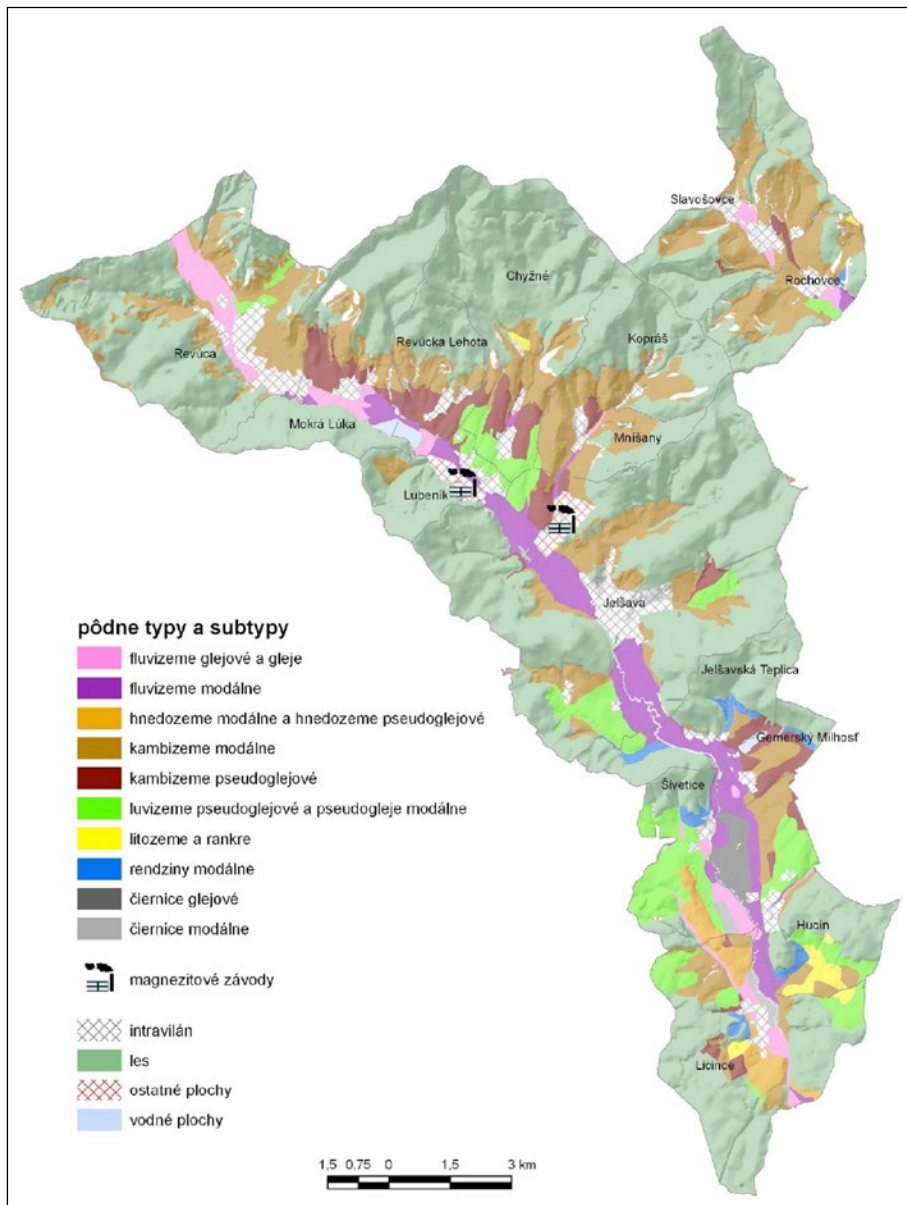
## Materiál a metódy

V rámci vybraných regiónov Jelšava-Lubeník a Hačava (Obr. 1, Tab. 2) bol na základe výsledkov a poznatkov monitoringu pôd SR ako aj priamych terénnych meraní vyhodnotený stav objemovej hmotnosti a kompaktie pôdy a to v rámci ornice i podornice. Údaje objemovej hmotnosti pôdy (OHP) boli štatisticky spracované podľa pôdnych typov resp. subtypov, pri súčasnom zohľadnení pôdnych druhov (potrebných k vyhodnoteniu stavu zhutnenia pôdy). Stav OHP (vyznačený farbami – obrázky 2 až 5) bol vyhodnotený na základe jej priemerných hodnôt v daných skupinách pôd, ktoré boli zatriedené do šiestich kategórií (legenda k mapám). Pri tvorbe hraníc medzi týmito kategóriami boli použité prevažne hodnoty limitov zhutnenia v zmysle vyhlášky MP SR 59/2013 (Tab.1) o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy. Stav kompaktie pôdy (vyjadrený v podobe šrafovaných plôch – obrázky 2 až 5) bol zhodnotený na základe percentuálneho podielu zhutnených lokalít zo všetkých sledovaných lokalít v daných skupinách pôd, ktorý poukazuje na riziko zhutnenia a tiež poskytuje presnejšiu informáciu o stave kompaktie ako priemer objemovej hmotnosti. Riziko zhutnenia bolo rozdelené do piatich kategórií (legenda k mapám).

**Tabuľka 1** Limity zhutnenia pôdy pre jednotlivé pôdne druhy v zmysle vyhlášky 59/2013

Pôdna vlastnosť	Pôdny druh <sup>1</sup>					
	I	IV, IH	H	PH	HP	P
Objemová hmotnosť $p_d$ (g.cm <sup>-3</sup> )	>1,35	>1,40	>1,45	>1,55	>1,60	>1,70
Penetrometrický odpor (MPa)	2,8–3,2	3,2–3,7	3,7–4,2	4,5–5,0	5,5	6,0
pri vlhkosti (% hmotn.)	28–24	24–20	18–16	15–13	12	10
Pórovitosť $P_c$ (obj. %)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Minimálna vzdušná kapacita VzK (obj. %)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Maximálna kapilárna kapacita MKK (obj. %)	>35	>35	>35	–	–	–

<sup>1</sup>Pôdny druh: I – íl, IV – ílovitá, IH – ílovito-hlinitá, H – hlinitá, PH – piesočnato-hlinitá, HP – hlinito – piesočnatá, P – piesočnatá



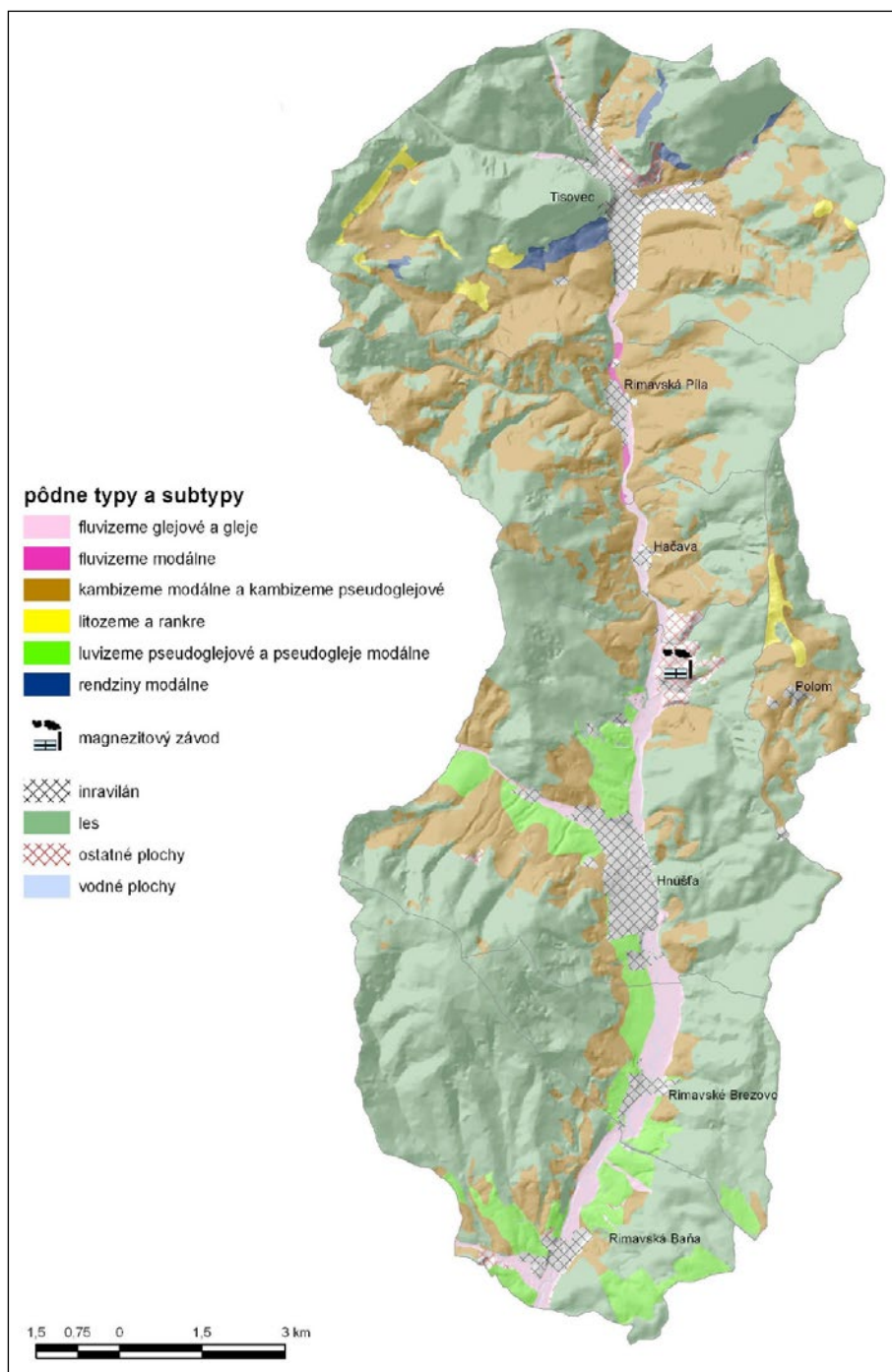
Obrázok 1 Pôdna charakteristika regiónu Jelšava-Lubeník

**Tabuľka 2** Zastúpenie (% plochy poľnohospodárskej pôdy) pôdnych typov a druhov v regiónoch Jelšava-Lubeník a Hačava

Pôdny typ	Jelšava-Lubeník					Hačava				
	P-HP	PH	H	IH-IV	suma <sup>1</sup>	P-HP	PH	H	IH-IV	suma <sup>1</sup>
ČA	–	–	1,6	0,9	2,5	–	–	–	–	–
FMG	–	5,4	6,2	0,4	12,2	–	2,7	4,3	–	7,1
FM	1,4	2,0	2,7	–	6,1	–	–	0,3	–	0,3
KMg	–	0,8	8,3	1,4	10,4	–	–	0,2	–	0,2
KM	7,3	21,9	16,2	0,7	46,1	44,2	19,5	10,3	–	74,1
LMg, PG	–	1,4	13,7	0,7	15,9	–	4,1	8,8	1,2	14,0
HM	–	–	1,2	2,0	3,2	–	–	–	–	–
RA	–	–	1,4	0,6	2,0	–	–	1,2	0,6	1,9
LI + RN	0,1	0,1	0,1	1,3	1,6	0,2	0,8	0,9	0,6	2,5
suma	8,8	31,7	51,4	7,9	100,0	44,4	27,1	26,1	2,4	100,0

Vysvetlivky: P – piesočnatá, HP – hlinito-piesočnatá, PH – piesočnato-hlinitá, H – hlinitá, IH – ílovito-hlinitá, IV – ílovitá, suma<sup>1</sup> – % plochy za daný pôdny typ, resp. druh





Obrázok 2 Pôdna charakteristika regiónu Hačava

## Výsledky a diskusia

Na Slovensku z hľadiska zrnitosti, resp. i hodnotenej časti profilu (ornica, podornica) fyzikálny stav sledovaných pôd sa zhoršoval v smere od zrnitostne ľahších ku ťažším pôdam, kým pri piesočnatých, hlinito-piesočnatých sú hodnoty meraných fyzikálnych parametrov pod limitom zhutnenia, podornice piesočnato-hlinitých ho už dosahujú krajnými hodnotami, rovnako ako ornice hlinitých až ílovitých pôdných druhov. Podornice hlinitých až ílovitých pôd sú už zhutnené aj podľa priemerov s výnimkou hlinitých černoziemí a fluvizemí na karbonátových substrátoch (Kobza a kol. 2019).

Vplyv pôdných typov na objemovú hmotnosť pôdy, príp. stav kompaktie bol vyhodnotený v rámci jednotlivých pôdných druhov a zároveň za všetky odberové cykly (Kobza a kol. 2019). Medzi najrizikovejšie z hľadiska kompaktie patria pseudogleje, pri ktorých stagnuje zrážková voda v hornej časti pôdneho profilu nad málo priepustnou vrstvou vytvorenou nahromadením ílu v nej, čo podporuje proces uľahúvania. Za nimi nasledujú hnedozeme a kambizeme, hlavne subtyp pseudoglejový. Ďalší pôdny predstaviteľ regiónov Jelšava-Lubeník a Hačava fluvizeme, príp. čiernice patria skôr k tým odolnejším pôdam, s vyšším obsahom organickej hmoty.

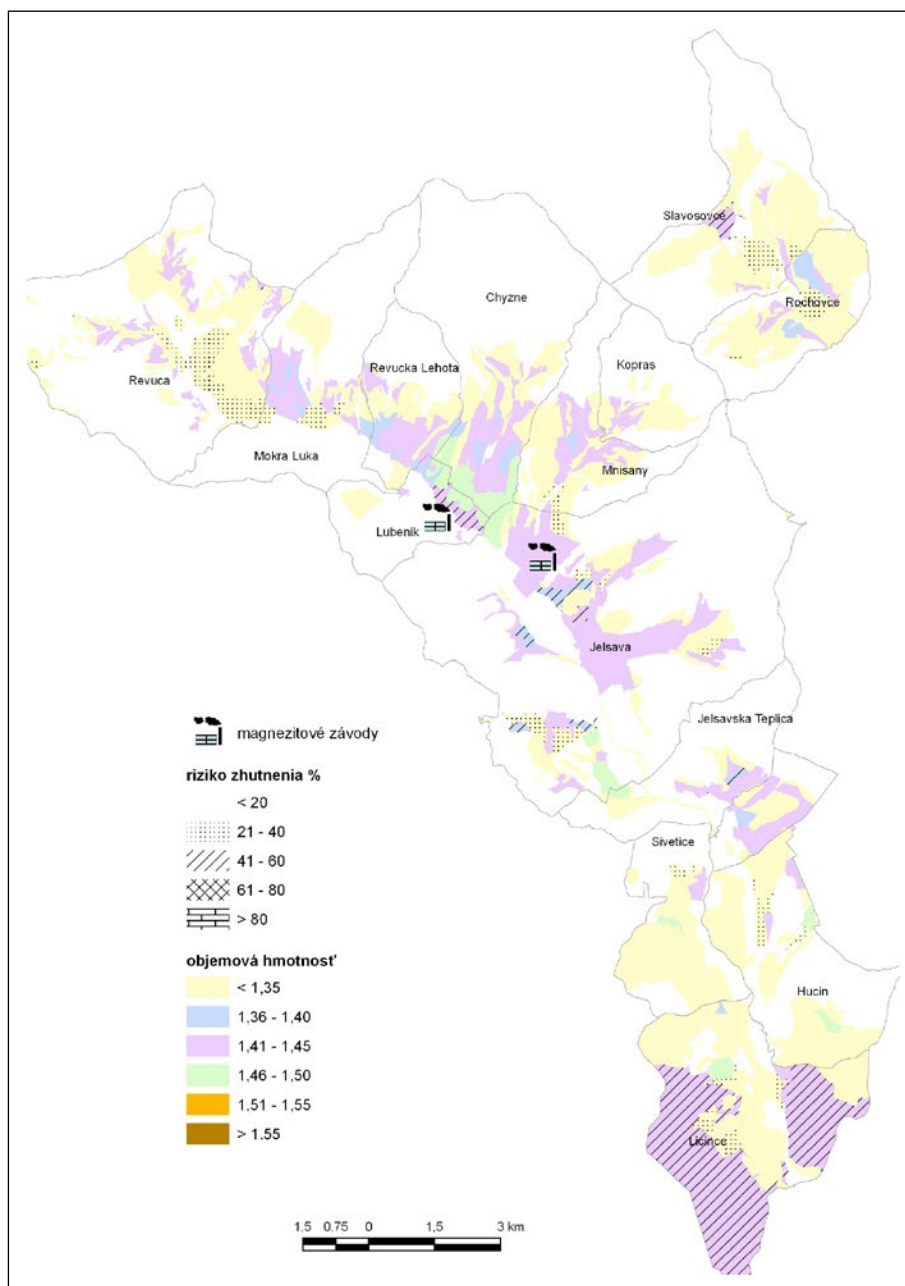
**Tabuľka 3** Zastúpenie pôd (% plochy poľnohospodárskej pôdy) podľa objemovej hmotnosti ornice i podornice v regiónoch Jelšava-Lubeník a Hačava

Objemová hmotnosť pôdy ( $g.cm^{-3}$ )	Jelšava-Lubeník		Hačava	
	ornica	podornica	ornica	podornica
< 1,35	68,8	4,1	39,6	2,5
1,36–1,40	4,2	1,8	4,1	0,6
1,41–1,45	21,6	46,7	53,6	34,2
1,46–1,50	5,4	18,0	2,7	4,4
1,51–1,55	–	19,3	–	12,8
>1,55	–	10,1	–	45,5

**Tabuľka 4** Zastúpenie pôd (% plochy poľnohospodárskej pôdy) podľa rizika zhutnenia v rámci ornice i podornice v regiónoch Jelšava-Lubeník a Hačava

Riziko zhutnenia pôdy (%)	Jelšava-Lubeník		Hačava	
	ornica	podornica	ornica	podornica
< 20	91,0	41,1	96,9	73,4
21–40	6,4	–	2,4	–
41–60	2,6	23,0	0,6	6,1
61–80	–	18,1	–	10,6
> 80	–	17,8	–	9,9

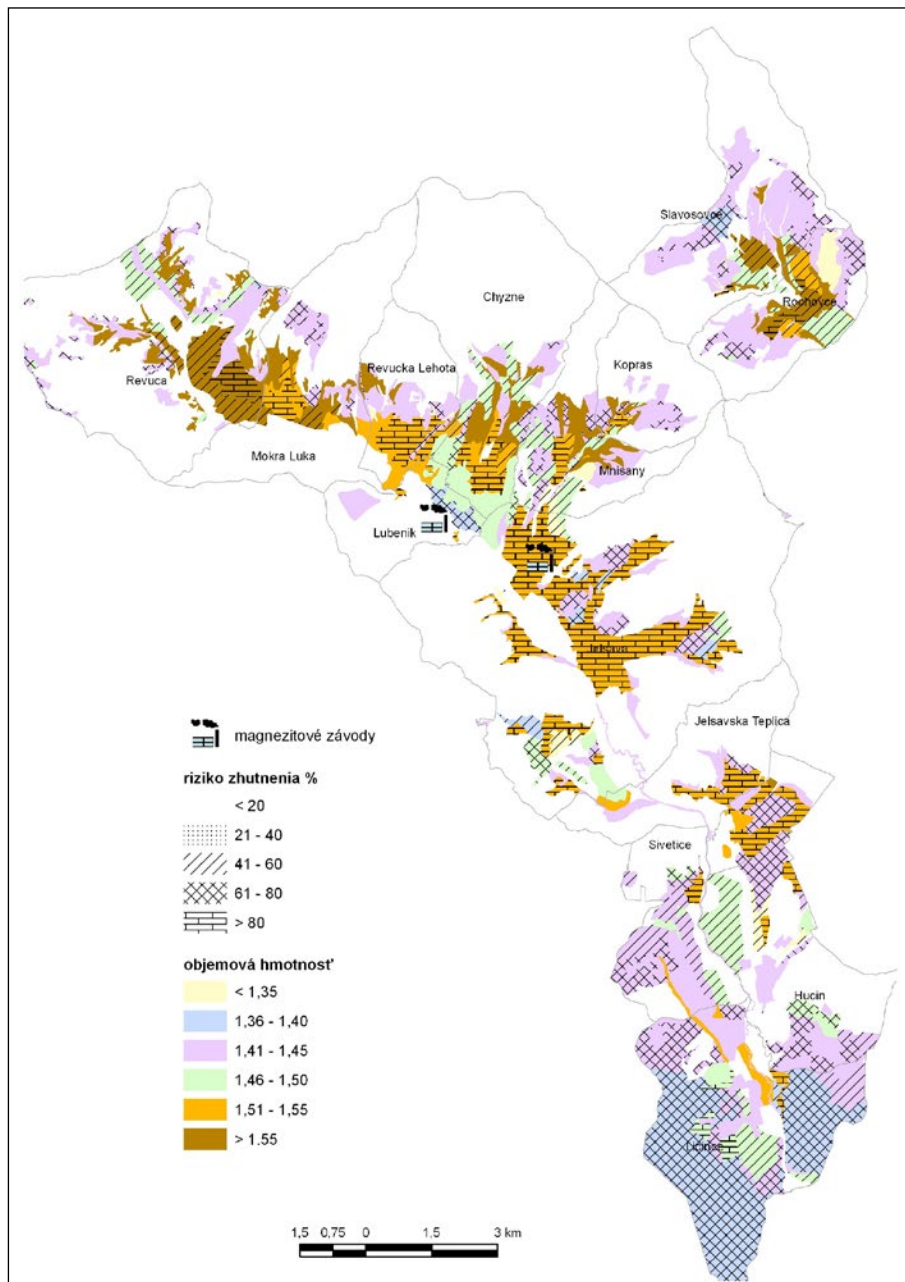
Dané poznatky sme sa snažili uplatniť aj pri tvorbe mapy v rámci hodnotených regiónov



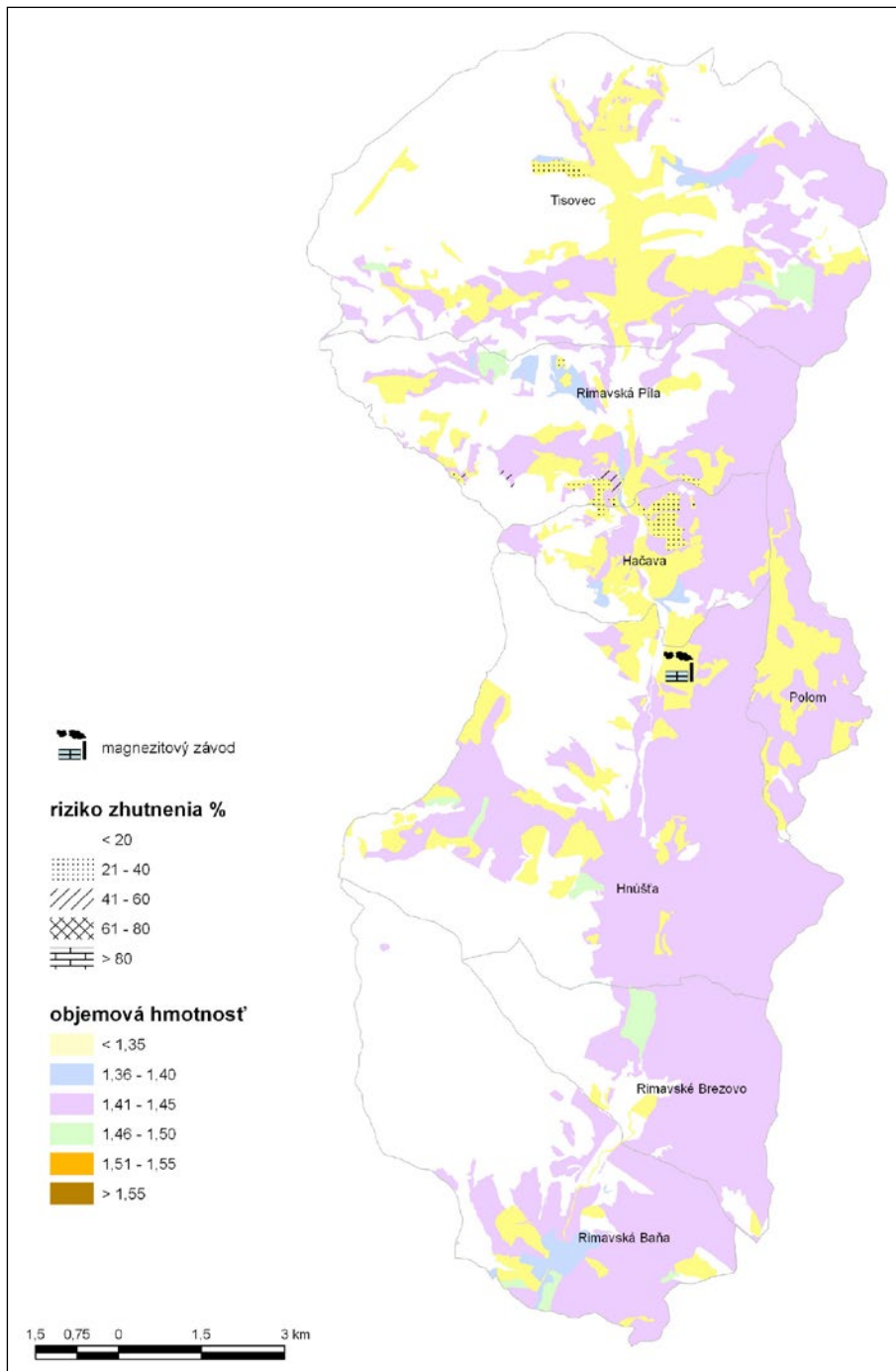
**Obrázok 3** *Stav objemovej hmotnosti ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) a rizika kompaktie v ornici pôd regiónu Jelšava-Lubeník*

Jelšava-Lubeník a Hačava. Čo sa týka objemovej hmotnosti pôdy (OHP) ako hlavného indikátora stavu kompaktie pôdy, priaznivejšie hodnoty (vyššie zastúpenie pôd v kategóriách s nižšou OHP – Tab.3) sú v ornici v porovnaní s podornicou na oboch sledovaných územiach. Ak porovnáme regióny výrazne lepšie je na tom oblasť Jelšava-Lubeník a to v celom sledovanom profile pôdy (v ornici i podornici). K určeniu kompaktie pôdy však samotná OHP nestačí, a ako už bolo naznačené, je potrebné ju brať v kontexte s textúrou pôdy. Čím je pôda zrnitost-

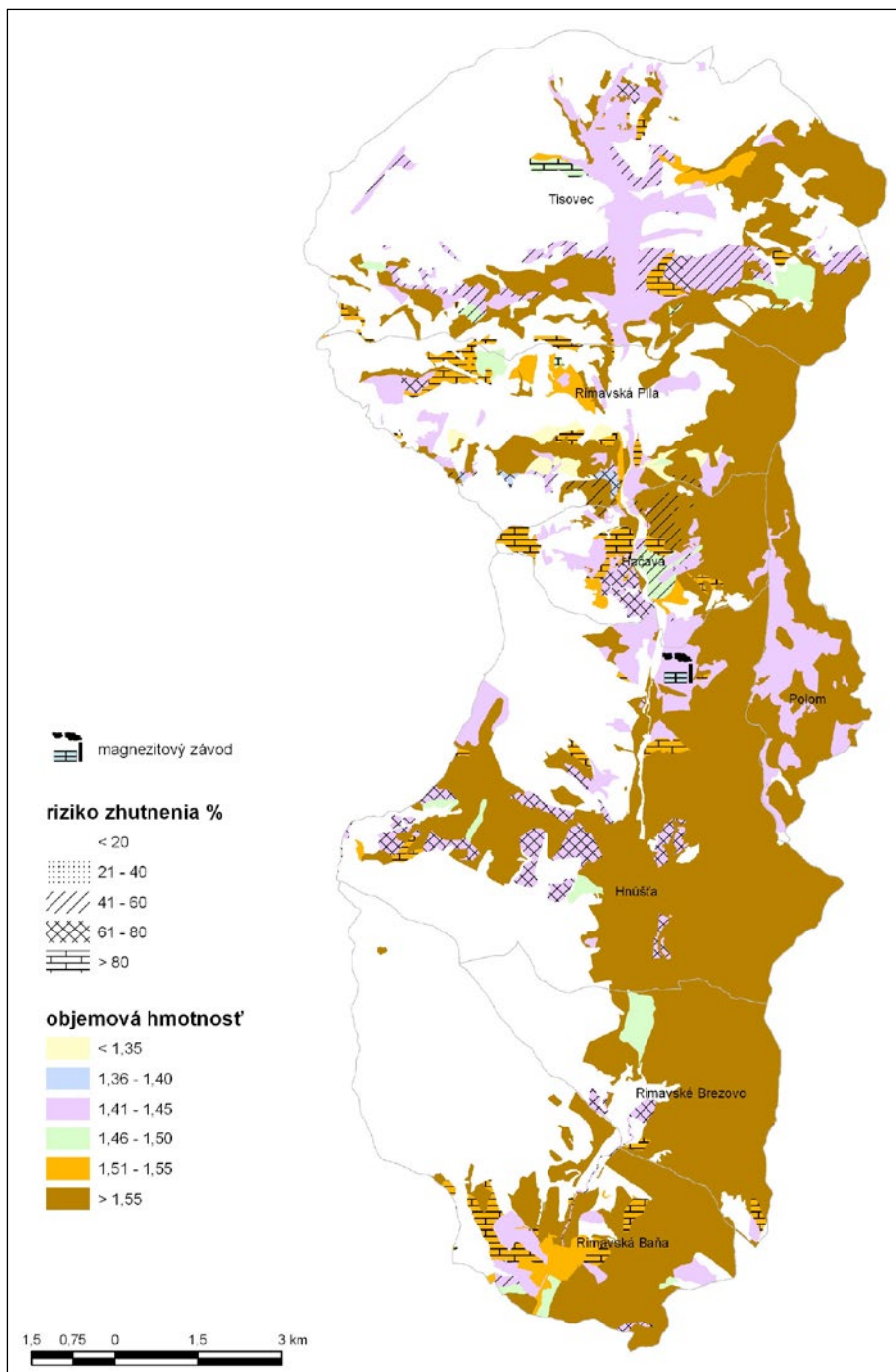
ne ľahšia, tým je odolnejšia voči zhutneniu, udržiava si dosť vzduchom naplnených makropórov a poskytuje rastlinám dostatočné podmienky pre rast a vývoj, čo je zohľadnené pri výške limitov OHP pre jednotlivé pôdne druhy (vyhláška MP SR 59/2013, Lhotský, 2000 – Tab.1).



**Obrázok 4** Stav objemovej hmotnosti ( $g.cm^{-3}$ ) a kompaktie v podornici pôd regiónu Jelšava-Lubeník



Obrázok 5 Stav objemovej hmotnosti ( $g.cm^{-3}$ ) a kompácie v ornici pôd regiónu Hačava



Obrázok 6 Stav objemovej hmotnosti ( $g.cm^{-3}$ ) a kompácie v podornici pôd regiónu Hačava

V tom prípade pri rešpektovaní zrnitosti pôd je z hľadiska kompaktie priaznivejšia situácia v regióne Hačava, predovšetkým v podornici. Údaje o zrnitosti pôd predmetných území v tabuľke 2 vysvetľujú zdanlivo protichodné závery z tabuľky 3 a 4. V regióne Hačava sú viac zastúpené zrnitostne ľahšie pôdy (44,4 % oproti 8,8 % v oblasti Jelšava-Lubeník) a práve u nich (väčšina z 45 % pôd v kategórii s OHP > 1,55 – Tab.3) bola zistená vyššia OHP (čo je všeobecne známe), no vzhľadom na textúru pôdy sú jej hodnoty stále pod limitom. Možno konštatovať, že stav kompaktie pôd konkrétneho regiónu vo veľkej miere závisí od textúry zastúpených pôd.

## Záver

Región Hačava patrí v prípade kompaktie pôdy vzhľadom na zastúpenie pôdných typov a druhov k územiám s malým rizikom (20 % výmery územia s rizikom zhutnenia >60 %) a región Jelšava-Lubeník k územiám s relatívne malým rizikom (35,9 % výmery územia s rizikom zhutnenia >60 %), pričom riziko zhutnenia >60 % bolo zaznamenané len v rámci podornice postihnutých pôd. Aj keď v rámci ornice je fyzikálny stav pôdy pozitívne ovplyvnený bežným kyprením, podornici je potrebné venovať osobitnú pozornosť. Daný príklad ukazuje, že na posúdenie stavu kompaktie pôdy je nevyhnutná dôsledná analýza objemovej hmotnosti v kontexte textúry pôdy.

## Literatúra

- ECKELMANN, W. – BARITZ, R. – BIALOUSZ, S. – BIELEK, P. – CARRÉ, F. – HOUŠKOVÁ, B. – JONES, R.J.A. – KIBBLEWHITE, M. – KOZAK, J. – LE BAS, C. – TÓTH, G. – TÓTH, T. – VÁRALLYAY, G. – HALLA, M. – Y. – ZUPAN, M. 2006: *Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats: European Soil Bureau Research Report No.20*, EUR 22185 EN, 2006. 94 s. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- FULAJTÁR, E. 2006: *Fyzikálne vlastnosti pôdy*. Bratislava: VUPOP, 142 s.
- HEUSCHER, A. S. – BRANDT, C. C. – JARDINE, M. P. 2005: Using Soil Physical and Chemical Properties to Estimate Bulk Density Data. In: *Soil Sci. Soc. of America Journal* 69, 2005, s. 51–56
- HOUŠKOVÁ, B. 2002: Vývoj fyzikálnych vlastností poľnohospodárskych pôd. In: Kobza, J. a kol.: *Monitoring pôd SR. Výsledky ČMS – pôda za obdobie 1997–2001 (2. cyklus)*, VÚPOP, Bratislava, 2002, s. 131–141
- JONES, R.J.A. – SPOOR, G. AND THOMASSON, A.J. 2003: Vulnerability of subsoils in Europe to compaction: a preliminary analysis. In: *Soil & Tillage Research* (73), 2003, s. 131–143.
- KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. – VOJTÁŠ, J. 2005: *Návrh regulačných pôdoochranných opatrení z výsledkov Monitoringu pôd SR*. Bratislava: VUPOP, 2005. 24 s.
- KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – ČUMOVÁ, L. – DODOK, R. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – NÁČINIAKOVÁ – BEZÁKOVÁ, Z. – PÁLKA, B. – PAVLENDÁ, P. – SCHLOSSEROVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. – TOTHOVÁ, G. 2009: *Monitoring pôd SR – aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využitiu. Výsledky*

---

Čiastkového monitorovacieho systému – Pôda za obdobie 2002–2006 (3. cyklus), VÚPOP, Bratislava, 2009, 200 s.

KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – NOVÁKOVÁ, K. – PÁLKA, B. – SCHLOSSEROVÁ, J. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2010. *Komplexné zhodnotenie aktuálneho stavu senzitivných území vplyvu magnezitových závodov (Jelšava – Lubeník a Hačava) s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení*. Realizačný výstup výskumnej úlohy „Tvorba a hodnotenie poznatkov o vývoji vlastností pôdneho krytu SR pre efektívnu ochranu pôdy v poľnohospodárskej krajine“, Bratislava, 2010, s. 64–71, ISBN 978-80-89128-77-8

KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – DODOK, R. – PÁLKA, B. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M.. 2019. *Monitoring pôd Slovenskej republiky. Aktuálny stav a vývoj monitorovaných pôd ako podklad k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu*. Publikácia pri príležitosti 25. výročia realizácie monitoringu pôd na Slovensku. Výsledky Čiastkového monitorovacieho systému – Pôda za obdobie 2013–2017 (5. cyklus). Vydal: NPPC – VÚPOP Bratislava, 2019, 1. vydanie, 254 s. ISBN 978-80-8163-033-0

LHOTSKÝ, J. 2000: Zhutňování půd a opatření proti němu. In: *Rostlinná výroba*, č. 7/2000, ÚZPI Praha, 44 s.

LINKEŠ, V. – KOBZA, J. – ŠVEC, M. – ILKA, P. – PAVLENDÁ, P. – BARANČÍKOVÁ, G. – MATÚŠKOVÁ, L. 1997: *Monitoring pôd Slovenskej republiky. Súčasný stav monitorovacích vlastností pôd 1992–1996*. Bratislava: VÚPÚ, 1997, s. 80–90.

MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – ŠIRÁŇ, M. 2005: Modelovanie objemovej hmotnosti s využitím údajov z databáz KPP a ČMS-P, potenciálne zhutnenie a acidifikácia v záujmovom území. In: *Štvrté pôdoznalecké dni v SR: zborník referátov z vedeckej konferencie pôdoznalcov SR* [CD ROM]. Čingov: VÚPOP – SPS Bratislava, 2005, s. 220–225

MAKOVNÍKOVÁ J. – ŠIRÁŇ M. – HOUŠKOVÁ B. – PÁLKA B. – JONES A. 2017. Comparison of different models for predicting soil bulk density. Case study – Slovakian agricultural soils. *International Agrophysics*, 2017, 31, 491–498 DOI: <https://doi.org/10.1515/intag-2016-0079>

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

ŠIRÁŇ, M. 2004: Zhutnenie pôdy a jeho vývoj. In: *Tretie pôdoznalecké dni na Slovensku 22.-24. jún 2004: zborník referátov*. Mojmirovce: VÚPOP – SPS Bratislava, 2004, s. 317–322

ŠIRÁŇ, M. 2005: Spatial variability of some physical properties on arable soils of different texture with regard to soil compaction. In: *Proceeding (Vedecké práce)*, no. 27, VÚPOP Bratislava, 2005, s.139–146

ZRUBEC, F. 1998: *Metodika zúrodnenia zhutnených pôd*. Bratislava: VÚPOP, 1998. 40 s.



---

# OBNOVA PÔDNEJ BIODIVERZITY, ZÁKLAD ZACHOVANIA FUNKČNOSTI OBRÁBANEJ PÔDY

## RESTORATION OF SOIL BIODIVERSITY, THE BASIS FOR MAINTAINING THE FUNCTIONALITY OF CULTIVATED SOIL

Nora Polláková<sup>1</sup>, Jaroslava Sobocká<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov*

<sup>2</sup>*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Odbor všeobecnej pedológie a pedogeografie*

---

### Abstrakt

V agroekosystémoch je rozmanitosť pôdných organizmov stále nedocenená a to aj napriek jej dôležitosti pre zdravie pestovaných rastlín, zvyšovanie ich úrod a celkovú rentabilitu poľnohospodárstva. Preto cieľom práce bolo zdôrazniť význam jednotlivých skupín pôdných organizmov, ktoré vykonávajú kvantum dôležitých činností a tak zabezpečujú zdravie a úrodnosť pôdy, a upriamiť pozornosť na celý rad opatrení, ktorých dodržiavanie môže významne prispieť k udržaniu a obnove biodiverzity poľnohospodársky obhospodarovaných pôd. Prostredníctvom dodržiavania bežných pravidiel správnej poľnohospodárskej praxe a rozšírením druhovej rozmanitosti plodín v oševnom postupe je možné zmeniť aj zloženie a početnosť pôdných organizmov (mikro-, mezo – a makrofauny), a tak prirodzene regulovať zdravie, úrodnosť a uchovanie obhospodarovanej pôdy.

### Abstract

In agroecosystems, the diversity of soil organisms is still underestimated, despite its great importance to the health of crops, increasing yields and the overall profitability of agriculture. Therefore, the aim of the work was to emphasize the importance of specific groups of soil organisms, which perform a number of important activities and thus ensure soil health and fertility. Another aim was to draw attention to a number of measures, compliance with which can significantly contribute to maintaining and restoring biodiversity in agricultural land. By following the rules of good agricultural practice and expanding the plants species diversity in crop rotation, it is also possible to change the composition and abundance of soil organisms (micro-, meso – and macrofauna), thus naturally regulate the health, fertility and conservation of cultivated land.

---

**Kľúčové slová:** agroekosystém, činnosť pôdných organizmov, opatrenia na zvýšenie biodiverzity, redukcia biodiverzity

**Keywords:** agroecosystem, activity of soil organisms, measures to increase biodiversity, reduction of biodiversity

## Úvod

Biodiverzita, teda rozmanitosť života na Zemi vo všetkých jeho formách a interakciách, je najzložitejšou črtou našej planéty. Boli uznané viaceré úrovne biodiverzity: ekosystémová, druhová a génová. Druhovú rozmanitosť tvorí počet druhov rastlín a živočíchov a má najväčšiu váhu. Génová diverzita zlepšuje perspektívu pre prežitie rastlinného alebo živočíšneho druhu. Pri ochudobnení súboru génov druh stratí schopnosť adaptácie. Zachováva sa prirodzenou obnovou, dodržiavaním provenienčných zásad, záchranou a produkciou génových zdrojov rastlín a živočíchov. Ekosystémová diverzita predstavuje rozmanitosť vzťahov medzi živými spoločenstvami navzájom, alebo medzi spoločenstvami a neživým prostredím (Greguš, 2004).

Výskum biodiverzity pôdy je pomerne mladou a veľmi náročnou oblasťou, nakoľko pôdne organizmy žijú vo svojom prirodzenom biotope, teda v nepriehľadnom pôdnom prostredí, čo výskum sťažuje. Napriek tomu máme pomerne dobré všeobecné poznatky o rôznych skupinách organizmov v pôde, o aktivitách ktoré vykonávajú, a tiež o tom, ako možno zvýšiť ich biodiverzitu. Celkovo pôda, ale najmä pôdna biodiverzita sú pre konkrétnu lokalitu veľmi špecifické. Preto prijatie účinných opatrení na zachovanie alebo zvýšenie biodiverzity územia si často vyžadujú podrobné informácie o danom území, najmä o jeho pôvodnej biodiverzite, ale aj o rôznych vplyvoch človeka (Jefferey *et al.*, 2010).

Rozmanitosť pôdných organizmov je dôležitá nielen kvôli zachovaniu ekologických funkcií pôdy, no pôda významne prispieva i k celkovej globálnej biodiverzite. Uvádza sa, že štvrtina až tretina druhov organizmov planéty sa nachádza v pôde. Napr. doteraz bolo identifikovaných 100 000 druhov mikroorganizmov, čo však predstavuje asi len 1% z predpokladaného počtu druhov (Jefferey *et al.*, 2010).

V zdravom pôdnom prostredí je množstvo rôznych druhov organizmov schopných vykonávať celý rad enzymatických alebo fyzikálnych procesov. Takáto „multifunkčnosť“ vedie k stabilite a pružnosti (resiliencii) ekosystému, teda schopnosti navrátenia sa pôdy do pôvodného funkčného stavu po jej silnom poškodení. Keďže prevažná väčšina pôdných organizmov má nenahraditeľnú funkciu pri tvorbe a obnove úrodnosti pôdy, bez biologického oživenia pôda prestáva byť pôdou a stáva sa len substrátom (Brady a Weil, 1999).

Žiaľ, v hospodárení na pôde je rozmanitosť pôdných organizmov stále nedocenená a to aj napriek jej dôležitosti pre zdravie rastlín, zvyšovanie úrod, rentabilitu poľnohospodárstva, čo len vyzdvihuje potrebu ďalšieho výskumu biodiverzity v agroekosystémoch.

Preto cieľom práce bolo zdôrazniť význam jednotlivých skupín pôdných organizmov, ktoré

---

vykonávajú kvantum dôležitých činností a tak zabezpečujú zdravie a úrodnosť pôdy, a upriamiť pozornosť na celý rad opatrení, ktorých dodržiavanie môže významne prispieť k udržaniu a obnove biodiverzity poľnohospodársky obhospodarovaných pôd.

## Výsledky a diskusia

### Redukcia biodiverzity poľnohospodárskych pôd

Základným predpokladom vysokej biodiverzity pôdy a s ňou spojeného fungovania dôležitých biologických procesov v pôde je dostatok rôznorodej organickej hmoty pre pôdne organizmy, priaznivý vodný, vzdušný a tepelný režim, pôdna reakcia a chemicky nenarušené pôdne prostredie. Ak sú uvedené podmienky porušené, postupne sa nevhodnosť pôdneho prostredia prejaví poklesom rozmanitosti pôdnych organizmov.

Všeobecne, redukcia biodiverzity je spojená so zhoršením fyzikálnych a chemických vlastností pôdy. V obhospodarovaných pôdach je zapríčinená už samotnou zmenou pôvodných (lesných, trávnych) ekosystémov na agroekosystémy s následným rozdrobením (fragmentáciou) biotopov, nadmerným poľnohospodárskym využívaním pôdy sprevádzaným poklesom obsahu organickej hmoty v pôde, zúžením potravovej ponuky pre pôdne organizmy málo pestrým osevným postupom, dokonca aj monokultúrnym pestovaním, zaraďovaním geneticky modifikovaných plodín do osevného postupu, podporou rozpadu pôdnej štruktúry, zhutnenia, erózie pôdy, znečistením a chemickým znehodnotením pôdy ako i nepriamou podporou invázneho šírenia nepôvodných druhov organizmov.

Pôda s nedostatočnou biodiverzitou je náchylnejšia na znehodnotenie, a keďže nemá dostatočné druhové zloženie organizmov, je odkázaná na reguláciu mnohých pôdnych vlastností človekom. Na druhej strane, pôda s bohatou diverzitou organizmov je schopná spontánne a pomerne rýchlo vyrovnať sa s poškodením a opäť sa navrátiť do funkčného stavu. Toto je princíp tzv. „funkčného nadbytku“ (Jefferey *et al.*, 2010), čo znamená, že viaceré druhy pôdnych organizmov sú schopné vykonávať rovnakú aktivitu (napr. určitým druhom nevyhovujú dlhodobé suchá, iným zase vyhovujú). Preto je nevyhnutné podporiť druhovú pestrosť organizmov žijúcich v pôde a vykonávajúcich celý rad prospešných aktivít.

Aktivity jednotlivých skupín pôdnych organizmov a koreňov podporujúce tvorbu pôdy a obnovu jej úrodnosti

Mikroedafón je najpočetnejšia skupina organizmov v pôde zahŕňajúca baktérie, aktinomycéty, huby a prvoky, sa významne podieľa na tvorbe biomasy, ale najmä na rozklade a mineralizácii organickej hmoty, pričom sa do pôdneho prostredia uvoľňujú makro – a mikroelementy. Podieľa sa na rozklade organických škodlivín a pesticídov, tvorbe vodoodolných štruktúrnych agregátov a tým na zlepšovaní ďalších fyzikálnych vlastností pôdy. Mykorízne huby zväčšujú absorpčnú plochu pre príjem vody a živín rastlinami, nitrogénne mikroorganizmy fixujú vzdušný dusík, huby-dravce likvidujú škodlivé háďatká, prvoky sa podieľajú na re-

---

gulácii populácií baktérií v pôde a tak na potláčanie chorôb. Početnejšie a rozmanitejšie mikrobiálne spoločenstvo bráni premnoženiu patogénov a súťaží s nimi o živiny.

Mezofauna zahŕňa najmä chvostoskoky, roztoče, háďatká, larvy hmyzu, rôzne mikro-článkonožce, a i., ktoré rozdrobujú a rozkladajú zvyšky rastlín, reguláciou mikrobiálnych populácií sa podieľajú na potláčaní chorôb a škodcov v pôde, prispievajú ku kolobehu živín. Väčšina voľne žijúcich háďatiek je potrebných, lebo konzumujú baktérie a huby, čím sa podieľajú na potláčaní škodlivých mikroorganizmov v pôde, chvostoskoky patria k najdôležitejším rozkladačom organickej hmoty v opade a v povrchovej vrstve pôdy. Makrofauna zahŕňa stavovce (krty, hady, jašterice, myši, atď.), ktoré ryjú v pôde najmä kvôli potrave a úkrytu, aj bezstavovce (dážďovky, slimáky, mravce, stonožky, mnohonôžky, húsenice, larvy, chrobáky, pavúky a i.) žijúce v pôde alebo v opade. Význam makrofauny pre pôdu a formovanie jej vlastností spočíva v zanášaní organických zvyškov do pôdy, regulácii rozkladu organickej hmoty v pôde, podieľaním sa na tvorbe štruktúrnych agregátov (výkaly), rytím v pôde na zlepšení pórovitosti a tým aj prevzdušnenia, vsakovania vody a pohybe rozpustných živín (Lavelle a Spain, 2003).

Pimentel *et al.* (1997) odhadol celkové svetové ekonomické prínosy biologickej aktivity pôdy na 1 542 miliárd amerických dolárov za rok.

V neposlednom rade aj korene sú živé organizmy v pôde a ich rozmanitosť udáva potravinovú ponuku pre mikrobiálne a živočíšne organizmy žijúce v pôde. Preto poľnohospodár práve prostredníctvom zmeny a druhovej rozmanitosti plodín v oševnom postupe dokáže zmeniť aj zloženie pôdných organizmov (mikro-, mezo – a makrofauny), a tak prirodzene regulovať zdravie, úrodnosť a uchovanie obhospodarovanej pôdy.

### **Podpora biodiverzity pôdy obrábaných pôd**

Všetky uvedené aktivity jednotlivých skupín pôdných organizmov sú potrebné pre zachovanie správnej funkčnosti pôdy. Táto sa dá dosiahnuť neustálym podporovaním biodiverzity a vysokej početnosti pôdných organizmov. V obrábanej pôde môže agronóm správnym obhospodarovaním dosiahnuť rozmnoženie užitočných spoločenstiev organizmov nasledovne:

Zvýšením vstupov organickej hmoty do pôdy

- okrem zapravených pozberových zvyškov aj pridávaním mulču a nekontaminovaných kompostov, pestovaním medziplodín a zaoraním ich zelenej biomasy,
- dodávaním maštalného hnoja sa dá zväčšiť početnosť a rozmanitosť užitočných pôdných organizmov brániacich rozvoju chorôb, podobne pôsobí aj pasenie dobytky.

Striedaním plodín

- rôznorodosť druhov pestovaných plodín zabezpečuje pestrejší zdroj potravy pre rozmanitejšie spektrum pôdných organizmov, avšak monokultúrne pestovanie umožňuje prežívanie patogénov.

---

### Znížením počtu mechanických zásahov do pôdy

- obrábaním sa ničia populácie dážďoviek, hýfy húb a biopóry, rozrušujú sa pôdne agregáty a vystavuje doteraz chránená pôdna organická hmota stratám mineralizáciou,
- odporúča sa znížiť intenzitu obrábania pôdy, alebo aspoň občas vynechať orbu, a tak obmedziť pedokompakciu pôdy prejazdmi ťažkej obrábacej techniky sa zlepšiť pohyb vody a vzduchu v pôde.

### Zlepšením fyzikálneho stavu pôdy

- odstránením zhutnenia a zamokrenia pôdy podporiť rozmnoženie a aktivitu užitočných aeróbných organizmov.

### Udržiavaním pôdneho pokryvu

- vegetujúci rastlinný kryt je lepší v porovnaní s mulčom, lebo rastliny poskytujú aj koreňové výlučky využívané pôdnymi organizmami ako zdroj potravy,
- rastlinný kryt zvyšuje počet dní, kedy pôda zostáva vlhká, teda „biologicky aktívna“, čím umožňuje prežitie viacerým druhom organizmov vrátane dážďoviek, preto je potrebné vyhnúť sa dlhým obdobiam bez pôdneho pokryvu.

### Využívaním optimálnych dávok priemyselných hnojív

- dávka priemyselných hnojív by mala predstavovať len doplnok živín uvoľnených z organickej hmoty, nakoľko vysoké dávky dusíkatých a fosforečných hnojív obmedzujú činnosť užitočných pôdných mikroorganizmov (nitrogénnych baktérií a mykorízy),
- priemyselné hnojivá zvyšujú rastlinnú biomasu, teda aj zdroj potravy pre pôdne organizmy.

### Obmedzením používania pesticídov

- pesticídy používať len v prípade ak je to nevyhnutné, no musia byť aplikované v povolených dávkach, a rovnaký pesticíd nepoužívať na danej parcele dlhodobo,
- aplikácia pesticídov na listy menej škodí pôdnym organizmom ako do pôdy.

### Udržiavaním priaznivej pôdnej reakcie

- vápnením udržiavané pH pôdy v slabo kyslom až slabo alkalickom rozmedzí okrem pestovaných plodín vyhovuje aj širokému spektru pôdných organizmov (Kibblewhite *et al.*, 2008).

## Záver

Podpora biodiverzity a vysokej početnosti pôdných organizmov sa pozitívne odrazí nielen na skvalitnení pôdných vlastností, ale aj na regulácii chorôb, škodcov a kolobehov živín v pôde ale aj na úrodách pestovaných plodín.

---

## Literatúra

- KIBBLEWHITE, M.G. – RITZ, K. – SWIFT, M.J. 2008. Soil health in agricultural systems. In. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 363, 2008, pp. 685–701.
- LAVELLE, P. – SPAIN, A.V. 2003. *Soil ecology*, New York: Kluwer academic publishers. 654 p.
- PIMENTEL, D. – WILSON, C. – MCCULLUM, C. – HUANG, R. – DWEN, P. – FLACK, J. – TRAN, Q. – SALTMAN, T. – CLIFF, B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *Bioscience*, no. 47, 1997, pp.747–757.
- BRADY, N.G. – WEIL, R.R. 1999. *The Nature and Properties of Soils*. 12.<sup>ed</sup>. New Jersey: Prentice – Hall, Inc. Simons & Schuster A Viacon Comp., 881 p.
- JEFFERY, S. – GARDI, C. – JONES, A. – MONTANARELLA, L. – MARMO, L. – MIKO, L. – RITZ, K. – PERES, G. – RÖMBKE, J. – VAN DER PUTTEN, W. 2010. *European Atlas of Soil Biodiversity*. Publications Office of the European Union. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/atlas-soil-biodiversity>.
- Greguš, C. 2004. Základné princípy dlhodobého rozvoja lesného hospodárstva na Slovensku. In. *Lesnícky časopis*, vol. 50, no. 2, p. 214–221.

## Podakovanie

Práca vznikla s podporou projektu KEGA č. 013SPU-4/2019.

---

# POTREBA MELIORAČNÝCH OPATRENÍ NA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH – ŠTÚDIA

## THE NEED FOR LAND RECLAMATION MEASURES ON AGRICULTURAL SOILS – THE STUDY

Beata Houšková, Igor Sobocký

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva  
a ochrany pôdy, Bratislava*

---

### Abstrakt

Klimatická zmena zasahuje všetky zložky životného prostredia, pôdu nevynímajúc. Letné mesiace bývajú spravidla veľmi suché s výskytom privalových dažďov, čo má negatívny dopad najmä na pôdnu štruktúru a to hlavne v prípade keď je pôda bez porastu. Meliorácie v krajine musia byť spravené s ohľadom na vodný režim pôdy. Je dôležité poznať vlhkosťnú dynamiku pôdy nielen rámcovo (ročné hodnotenie), ale aj za kratšie časové obdobie (vegetačné obdobie, mesiac, dekáda). Metóda stanovištného indexu spĺňa tieto požiadavky. Je to dynamická metóda, ktorá môže detailnejšie charakterizovať konkrétne stanovište a tým prispievať k dobrému manažmentu pôdy.

### Abstract

Climate change affects all components of the environment, including soil. The summer months are usually very dry with the occurrence of heavy rains, which has a negative impact especially on the soil structure, especially when the soil is without vegetation. Land reclamation must be carried out with regard to the water regime of the soil. It is important to know the moisture dynamics of the soil not only in general (annual assessment), but also for a shorter period of time (vegetation period, month, decade). The method of locality index method meets these requirements. It is a dynamic method that can characterize a specific locality in more detail and thus contribute to good soil management.

**Kľúčové slová:** klimatická zmena, metóda stanovištného indexu, pôdna zrnitosť, pôdny management

**Keywords:** climate change, the method of locality index, soil texture, soil management

---

## Úvod

Rozvoj a zameranie poľnohospodárskej, hlavne rastlinnej výroby na každom sledovanom území je priamo závislé od pôdných, klimatických, hydrogeologických a topografických podmienok lokality. Pre prípravu akejkoľvek melioračnej výstavby je nevyhnutné čo najpresnejšie charakterizovať vodný režim záujmového územia, kde je nutná aj jeho plošná vlhkosťná diferenciácia. Snahou melioračnej praxe je, aby základné údaje o vodnom režime prostredia bolo možné získať využitím metód praktických disciplín, hlavne meteorológie, pedológie, hydrológie a topografie. Tieto poznatky sú mimoriadne dôležité najmä v dnešnej dobe, keď klimatická zmena spôsobuje nerovnomerné rozdelenie zrážok počas roka (Mohamadi – Kaviani, 2015). Letné mesiace bývajú spravidla veľmi suché s výskytom privalových dažďov, čo má negatívny dopad najmä na pôdnu štruktúru a to hlavne v prípade keď je pôda bez porastu. Voda len veľmi ťažko vsakuje do suchej pôdy a pri privalových dažďoch, kedy na pôdny povrch spadne za krátku dobu veľké množstvo zrážok, väčšina dažďovej vody odtečie po povrchu v prípade, že sa pôda nachádza na svahu, čo môže spôsobovať rozsiahlu eróziu a prispievať tak aj k vzniku záplav. Na rovine zasa zrážková voda vytvára kaluže a prispieva tak k rozpadu pôdnej štruktúry, tvorbe pôdneho prísušku a k zhutňovaniu pôdy. Je ťažké bojovať proti klimatickej zmene, ale je možné sa na ňu pripraviť a prijať adaptačné opatrenia (MŽP, 2019) a to na lokálnej, národnej ako aj medzinárodnej úrovni. Na Slovensku vzrástla za posledných 100 rokov priemerná ročná teplota vzduchu o 1,1°C a ročné úhrny zrážok poklesli v priemere o 5,6%, miestami, najmä na juhu Slovenska až o 10% (SAŽP). Súčasne bol zaznamenaný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu a pokles výšky snehovej pokrývky, čo spôsobuje nedostatočnú zásobenosť pôdy vodou a rastliny tak trpia jej nedostatkom často krátko už v ranných štádiách vývoja. Na Slovensku sme zaznamenali aj výskyt sucha a to nielen lokálneho, ale aj celoplošného. Výrazné sucho sa prejavilo v roku 1989, vtedy malo skôr lokálny charakter, v období rokov 1990 až 1994, v roku 2000 a 2004 sucho už malo celoplošný charakter. Podľa Stratégie adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy (MŽP) sa predpokladá zvyšovanie priemernej teploty vzduchu o 2 až 4 °C v porovnaní s priemerami rokov 1951 až 1980. Voda v pôde je popri oceánoch, moriach, riekach a jazerách považovaná za tretí vodný zdroj. Jej bezpečné udržanie v pôdnom profile sa musí stať jednou zo základných snáh pri správnom využívaní pôdy. Znamená to používanie takých technológií obrábania pôdy, ktoré prispievajú k akumulácii vody v pôde tak, aby táto nebránila využívaniu pôdy. Napriek tomu sú a vždy budú oblasti, kde bude potrebné pôdu zavlažovať ako aj oblasti, kde bude potrebné zviest' prebytočnú vodu do rezervoárov. Vyhodnocovanie vodného režimu pôd je stále dôležitejšie a nestačí aby bolo len bodové, ale musí byť aj plošné. Jednou z metód hodnotenia vodného režimu je aj metóda stanovištného indexu podľa ktorej sa určuje potreba melioračného zásahu či už vo forme lokálneho zavlažovania, alebo odvodňovania.

Metóda stanovištného indexu (podľa Smolíka, in Antal a kol.) využíva základné prvky prírodného prostredia (zrážky, teplota, vlhkosť, sklon a expozícia terénu, zrnitosť pôdy a hladinu podzemnej vody) pre stanovenie globálnej charakteristiky vodného režimu prostredia. Sta-



novištný index umožňuje hodnotenie vlhkostnej dynamiky prostredia nielen rámcovo (ročné hodnotenie), ale i v kratších časových intervaloch (vegetačné obdobie, mesiac, dekáda). Poskytuje cenné informácie o konkrétnom stanovišti a nielen globálne informácie, ktoré bývajú do značnej miery zovšeobecnené a tým aj potenciálne nepresné.

Na základe hodnôt stanovištného indexu možno vyhodnotiť jednotlivé oblasti záujmového územia a určiť potrebu melioračného zásahu.

## Materiál a metódy

Na stanovenie potreby melioračného zásahu na sledovanej lokalite Hrubý Šúr sme použili metódu stanovištného indexu (SI), ktorý sme po výpočte vyhodnotili podľa nasledujúcej tabuľky (Tab.1):

**Tabuľka 1** Hodnotenie stanovišta na základe potreby melioračného zásahu

Hodnota SI	Hodnotenie stanovišta	Potreba melioračného zásahu
(-42) – >	najsuchšie	závlahy nevyhnutné
(-41) – (-28)	silne suché	závlahy veľmi potrebné
(-27) – (-14)	suché	potreba závlah veľká
(-13) – 0	str. až mierne suché	potreba závlah značná
1 – 14	vlahovo vyrovnané	potreba závlah mierna až stredná, odvodňovacie úpravy čiastočné
15 – 28	mierne vlhké	len čiastočné odvodňovacie úpravy, potreba závlah podmienená
29 – 42	vlhké	plošné odvodnenie opodstatnené, potreba závlah výnimočná
43 – 56	silne vlhké	nutné plošné odvodnenie
57 – 70	najvlhšie	komplexná úprava vodných pomerov s plošným odvodnením je nevyhnutná
70 – <	extrémne vlhké a zamokrené	bez komplexného vyriešenia odvodnenia plošným odvodnením nie je možné pôdu obhospodarovať

Pri výpočte stanovištných indexov sme vychádzali z máp bonitných pôdno-ekologických jednotiek BPEJ, (VÚPOP) a z klimatických údajov z pozorovacích staníc SHMÚ na uvažovanom území (zrážky, výpar, teplota za posledné roky). Pôdne charakteristiky možno určiť na základe BPEJ, kde sa z jednotlivých kódov (Džatko a kol., 2009) dá určiť priemerná zrnitosť pôdy (I. zrnitostná kategória podľa Kopeckého) a z hydromorfizmu pôdneho typu (napr. pseudoglej) sa dá stanoviť približná hĺbka hladiny podzemnej vody. Takto sa pre každú BPEJ dajú vypočítať hodnoty stanovištných indexov (SI) pre vegetačné obdobie podľa nasledujúcej rovnice:

$$SI = KI + B + C + D$$

kde:

KI – klimatický index, vypočíta na základe hodnoty evapotranspirácie nasledovne:

$$KI = 3,65 \cdot n^{-1} \cdot Et \cdot e \cdot t \quad \text{pre } ET \leq 0$$

$$KI = 3,65 \cdot n^{-1} \cdot (Et / e) \cdot t \quad \text{pre } ET \geq 0$$

pričom:

B – bezrozmerné číslo závislé od zrnitosti pôdy tzv. pôdne číslo (Obr. 1, podľa Stehlíka)

C – bezrozmerné číslo za pôdnu vodu (Obr. 2, podľa Stehlíka)

D – číslo sklonitosti reliéfu podľa rovnice  $D = k \cdot I$

kde I – sklon územia v %

k – koeficient (Tab. 2)

n – počet sledovaných dní

e – expozičný koeficient (Tab. 3)

t – priemerná teplota v sledovanom období

Et – potencionálna evapotranspirácia v sledovanom období:  $Et = Hs - K - (n \cdot H_{sp})$

Hs – zrážky v sledovanom období

K – korekcia na vlhkosť vzduchu:  $K = 0,0133 \cdot n (80 - a)$

a – priemerná vlhkosť vzduchu v sledovanom období

H<sub>sp</sub> – špecifická zrážka v mm:  $H_{sp} = 0,0822 \cdot e \cdot t + 0,5753$  (konštanty a prepočet podľa Stehlíka)

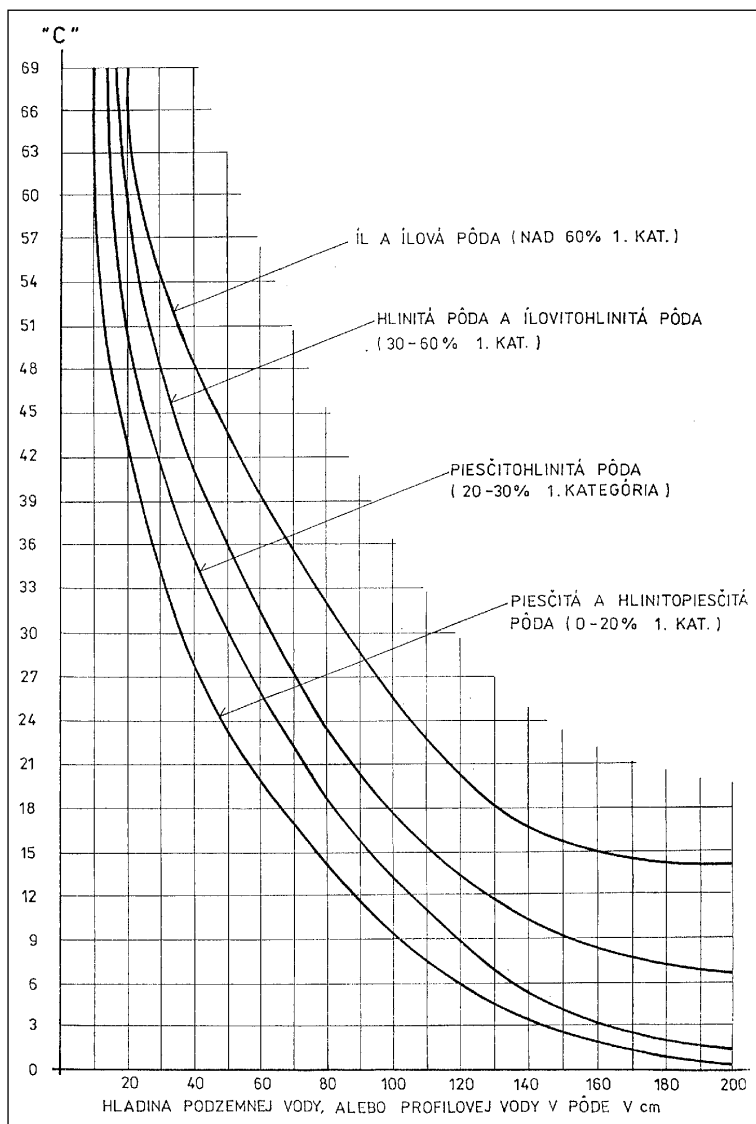
**Tabuľka 2.** Koeficienty k pre výpočet čísla sklonitosti reliéfu (D)

Pôdny druh	% častíc (0,01mm)	k
Piesočnatá	0–10	0,20
Hlinitopiesočnatá	10–20	0,35
Piesočnatohlinitá	20–30	0,50
Hlinitá	30–45	0,70
Ílovitohlinitá	45–60	0,90
Ílovitá	60–75	1,25
Íl	> 75	1,50

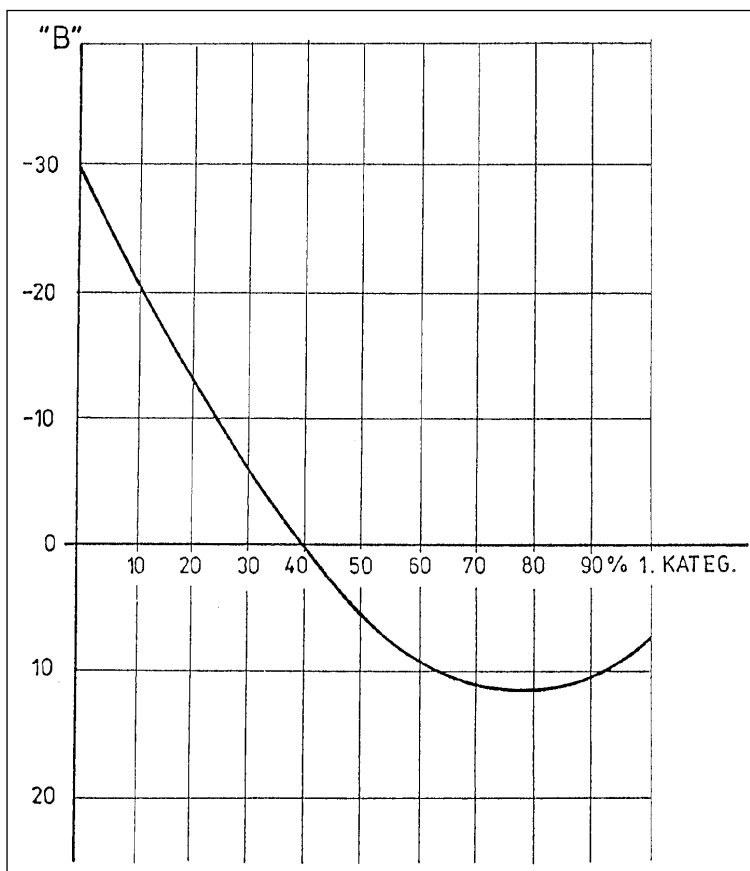
**Tabuľka 3.** Určenie expozičného koeficientu (e) podľa svahovitosti a svetovej strany

Sklon svahu stupne	sklon svahu %	Svetové strany								
		J	JJV/JJZ	JV/JZ	VJV/ZJZ	V/Z	VSV/ZSZ	SV/SZ	SSV/SSZ	S
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	8,7	1,08	1,07	1,07	1,05	1,04	1,03	1,01	1,00	1,00
10	17,6	1,14	1,14	1,15	1,10	1,07	1,04	1,02	1,00	0,99
15	26,8	1,20	1,19	1,18	1,14	1,10	1,05	1,01	0,99	0,99
20	36,4	1,25	1,24	1,22	1,17	1,11	1,05	1,00	0,97	0,99
25	46,6	1,29	1,27	1,25	1,19	1,12	1,05	0,98	0,94	0,91

Sklon svahu stupne	sklon svahu %	Svetové strany								
		J	JJV/ JJZ	JV/ JZ	VJV/ ZJZ	V/Z	VSV/ ZSZ	SV/ SZ	SSV/ SSZ	S
30	57,7	1,32	1,51	1,27	1,20	1,12	1,05	0,96	0,90	0,87
40	85,9	1,55	1,55	1,29	1,20	1,09	0,98	0,88	0,82	0,78
50	119,2	1,54	1,52	1,26	1,16	1,03	0,90	0,78	0,70	0,68
60	173,2	1,28	1,26	1,20	1,09	0,94	0,79	0,66	0,57	0,52



Obrázok 1 Pôdne číslo B



Obrázok 2 Prirážka na vodu C

## Výsledky a diskusia

Metódu stanovištného indexu sme použili na výpočet potreby melioračného zásahu na záujmovom území Hrubý Šúr. Na lokalite sa nachádzajú 2 BPEJ – BPEJ 00 01 001 a BPEJ 00 02 002. Pôdy patria do klimatického regiónu veľmi teplého, veľmi suchého, nížinného. Pôdny typ sú fluvizeme kultizemné, karbonátové, vysychavé, ľahké až stredne ťažké. Pôdy sa nachádzajú na rovine.

Ako sledované obdobie sme zvolili vegetačné obdobie a tomu zodpovedajúcu teplotu pre danú oblasť  $t_{veg} = 16,5^{\circ}\text{C}$ .

Priemernú vlhkosť vzduchu v sledovanom období (a) sme zistili 70 % (údaje z hydrometeorologickej stanice).

Zrážky v sledovanom období (marec-október) – Hs predstavovali hodnotu 350 mm

Počet sledovaných dní n = 183 dní (pre vegetačné obdobie)

---

Expozičný koeficient  $e = 1$  nakoľko sa pôdy nachádzajú na rovine (podľa Tab.3)

Na lokalite boli určené nasledujúce stanovištné indexy (podľa hore uvedeného výpočtu):

pre BPEJ 00 01 001     $SI = -27$

pre BPEJ 00 02 002     $SI = -8$

Na základe tabuľky 1 je potreba závlah v sledovanej lokalite veľká až značná. Všetky vstupné parametre pre danú lokalitu boli rovnaké, BPEJ sa líšili len zrnitosťou pôdy. Lokalita s ľahkými pôdami (piesočnaté až hlinitopiesočnaté) patrí medzi suché stanovištia a lokalita so stredne ťažkými hlinitými pôdami patrí medzi stredne až mierne suché stanovištia. Vzhľadom na to, že metóda stanovištného indexu sa dá použiť na zisťovanie vlhkostnej dynamiky nielen rámcovo (ročné hodnotenie), ale aj za kratšie časové obdobie (vegetačné obdobie, mesiac, dekáda), je to dynamická metóda, ktorá môže detailnejšie charakterizovať konkrétne stanovište. Určenie a vyhodnotenie SI potvrdilo značný vplyv pôdnej zrnitosti na vlhkostný režim pôdy. Pôdna zrnitosť je základnou a determinujúcou pôdnou vlastnosťou, ktorá priamo ovplyvňuje pôdne vlastnosti a pôdne režimy.

## Záver

Zistenia hodnôt stanovištných indexov prispievajú k lepšiemu výberu vhodného manažmentu pôdy. Môžu pomôcť farmárom stanoviť aké plodiny a akú agrotechniku majú na danom území použiť s ohľadom na hodnotenie stanovišťa na základe potreby melioračného zásahu či už vo forme závlah, alebo naopak odvodnení, poprípade bez potreby melioračných zásahov. Vzhľadom na prebiehajúcu klimatickú zmenu tieto zistenia majú aj environmentálny význam.

## Literatúra

ANTAL, JAROSLAV a kol. 1989. Poľnohospodárske meliorácie. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1989. 463 s. ISBN 80-07-00011-9.

DŽATKO MICHAL a kol. 2009. Príručka pre používanie máp pôdnoekologických jednotiek. Inovovaná príručka pre bonitáciu a hodnotenie poľnohospodárskych pôd Slovenska. VÚPOP, Bratislava 2009, ss. 102. ISBN 978-80-89128-55-6

MOHAMAD AYOB MOHAMADI – ATAOLLAH KAVIAN. 2015. Effects of rainfall patterns on runoff and soil erosion in field plots. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.10.001>

MŽP SR. 2019. Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. <https://www.minzp.sk/klima/politika-zmeny-klimy/adaptacia-zmenu-klimy/>

Slovenská agentúra životného prostredia SAŽP. <https://www.sazp.sk/>

## Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-15-0160.

---

# RÔZNE OBRÁBANIE PÔDY VO VZŤAHU K ÚRODE A KLIMATICKY NESÚRODÝM ROČNÍKOM

## TECHNOLOGIES OF TILLAGE IN RELATION TO THE YIELD AND CLIMATICALLY DISPARATE YEARS

Rastislav Bušo<sup>1</sup>, Roman Hašana<sup>1</sup>, Beata Houšková<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby  
Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika*

<sup>2</sup>*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany  
pôdy, ul. Trenčianska 55, 824 80 Bratislava, Slovenská republika*

---

### Abstrakt

Cieľom pokusu bolo skúmať vplyv rôznych technológií obrábania pôdy na úrodu poľných plodín. Vo vegetačných obdobiach 2015/2016–2017/2018 bol na Výskumnej stanici v Borovciach (NPPC – VÚRV Piešťany) zriadený poľný pokus. Boli použité dve plodiny, pšenica letná forma ozimná odroda MS Luneta a jačmeň siaty jarný odroda Karmel. Pokus bol založený v štyroch rôznych technológiách obrábania pôdy: konvenčná, minimalizačná, nastielacia a bezorbová technológia. Vo všetkých troch rokoch sme dosiahli najvyššiu úrodu zrna pšenice letnej formy ozimnej v bezorbovej technológii. Vo všetkých troch rokoch dosiahol jačmeň siaty jarný najvyššiu úrodu zrna v konvenčnej technológii. Pšenica letná forma ozimná, ako aj jačmeň siaty jarný dosiahli najvyššiu úrodu zrna v teplom a vlhkom roku 2016 (6,55 t.ha<sup>-1</sup>, 5,67 t.ha<sup>-1</sup>).

### Abstract

The aim of the study was to investigate an influence of different soil tillage technologies on the grain yield of field crops. In growing seasons 2015/2016–2017/2018 a field experiment was established in Research Station in Borovce (NAFC – RIPP Piešťany).

Two crops were used, cultivar MS Luneta of winter wheat and cultivar Karmel of spring barley. Experiment was conducted in four different soil tillage technologies: conventional, minimization, mulch and no-till technology.

In all three years, we achieved the highest yield of winter wheat in no-till technology. Spring barley has achieved the highest yield of grain in all three years in conventional technology.

---

Winter wheat, as well as spring barley, reached the highest yields of grain in the warm and wet year 2016 (6,55 t.ha<sup>-1</sup>, 5,67 t.ha<sup>-1</sup>).

**Kľúčové slová:** úroda, obrábanie, pšenica letná forma ozimná, jačmeň siaty jarný, počasie  
**Keywords:** yield, soil tillage, winter wheat, spring barley, weather

## Úvod

V krajinách s vysokou úrovňou agrotechnického myslenia sa postupne prechádza od konvenčného obrábania pôdy s obracaním jej povrchovej vrstvy pluhom s odhrňovačkou na racionálnejšie a ekologicky vhodnejšie systémy obrábania pôdy nazývané konzervačné, ochranné, redukované, vrátane sejby do neobrobenej pôdy.

V posledných desaťročiach sa čoraz viac dostáva do popredia taktiež problematika globálnej klimatickej zmeny, ktorou sa chápe komplex zmien klímy vyvolaný antropogénne podmieneným zosilnením skleníkového efektu atmosféry, pričom sa tu nezahrňujú prirodzené zmeny a premenlivosť klímy, pokiaľ ich možno odlíšiť (Lapin, 2004). V súvislosti s predpokladanou klimatickou zmenou v úvahách a diskusiách o budúcej podobe rastlinnej výroby dominuje jej vplyv na tvorbu úrody. Bielek – Šurina (2002) usudzujú, že z hľadiska vývoja pôdných jednotiek pozorované zmeny klímy sú nevýznamné, ale vlastnosti pôd sa menia. Medzi najdôležitejšie dôvody používania konzervačných (minimalizačných a pôdoochranných) technológií patrí i obmedzenie spotreby pohonných hmôt, úspora pracovných síl, vývoj nových strojov na obrábanie pôdy, uľahčenie a urýchlenie obrábania pôdy, skrátenie pracovnej špičky, poznanie vplyvu mechanického obrábania na pôdne vlastnosti a vývoj rastliny, zavedenie účinných herbicídov, ochrana pred vodnou a veternou eróziou, uchovanie pôdnej vlahy, zníženie počtov prejazdov po poli a mnohé ďalšie. Bajla (1999) uvádza, že nové spôsoby agrotechniky i nová technika zavádzaná v poslednom období do poľnohospodárstva vedú k efektívnejšiemu využívaniu pôdy, ale súčasne prinášajú negatívne dôsledky intenzívnych foriem hospodárenia. Diferencovanými aspektmi konzervačného obrábania pôdy sa zaoberali viacerí autori, ako napr. Miština *et al.* (1993), Žák *et al.* (2002), Hnát *et al.* (2003), Kováč *et al.* (2005), Kotorová – Hnát (2005), Žembery (2016), Kotorová (2017). V dnešnom období už na zabezpečenie úrodnosti pôdy a na ochranu prírody máme k dispozícii také technológie, ktorými sa dajú dosiahnuť lepšie výsledky s menším finančným zaťažením (Birkás, 2001).

## Materiál a metódy

Pokus bol založený v poľných podmienkach v NPPC – VÚRV Piešťany – Výskumné pracovisko Borovce, v katastri obce Borovce, v pestovateľských ročníkoch 2015/2016–2017/2018.

Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým ročným priemerom zrážok 593 mm, z toho za vegetáciu 358 mm. Dlhodobý priemer ročnej teploty je 9,2 °C, za vegetáciu 15,5 °C. Nadmorská výška je 167 m n. m.. Oblasť je zaradená do kukurično-jačmenného

výrobného typu. Pôda na pokusnom stanovišti je hlinitá degradovaná černozem hnedozemná, na spraši s hĺbkou humusového horizontu 400–500 mm, so strednou zásobou P a K, s neutrálnou až slabo kyslou pôdnou reakciou. Z hľadiska fyzikálnych vlastností sú ornica a podorničné horizonty mierne zhutnené (viac ako  $1,45 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Obsah humusu v ornícom profile je stredný (2,43 %), v podorničných horizontoch je nízky (0,87–1,84 %).

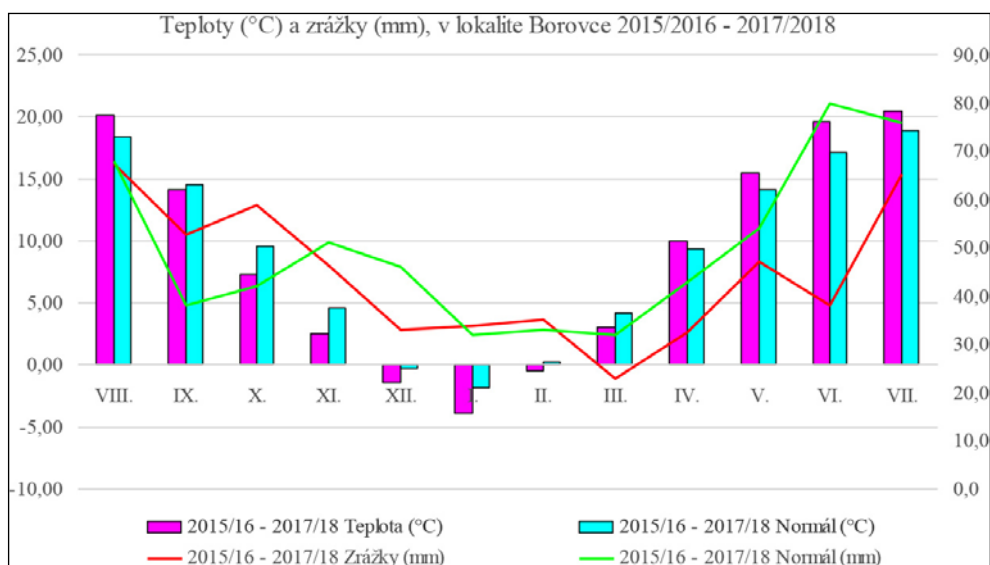
Plodiny: Pšenica letná forma ozimná MS Luneta, Jačmeň siaty jarný Karmel

Cieľom riešenia bolo porovnať štyri základné spôsoby obrábania pôdy (konvenčný, minimalizačný, nastielací, bez orby) v produktivite, efektívnosti a ekologickej vhodnosti, ktoré sa už využívajú v našich podmienkach:

1. konvenčný (orba s pluhom s odhrňovačkou) – sejba sejačkou Amazone
2. minimalizačný (redukovaný) – po zbere predplodiny prekyprenie (tanierový kyprič) tak, aby povrch pôdy bol pokrytý na 15–30 % rastlinnými zvyškami, príprava pôdy pred sejbou (resp. bez nej), sejba sejačkou Great Plains, kukurica siata sejačkou Kinze;
3. nastielací (Mulch till) – podrezanie strniska kypričom Amazone, povrch pôdy sa len rozruší (nadvihne), pozberové zvyšky zostávajú na povrchu pôdy – sejba sejačkou Horsch Concord CO3, kukurica siata sejačkou Kinze;
4. bez orby (No-till) – sejba sejačkou Great Plains, kukurica siata sejačkou Kinze.

Veľkosť zberovej plochy pokusnej parcelky jednej plodiny bola  $9 \text{ m} \times 35 \text{ m} = 315 \text{ m}^2$ . Celková výmera pokusu bola 3,72 ha. Na zber bol použitý kombajn fínskej výroby SAMPO – Roselew, s namontovaným rezačom a rozhadzovačom rastlinných zvyškov.

## Výsledky a diskusia



**Obrázok 1** *Poveternostné pomery v lokalite Borovce, v pestovateľských ročníkoch 2015/2016–2017/2018*



V priemere ročníkov 2015/2016–2017/2018 (Obr. 1) boli priemerná teplota i suma zrážok (8,90 °C, 533,23 mm) nižšie ako dlhodobý normál (9,08 °C, 595,00 mm). Bolo to dané najmä nižšími teplotami v zimných mesiacoch (december – 1,43 °C, január – 3,89 °C, február – 0,52 °C) a skoro na jar (marec 3,04 °C) a najmä nižšími zrážkami na jar (marec 22,8 mm, apríl 32,6 mm, máj 47,2 mm) a v lete (jún 38,1 mm, júl 65,3 mm).

**Tabuľka 1.** Úroda zrna (t.ha<sup>-1</sup>) pšenice letnej formy ozimnej MS Luneta

Technológia	Rok			
	2016	2017	2018	Priemer
Konvenčná	5,83	4,29	4,84	4,99
Minimalizačná	6,28	4,08	4,93	5,10
Nastielacia	5,82	4,27	4,35	4,81
Bezorbóvá	6,55	4,33	4,99	5,29
Hdd <sub>0,05</sub> ročník = 0,4801; ++; technológia = 0,6423 ++; Hdd <sub>0,01</sub> ročník = 0,71124 ++; technológia = 0,7984 ++ (Statgraphics 5.0)				

Pšenica letná forma ozimná dosiahla najvyššiu úrodu zrna 6,55 t.ha<sup>-1</sup> v bezorbovej (no-till) technológii v roku 2016 (Tab. 1), čo korešponduje i s priaznivými hodnotami pôdnej vlhkosti v tomto roku. Taktiež v roku 2016 sme pri minimalizačnej technológii pozorovali prekročenie hranice 6 t.ha<sup>-1</sup> (6,28 t.ha<sup>-1</sup>). Pri úrode zrna pšenice letnej formy ozimnej, odrody MS Luneta, sme vo všetkých pestovateľských rokoch pozorovali najvyššiu úrodu v bezorbovej (no-till) technológii, pričom priemerná úroda za roky 2016–2018 bola 5,29 t.ha<sup>-1</sup>. Rok i obrábanie mali štatisticky vysokopreukazný podiel na úrode.

Otepka, Lacko-Bartošová (2002), udávajú, že najmä obilniny podstatnejšie nereagujú na hĺbku obrábania a na rast nevyžadujú bezpodmienečne nakyprenú pôdu. Z výsledkov autorov Kotorová – Balla (2004) vyplýva, že úroda zrna pšenice letnej formy ozimnej bola štatisticky významne ovplyvňovaná pokusným rokom, agrotechnikou a zrážkami v máji. Nižšie úrody pšenice pri pestovaní bezorbovou technológiou uvádzajú Miština – Javor (2000), Kováč a kol. (2010), Balla (2002), Šimon – Lhotský (1989), Miština – Kováč a kol. (1993). Hüla, Köller – Linke (2006), Procházková a kol. (2008) naopak uvádzajú pri pšenici vyššie úrody pri pestovaní bez orby ako s orbou.

Taktiež pšenica letná forma ozimná v klimaticky rizikovom roku 2017 mala najnižšie úrody, keď jej predplodinou bola sója fazuľová, avšak v jej prospech hovorí i dlhšia vegetačná doba, pričom na jar už mala vyvinutú dostatočnú nadzemnú i podzemnú hmotu. Pričom pri pšenici letnej forme ozimnej pozorujeme, že dokáže významne odoberať pôdnu vlahu, pričom jej koreňová sústava ju dokáže čerpať až z hĺbky 1,2 m.

**Tabuľka 2** Úroda zrna ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) jačmeňa siateho jarného Karmel

Technológia	Rok			
	2016	2017	2018	Priemer
Konvenčná	5,67	3,55	3,71	4,31
Minimalizačná	4,82	2,95	3,69	3,82
Nastielacia	4,28	1,94	2,85	3,02
Bezorbová	3,93	2,79	3,57	3,43
Hdd <sub>0,05</sub> ročník = 0,55501; ++; technológia = 0,7321 ++; Hdd <sub>0,01</sub> ročník = 0,8658 ++; technológia = 0,7587 ++ (Statgraphics 5.0)				

Jačmeň siaty jarný, odroda Karmel, dosiahol najvyššiu úrodu zrna v roku 2016, avšak v konvenčnej technológii ( $5,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). V klimaticky kritických rokoch 2017 a 2018 boli úrody nižšie, pričom v roku 2017 sme v nastielacej technológii dosiahli iba  $1,94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Tab. 2). Nižšie úrody v roku 2017 možno pripísať tak nevhodným klimatickým pomerom, ako aj problematickému štartu vegetácie. Ako udáva Szilvássy (2006) chyby pri pôdoochráných technológiách môžu znížiť úrodu vo väčšom množstve ako pri konvenčných technológiách.

V prípade jačmeňa siateho jarného, ako plodiny siatej na jar, sme vyššie úrody vo všetkých rokoch 2016–2018 zistili v konvenčnej technológii. V priemere rokov 2016–2018 sme taktiež najvyššiu úrodu ( $4,31 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) pozorovali v technológii konvenčnej. Rok i obrábanie mali štatisticky vysokopreukazný podiel na úrode.

Možno si i uvedomiť, že predplodinou pre jačmeň siaty jarný bola kukurica siata na zrno, ktorá má pomerne veľké nároky a zanecháva mnoho pozberových zvyškov.

Treba konštatovať, že tak pšenica letná forma ozimná, ako aj jačmeň siaty jarný dosiahli najvyššie úrody zrna v teplotne i zrážkovo vyrovnanjšom roku 2016.

## Záver

- V klimaticky nevyrovnaných pestovateľských ročníkoch, z pohľadu výšky dosiahnutej produkcie, reagujú plodiny v konzervačných technológiách rôzne.
- Vo všetkých troch pestovateľských rokoch sme najvyššiu úrodu pšenice letnej formy ozimnej dosiahli v bezorbovej technológii.
- Jačmeň siaty jarný dosiahol najvyššiu úrodu zrna vo všetkých troch pestovateľských rokoch v konvenčnej technológii.
- Pšenica letná forma ozimná, ako aj jačmeň siaty jarný dosiahli najvyššie úrody zrna v teplotne i zrážkovo nadnormálnom roku 2016 ( $6,55 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $5,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )
- Ako náročná, na celkové zvládnutie, sa javí nastielacia technológia
- Kritické sú najmä jarné mesiace, kedy nedostatok zimnej vlhky a skorý nástup vysokých teplôt (krátka jar a skorý nástup leta) majú významný podiel na formovaní budúcej úrody

- Minimalizačné technológie prinášajú rôzne výsledky čo sa úrod týka. Dá sa predpokladať, že je to dané vplyvom pôdy, najmä jej textúry ako aj vplyvom pestovanej plodiny. Je preto nutný ďalší výskum v danej oblasti, aby sa vyčlenili pôdne aj rastlinné druhy vhodné na pestovanie za použitia minimalizačných technológií. Tieto technológie majú však nesporný význam pre zlepšovanie pôdnych vlastností, najmä zvyšovanie podielu vodostálej pôdnej štruktúry (Houšková *et al.*, 2018).

## Literatúra

- BAJLA, J. 1999. Meranie utlačenia pôdy pomocou penetračnej metódy. *Polnohospodárstvo*, 45, č. 3, 1999, s. 215-230, ISSN 0551-3677.
- BALLA, P. 2002. Energetické a ekonomické zhodnotenie pôdochranných technológií pri pestovaní pšenice letnej formy ozimnej, In: *Zborník vedeckých prác OVÚ Agroekológie v Michalovciach*, Michalovce: OVÚA, 2002, ISBN 80-968917-9-0, s. 7-14.
- BIELEK, P. – ŠURINA, B. 2000. Možné dopady prognózovania zmeny klímy na pôdny kryt SR. In: *Očakávané zmeny klímy a ich možný dopad na vodný režim, poľné a lesné hospodárstvo*. Nitra: SAPV, 2002, s. 21-28. ISBN 80-968665-3-2.
- BIRKÁS, M., 2001. A talajhasználat. A talajhasználati módok értékelése. In *Talajművelés a fenntartható gazdálkodásban* (szerk. Birkás M.) Akaprint Kiadó, Budapest, 2001, s 99-120.
- HNÁT, A. – MATI, R. – BALLA, P. 2003. Špecifiká využívania bezorbového systému v podmienkach ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. In: *Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka*. Nitra: SPU, 2003, pp. 52-55. ISBN 80-8069-246-7.
- HOUŠKOVÁ, Beata – MAKOVNÍKOVÁ Jarmila – ŠLINSKÝ Ján. 2018. *Ecological farming – soil awareness in praxis*. Medzinárodný kongres 21<sup>st</sup> World Congress of Soil Science, Rio de Janeiro, Brazília. <https://www.21wcss.org/>
- HŮLA, J. – PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Profipress, Praha 2008, ISBN 978-80 – 86726-28 – 1, 248 s.
- KOTOROVÁ, D. 2017. Impakt pôdneho druhu a obrábania na vybrané parametre ťažkých pôd. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax, Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou*, Piešťany, 2017, NPPC – VÚRV Piešťany, s. 92-98, ISBN 978-80-89417-75-9.
- KOTOROVÁ, D. – BALLA, P. 2004. *Obrábanie pôdy vo vzťahu k úrodám pšenice ozimnej*, [online] [cit. 2020-04-14], URL: < [http://www.cbks.cz/ŠbornikVinicky04/bpd.2004/content/02Sekcia\\_agroklimatologie/Kotorova.pdf](http://www.cbks.cz/ŠbornikVinicky04/bpd.2004/content/02Sekcia_agroklimatologie/Kotorova.pdf) >.
- KOTOROVÁ, D. – HNÁT, A. 2005. Vplyv spracovania fluvizemí na ich fyzikálne vlastností a na úrodu zrna kukurice (Effect of fluvisols tillage on their physical properties and on maize yield) In: *Agriculture (Polnohospodárstvo)*, vol. 51, 2005, N. 10, pp. 521-527. ISSN 0551-3677.
- KOTOROVÁ, K. – JAKUBOVÁ, J. 2007. *Meteorologické faktory, obrábanie a ich vplyv na vlastnosti pôdy*. “Bioclimatology and natural hazards” International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17-20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8.
- KOVÁČ, K. – MACÁK, M. – ŠVANČÁRKOVÁ, M. 2005. The effect of soil conservation tillage on soil moisture dynamics under single cropping and crop rotation. In: *Plant Soil Environ.*, roč. 51, 2005, N. 3, pp. 124-130. ISSN 1214-1178.

- 
- KOVÁČ, K. – NOZDROVICKÝ, L. – MACÁK, M. a kol. 2010. *Minimalizačné a pôdochranné technológie*, Nitra: Agroinštitút, š. p., 2010, 142 s., ISBN 978-80-7139-139-5.
- KÖLLER, K. – LINKE, CH. 2006. *Úspěch bez pluhu*. Praha, Vydavatelství ZT, 191 s.
- LAPIN, M. 2004. Detection of changes in the regime of selected climatological elements at Hurbano-vo. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, Vol. 34/2, 2004, p. 169-193.
- MIŠTINA, T. et al. 1993. *Ochranné obrábanie pôdy (Protective tillage of soil)*. 1. vyd. Piešťany: VÚRV, 1993. 167 p. ISBN 80-7137-125-4.
- MIŠTINA, T. – JAVOR, L. 2000: Výskum obrábania pôdy vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby Piešťany. In: *Súčasnosť a perspektívne smery v obrábaní pôdy, Zborník vedeckých prác z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou*, Nitra: SPU, 2000, ISBN 80-7137-764-3, s. 65-68.
- OTEPKA, P. – LACKO-BARTOŠOVÁ, M. 2005. Bilancia energie, živín a organickej hmoty v trvalodržateľných systémoch na ornej pôde. In *Realizáciou poznatkov vedy a výskumu k trvalo udržateľnému poľnohospodárstvu*. Zborník z vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou. Michalovce: VURV – ÚEA, 2005, s. 148-152. ISBN 80-88790-40-9.
- SZILVÁSSY, L., 2006. (Ekotech). *Talajkíméli technológiák alkalmazása*. Bratislava: Jó gazda, 2006, č.12, s. 24-25.
- ŠIMON, J. – LHOTSKÝ, J. 1989. *Zpracování a zúrodňování půd*, Vydanie prvé, Praha: SZN, 1989, 320 s., ISBN 80-209-0048-9.
- ŽÁK, Š. – KOVÁČ, K. – LEHOCKÁ, Z. 2002. Vplyv konvenčného a a bezorbového obrábania pôdy v rôznych systémoch hospodárenia na bilanciu pôdnej organickej hmoty (The influence of conventional and no-till technology on soil organic matter balance in various arable farming systems). In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 48, 2002, N. 9, pp. 472-481. ISSN 0551-3677.
- ŽEMBERY, J. 2016. Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice siatej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax, Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie*, NPPC-VÚRV, 2016., s. 101-106, ISBN 978-80-89417-72-8.

## Podakovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci projektu APVV-15-0160 "Eliminovanie degradačných procesov v pôde obnovením biodiverzity (BIOSOIL).

---

# SYNERGIE A KOMPROMISY AGROEKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽIEB

## SYNERGIES AND COMPROMISES OF AGROECOSYSTEM SERVICES

Jarmila Makovníková<sup>1</sup>, Stanislav Kološta<sup>2</sup>, Katarína Orságová<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva  
a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica*

*<sup>2</sup>Ekonomická fakulta, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici*

---

### Abstrakt

Cieľom príspevku je analyzovať synergie a kompromisy medzi jednotlivými agroekosystémovými službami poľnohospodársky využívaných pôd Slovenska. Agroekosystémové služby môžeme rozdeliť do troch základných skupín, a to na zásobovacie, regulačné a kultúrne služby. Ekosystémové služby sú nelineárne prepojené. Zmeny jednej služby sa môžu pozitívne alebo negatívne odraziť na hodnote druhej služby. Vysoký potenciál zásobovacej služby je synergicky prepojený s vysokým potenciálom regulácie vodného režimu, filtrácie polutantov a odnosu pôdy. Opačný trend má potenciál zásobovacej služby k potenciálu regulácie klímy a potenciálu prírodných predpokladov pre rekreáciu.

### Abstract

Aims of this study is to assess the synergies and compromises of agroecosystem services. Ecosystem services linked to the natural capital can be divided into three services categories (provisioning, regulating and cultural). Ecosystem services are non-linearly linked and changes in one service can impact the other in a positive or negative way. High potential of provisioning service is linked to the high potential of regulation of water regime, water retention capacity, pollutants filtration and soil erosion. The opposite trend has the potential of provisioning services to the potential of climate regulation and potential of natural conditions for recreation.

### Úvod

Pôda sa významnou mierou podieľa na plnení ekosystémových služieb prostredníctvom funkcií. Tie prinášajú priamy ako aj nepriamy úžitok pre ľudí, čím naplňajú ich potreby. Z pôdných funkcií je odvodená ekosystémová služba, ako prospešný tok plynúci z prírod-

---

ných kapitálových zásob a naplňajúci ľudské potreby. Agroekosystémové služby (ekosystémové služby naviazané na prírodný kapitál – pôdu) delí Dominati *et al.* (2010) do troch základných skupín, a to zásobovacie, regulačné a kultúrne služby. Koncept ekosystémových služieb (Heines-Young *et al.*, 2012) prináša nový pohľad na problematiku efektívneho využívania prírodných zdrojov z pohľadu multifunkčnosti a tým sa stáva vhodným nástrojom pre zabezpečenie udržateľnosti systémov poľnohospodárskej výroby. Pôda podmieňuje mnohé ekosystémové služby a odráža sa na nej aj konflikt ich spolupôsobenia. Napríklad plnenie zásobovacích služieb je často v konflikte s plnením regulačných či kultúrnych služieb (Smith *et al.*, 2015, Zhang *et al.* 2007, Flynn *et al.* 2009, Frank *et al.*, 2012). Vysokú produkciu biomasy je často možné dosiahnuť len na úkor znečistenia pôdy ťažkými kovmi alebo organickými polutantmi 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.

Cieľom príspevku je analyzovať synergie a kompromisy medzi jednotlivými agroekosystémovými službami poľnohospodársky využívaných pôd Slovenska.

## Materiál a metóda

Potenciál ekosystémových služieb definujeme ako hypoteticky maximálne možné plnenie ekosystémových služieb (Burkhard *et al.* (2014), porovnateľné so zásobami prírodného kapitálu. Potenciál zabezpečuje aktuálny aj budúci tok ekosystémových služieb (Costanza, 2008). Na základe biofyzikálnych údajov v kombinácii s údajmi o využívaní krajiny sme vytvorili mapovacie jednotky pre potreby analýzy a hodnotenia potenciálu agroekosystémových služieb. Mapovacími jednotkami sa stala vrstva funkčných agregovaných jednotiek ako kombinácia digitálnych vrstiev o sklonitosti reliéfu, využívaní pozemku, klimatických regiónov a textúry pôdy (Makovníková *et al.*, 2017) vytvorená s použitím nástrojov GIS kompatibilná s priestorovými jednotkami v medzinárodne používanej databáze Corine Land Cover. Analyzovali a hodnotili sme zásobovaciu agroekosystémovú službu, regulačné služby (regulácia vodného režimu, regulácia odnosu pôdy, filtračná služba – filtrácia anorganických polutantov, regulácia klímy) a kultúrne služby. Produkčný potenciál sme využili pri modelovaní potenciálu zásobovacej ekosystémovej služby (Makovníková *et al.*, 2017). Potenciál regulácie vodného režimu, akumulácie vody v pôde sme modelovali a hodnotili cez retenčnú vodnú kapacitu, potenciál regulácie odnosu pôdy sme hodnotili na základe indexov SEOP. Filtračnú službu sme hodnotili na základe súčtu ratingového skóre indikátora kontaminácie a indikátora sorpčného potenciálu pôd (metóda hodnotenia je bližšie popísaná v našom predchádzajúcom článku Makovníková *et al.* (2007)). Potenciál regulácie klímy sme hodnotili cez zásoby organickej hmoty v pôde. Rekreačné služby, potenciál rekreácie pre pešiu turistiku, cykloturistiku a bežecké lyžovanie, sú hodnotené cez analýzu prírodných predpokladov pre uskutočnenie rekreácie (ratingové kritériá) a hodnotenie biofyzikálnych parametrov (metóda hodnotenia je bližšie popísaná v našom predchádzajúcom článku Makovníková *et al.* 2016). Spracovanie vstupných vrstiev,

ich kombináciu, modelovanie a štatistické vyhodnotenie agroekosystémových služieb sme realizovali v GIS ArcGIS for Desktop Advanced v. 10.3 a STATGRAPHICS Centurion XVII.

## Výsledky a diskusia

Vzájomný vzťah jednotlivých agroekosystémových služieb vyjadrený cez korelačné koeficienty je uvedený v tabuľke 1. Podľa Lescourret *et al.* (2015) sú hodnoty korelačného koeficientu vyššie ako 0,5 znakom synergického efektu medzi ekosystémovými službami a naopak, hodnoty korelačného koeficientu nižšie ako – 0,5 naznačujú negatívny vzťah, ktorý pri potrebe zachovania poskytovania ekosystémových služieb vyžaduje kompromisy.

**Tabuľka 1** Korelačné koeficienty medzi ekosystémovými službami poľnohospodársky využívaných pôd (poľnohospodársky využívané pôdy)

Korelačný koeficient	Potenciál agroekosystémovej služby					Rekreačná služba
	Zásobovacia služba	Regulácia				
		vody	filtrácia	odnosu pôdy	klímy	
Zásobovacia služba	1					
Regulácia vodného režimu	0,73	1				
Filtrácia polutantov	0,55	0,30	1			
Regulácia odnosu pôdy	0,58	0,54	0,32	1		
Regulácia klímy	-0,33	-0,26	0,10	-0,10	1	
Potenciál rekreácie	-0,34	-0,29	-0,28	-0,32	0,19	1

Bolt – hodnoty sú štatisticky preukazné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$

Vysoký potenciál zásobovacej služby je synergicky prepojený s vysokým potenciálom regulácie vodného režimu, filtrácie polutantov a odnosu pôdy. Opačný trend má potenciál zásobovacej služby k potenciálu regulácie klímy a potenciálu prírodných predpokladov pre rekreáciu, čo je v súlade aj s výsledkami Felipe-Lucia (2014). Korelačné vzťahy medzi agroekosystémovými službami stanovené na agroekosystémoch poľnohospodársky využívaných pôd sa potvrdili aj samostatne na ekosystémoch orných pôd (Tab. 2) a trávnych porastoch.

**Tabuľka 2** Korelačné koeficienty medzi agroekosystémovými službami orných pôd

Korelačný koeficient	Potenciál agroekosystémovej služby					Rekreačná služba
	Zásobovacia služba	Regulácia				
		vody	filtrácia	odnosu pôdy	klímy	
Zásobovacia služba	1					
Regulácia vodného režimu	0,69	1				
Filtrácia polutantov	0,63	0,36	1			
Regulácia odnosu pôdy	0,52	0,54	0,31	1		
Regulácia klímy	-0,62	-0,47	-0,34	-0,21	1	
Potenciál rekreácie	-0,42	-0,29	-0,46	-0,31	0,12	1

Bolt – hodnoty sú štatisticky preukazné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$

Synergický efekt je medzi zásobovacou agroekosystémovou službou, reguláciou vodného režimu a čistením pôdy (Lescourret *et al.* 2015). Kompromisy pri manažmente ekosystému orných pôd sú potrebné pri zabezpečení regulácie klímy a uchovaní potenciálu prírodných predpokladov pre rekreáciu. Pri synergii dochádza k súčinnosti jednotlivých zložiek a výsledným efektom je vyšší potenciál jednotlivých služieb.

**Tabuľka 3** Korelačné koeficienty medzi agroekosystémovými službami trávnych porastov

Korelačný koeficient	Potenciál agroekosystémovej služby					Rekreačná služba
	Zásobovacia služba	Regulácia				
		vody	filtrácia	odnosu pôdy	klímy	
Zásobovacia	1					
Regulácia vodného režimu	0,75	1				
Filtrácia polutantov	0,49	0,28	1			
Regulácia odnosu pôdy	0,63	0,52	0,34	1		
Regulácia klímy	0,10	0,10	0,19	0,13	1	
Potenciál rekreácie	-0,19	-0,20	-0,19	-0,29		1

Bolt – hodnoty sú štatisticky preukazné na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$

Z environmentálnych indikátorov má najvýznamnejší vplyv na agroekosystémové služby klimatický región. Teplý, suchý, nížinný región má vyšší potenciál zásobovacej služby, regulácie vodného režimu, filtrácie polutantov ako aj regulácie odnosu pôdy ako región mierne teplý až



---

chladný. Tieto výsledky sú v súlade s postavením pôdy, jej vlastností, procesov a funkcií v koncepte agroekosystémových služieb (Bujnovský a kol., 2011, Kanianska a kol., 2016). V teplých, suchých, nížinných regiónoch sú agroekosystémy vyvinuté na černoziach, čierniciach, hneдозemiach, na pôdach s optimálnymi parametrami pre produkciu fytomasy, filtráciu polutantov, akumuláciu vody. Agroekosystémy orných pôd v chladnejších regiónoch majú vyšší potenciál regulácie klímy ako aj vyšší potenciál prírodných predpokladov pre rekreáciu. Potenciál pre rekreáciu sa zvyšuje v oblastiach s chladnejšou klímou, výraznejšie v ekosystémoch trávnych porastov.

## Záver

V súčasnosti intenzívna poľnohospodárska výroba negatívne ovplyvňuje predovšetkým poskytovanie regulačných ekosystémových služieb (Frank *et al.*, 2012). Len zdravá pôda, ktorá plní všetky svoje funkcie v optimálnom rozsahu pri konkrétnom spôsobe jej využitia, je základným predpokladom pre stabilitu ekosystému a je aj základným predpokladom udržateľného poľnohospodárstva. Poľnohospodárskou produkciou by nemali byť dotknuté iné ekosystémové služby, ktoré ľudia využívajú z poľnohospodárskej krajiny (Kibblewhite *et al.*, 2008). Kompromisy medzi poľnohospodárskou výrobou a plnením regulačných a kultúrnych služieb sú možné pri správnom manažmente pôd (ekologické poľnohospodárstvo, nekonvenčné postupy, pôdoochranné technológie, bezorbové technológie, precízne poľnohospodárstvo, diverzifikácia plodín, biologická kontrola) (Power, 2010). Podľa Šarapatku (2011) predstavuje ekologické poľnohospodárstvo vyvážený agroekosystém trvalého charakteru, ktorý je schopný udržiavať úrodnosť pôdy, zabezpečovať regulačné služby a rozvoj biodiverzity.

## Literatúra

- BUJNOVSKÝ, R. – VILČEK, J. – BLAAS, G. – SKALSKÝ, R. – BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – BALKOVIČ, J. – PÁLKA, B. 2011. *Hodnotenie kapacít pôdy a efektov z jej využívania*. VÚPOP Bratislava, 70 str. ISBN 978-80-89128-83-9.
- BURKHARD B. – KANDZIORAI, M. S. – MÜLLER, F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. *Official Journal of the International Association for Landscape Ecology – Regional Chapter Germany (IALE-D)*. Available at <https://www.landscape-online.org/index.php/lo/article/view/LO.201434>
- DOMINATI, E. – PATTERSON, M. – MACKAY, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils'. *Ecological Economics*, 69, pp.1858–1868.
- FELIPE-LUCIA, M.R. – COMIN, F.A. – BENNETT, E. M. 2014. Interactions among ecosystem services across land uses in a floodplain agroecosystem. *Ecology and Society*, 19, Art. 20.
- FLYNN, D. F. B. – GOGOL-PROKURAT, M. – NOGEIRE, T. – MOLINARI, N. – TRAUTMAN RICHERS, B. – LIN, B. B. – NICHOLAS, S. – MAYFIELD, M. M. AND DECLERC, F. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12:22–33.

- 
- FRANK, S. – FURST, C. – KOSCHKE, L. AND MAKESCHIN, F. 2012. A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics. *Ecological Indicators* 21:30–38.
- HAINES-YOUNG, R. – POTSCHEIN, M. – KIENAST, F. 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators* 21, 39–53.
- KANIANSKA, R. – JAĎUĎOVÁ, J. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – KIZEKOVÁ, M. – TOMAŠKIN, J. (2016). *Ekosystémové služby*. Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2016, 244 s. – ISBN 978-80-557-1129-4.
- KIBBLEWHITE, M. G. – TITZ, K. – SWIFT, M. J. 2008. Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London B, 363: 685–701.
- LESCOURRET, F. – MAGDA, D. – RICHARD, G. – BLONDON, A. F. A. – BARDY, M. – BAUDRY, J. – DOUSSAN, I. – DUMONT, B. – LEFÈVRE, F. – LITRICO, I. – CLOUAIRE, R. M. – MONTUELLE, B. – PELLERIN, S. – PLANTEGENEST, M. – TANCOIGNE, E. – THOMAS, A. – GUYOMARD, H. – SOUSSANA, L. F. 2015. A social–ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Environmental Sustainability* 2015, 14: 68–75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2015.04.001> Lovell, S. T. – S. DeSantis, C.A. Nathan, M.B. Olson, V.E.
- MAKOVNÍKOVÁ, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – PÁLKA, B. 2007. Approach to the assessment of transport risk of inorganic pollutants based on the immobilisation capability of soil. *Plant, Soil and Environment*, 53, pp. 365–373.
- MAKOVNÍKOVÁ J. – KOBZA J. – PÁLKA B. – MALIŠ J. – KANIANSKA R. – KIZEKOVÁ M. 2016. An approach to mapping the potential of cultural agroecosystem services, *Soil & Water Res.* – 11 (2016): 44–52
- MAKOVNÍKOVÁ, J. – PÁLKA, B. – ŠIRÁŇ, M. – KANIANSKA, R. – KIZEKOVÁ, M. – JAĎUĎOVÁ, J. (2017). *Modelovanie a hodnotenie agroekosystémových služieb*. Belianum: Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. ISBN 978-80-557-1242-0.
- POWER, A. G. 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philos. Trans. Roy. Soc. B* 365, 2959–2971. doi: 10.1098/rstb.2010.0143
- SMITH, P. – COTRUFO, M. F. – RUMPEL, C. – PAUSTIAN, K. – KUIKMAN, P. J. – ELLIOTT, J. A. – MCDOWELL, R. – GRIFFITHS, R. I. – ASAKAWA, S. – BUSTAMANTE, M. – HOUSE, J. I. – SOBOCKÁ, J. – HARPER, R. – PAN, G. – WEST, P. C. – GERBER, J. S. – CLARK, J. M. – ADHYA, T. – SCHOLES, R. J. – SCHOLES, M. C. 2015. Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils *SOIL*, 1, 665–685, 2015
- ŠARAPATKA, B. 2011. Environment-friendly Management of Agricultural Landscape. *Životné prostredie*, 2011, 45, 3, p. 123–127.
- ZHANG, W. – RICKETTS, T. H. – KREMEN, C. – CARNEY, K. – SWINTON, S. M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253–260.

## Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0098-12, zmluvy č. APVV-15-0160 a zmluvy č. APVV-18-0035.

---

# TREND ZÁCHYTOV/EMISIÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNOV Z ORNEJ PÔDY A TRVALÝCH KULTÚR OD ROKU 1990

## TREND IN GREENHOUSE GAS REMOVALS/EMISSIONS FROM ARABLE LAND AND PERMANENT CROPS SINCE 1990

Michal Sviček, Ing. Kristína Buchová

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva  
a ochrany pôdy  
svicek@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Sektor využívania pôdy, zmien vo využívaní pôdy a lesného hospodárstva (ďalej len „LULUCF“ – land use, land use change and forestry) pokrýva širokú škálu biologických a technických procesov v krajine, ktoré sa odrážajú v inventári skleníkových plynov. Identifikácia kategórií LULUCF vychádza z údajov Úradu geodézie, kartografie a katastra SR, ktorý predstavuje kľúčový zdroj údajov pre identifikáciu priestorového rozsahu jednotlivých kategórií. Záchyty skleníkových plynov v rámci Kjótskeho protokolu reportuje pre UNFCCC (Rámcový dohovor OSN o zmene klímy) a Európsku úniu NPPC – VÚPOP (kategória orná pôda a trvalé kultúry (ovocné sady, vinohrady, chmeľnice a záhrady) – Cropland) a NPPC – VÚTPHP (kategória trvalé trávne porasty TTP – Grassland). Kategória Cropland sa člení na CLA – Cropland annual a CLP – Cropland perennial. Metodika zisťovania záchytov/emisií spočíva v kalkulácii aktuálnych výmer jednotlivých kategórií a emisných koeficientov. Výmery sa týkajú plochy ornej pôdy – CLA, trvalých kultúr – CLP a plochy kde nastala zmena z CLA na CLP a opačne. Vždy sa počítajú emisie/záchyty pre pôdu a zvlášť pre poľnohospodársku biomasu. Použité metódy sa riadia výlučne smernicou IPCC 2006 GL. Sektor LULUCF s čistým záchytom – 5 670,38 Gg (napr. v roku 2018) ekvivalentu oxidu uhličitého pre celú Slovenskú republiku je veľmi dôležitým odvetvím a je jediným so záchytom skleníkových plynov, nakoľko ostatné sektory ako sú energetika, doprava, priemysel, odpady naopak emisie skleníkových plynov produkujú. Z hľadiska záchytov CO<sub>2</sub> (a tým aj sekvestrácií uhlíka) majú najvyšší záchyt CO<sub>2</sub> plochy CLP – teda trvalých kultúr a paradoxne v rámci CLA – plochy ornej pôdy vyčlenenej ako úhor. Postupom času od roku 1990 dochádza k zmenám vo výmerách jednotlivých kategórií využitia pôdy, zmenám metodických postupov, ale schopnosť zachytávať GHG pôdou a biomasou čo sa týka poľnohospodárskej a lesnej pôdy zostáva a počas celého vykazovaného obdobia prevyšoval záchyt nad emisiami v sektore LULUCF.

---

## Abstract

Land use, land use change and forestry sector (LULUCF) covers a wide range of biological and technical processes in the country, which are reflected in the greenhouse gas inventory. The identification of LULUCF sector categories is based on data from the Office of Geodesy, Cartography and Cadastre of the Slovak Republic, which is a key source of data for identifying the spatial extent of individual categories. National Agricultural and Food Centre (Soil Science and Conservation Research Institute covers category Cropland and Grassland and Mountain Agriculture Research Institute – category Grassland) is in Slovakia responsible for reporting of greenhouse gas removal for UNFCCC and European union. The Cropland category is divided into CLA – Cropland annual and CLP – Cropland perennial. The methodology for detecting removals/emissions consists in calculating the current acreage of individual categories and emission coefficients. The areas concern the area of arable land – CLA, permanent crops – CLP and the area where there was a change from CLA to CLP and vice versa. Removals/emissions are always calculated for soils and separately for agricultural biomass. The methods used are governed exclusively by the IPCC 2006 guidelines. The LULUCF sector with a net removal of – 5,670,38 Gg (e. g. in 2018) of carbon stock equivalent for the whole territory of the Slovak Republic is a very important sector and is the only one with the removal of greenhouse gases, as other sectors such as energy, transport, industry, waste produce greenhouse gas emissions. In terms of CO<sub>2</sub> removal, the highest one have permanent crops and from arable land, paradoxically, areas of fallow land. Over time, since 1990, there have been changes in the acreage of individual land use categories, changes in methodological procedures, but the ability to capture GHG through soil and biomass in terms of agricultural and forest land remains. Throughout the reporting period, the capture exceeded emissions in the LULUCF sector.

**Kľúčové slová:** záchyty skleníkových plynov, trvalé kultúry, orná pôda, sekvestrácia uhlíka, biomasa a pôda

**Key words:** greenhouse gas removal, permanent crops, arable land, carbon sequestration, biomass and soil

## Úvod

Zvyšovanie sekvestrácie ukladania uhlíka z atmosférického oxidu uhličitého (ďalej len CO<sub>2</sub>) do poľnohospodárskej biomasy a pôdy spolu so zabraňovaním emisií skleníkových plynov (ďalej len GHG) patria medzi najvýznamnejšie výzvy ohľadom poľnohospodárskej pôdy, spolu s ochranou pred eróziou, zvýšením biodiverzity pôdy, zlepšením akumulácie vody v pôde a efektívnosťou využívania vody, zlepšením pôdnej štruktúry a hospodárením so živinami.

Sektor využívania pôdy, zmien vo využívaní pôdy a lesného hospodárstva (ďalej len „LULUCF“ – land use, land use change and forestry) pokrýva širokú škálu biologických a technických procesov v krajine, ktoré sa odrážajú v inventarizácii skleníkových plynov. Zároveň

---

spĺňa významnú úlohu v globálnej politike aj v politike Európskej únie v oblasti klímy, pretože predstavuje dôležitý zdroj sekvestrácie uhlíka (približne štyrikrát viac uhlíka sa ukladá v pôde a biomase lesov a poľnohospodárskych plodín ako v atmosfére samotnej). Je doteraz jediným sektorom s veľkým potenciálom záchytu uhlíka z atmosféry, na rozdiel od všetkých ostatných sektorov ktoré emisie len produkujú (napr. doprava, priemysel, energetika, odpadové hospodárstvo, ale aj živočíšna výroba).

Samozrejme, postupom času od roku 1990 dochádza k zmenám vo výmerách jednotlivých kategórií využitia pôdy, zmenám metodických postupov, ale schopnosť zachytávať GHG pôdou a biomasou čo sa týka poľnohospodárskej a lesnej pôdy zostáva a počas celého vykazovaného obdobia prevyšoval záchyt nad emisiami v sektore LULUCF.

## Materiál a metódy

Identifikácia kategórií LULUCF vychádza z údajov Úradu geodézie, kartografie a katastra SR (ÚGKK), ktorý predstavuje kľúčový zdroj údajov pre identifikáciu priestorového rozsahu jednotlivých kategórií. Reportujú sa záchyty/emisie z biomasy a pôdy. Celková rozloha kategórie Cropland – ornej pôdy a trvalých kultúr – ovocné sady, vinohrady, chmeľnice a záhrady predstavovala 1 527 419 ha v roku 2018 z hľadiska výpočtov záchytov a emisií GHG podľa platnej metodiky. Kategória Cropland sa člení na CLA – Cropland annual a CLP – Cropland perennial. CLA predstavuje ornú pôdu vysadenú jednoročnými plodinami (obilniny, olejnaté semená, strukoviny, technické plodiny, krmoviny, úhor a iné) a jej plocha bola 1 376 110 ha v roku 2018. CLP zahrňuje trvalé kultúry vrátane viníc, ovocných sádov, chmeľníc a záhrad s výmerou 119 540 ha v roku 2018.

Použité metódy sa riadia výlučne smernicou IPCC 2006 GL. Metodika zisťovania záchytov či emisií spočíva v kalkulácií aktuálnych výmer jednotlivých kategórií – plochy ornej pôdy – CLA, trvalých kultúr – CLP a plochy kde nastala zmena z CLA na CLP a opačne. Vždy sa počítajú emisie/záchyty pre pôdu a zvlášť pre poľnohospodársku biomasu.

Na výpočty existujú rovnice, do ktorých vstupujú výmery jednotlivých kategórií a emisné faktory či koeficienty. Tieto môžu byť štandardné podľa metodiky IPCC 2006 GL alebo špecifické národné, získané výskumom, ako je napríklad národný koeficient zásob uhlíka pre plodiny v celkovej živej biomase (Bielek, Jurčová, 2010, Torma et al., 2017). Národné koeficienty pochádzajú aj z monitoringu pôdy alebo vyhodnotením vzoriek prieskumu LUCAS. Napríklad, priemerné hodnoty zásob organického uhlíka v ornej pôde – CLA (318 monitorovacích plôch v rámci SR) predstavujú 60,11 t C/ha (Barančíková a kol. 2013, Barančíková a kol. 2016). Priemerné hodnoty zásob organického uhlíka v pôde trvalých kultúr – CLP sa vypočítali z prieskumu LUCAS Topsoil Survey (údaje LUCAS) (Tóth, Jones a Montanarella, 2013). Podobne ako uvedené príklady, aj ostatné koeficienty boli získané na základe národných výskumov a analýz, alebo sa prebrali štandardné hodnoty z IPCC 2006 GL. Niektoré koeficienty boli dokonca prevzaté zo susedných krajín, napr. z Rakúska a Maďarska.

## Výsledky a diskusia

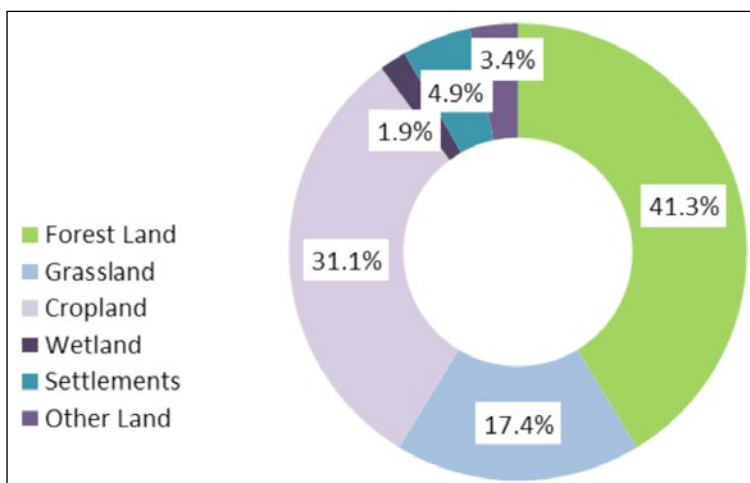
Sektor LULUCF s čistým záchytom – 5 670,38 Gg (napr. v roku 2018) ekvivalentu oxidu uhličitého pre celú Slovenskú republiku je veľmi dôležitým odvetvím a je jediným so záchytom skleníkových plynov, nakoľko ostatné sektory ako sú energetika, doprava, priemysel, odpady naopak emisie skleníkových plynov produkujú. Sumár celkových emisií a záchyto v kategórii LULUCF za rok 2018 je uvedený v tabuľke 1. Graf 1 dokumentuje distribúciu kategórií LULUCF na Slovensku v roku 2018, priestorové vyjadrenie kategórie Cropland (orná pôda a trvalé kultúry) je zobrazené na obrázku 1.

„Záchytom“ sa pre tieto účely rozumie akýkoľvek proces, činnosť alebo mechanizmus, ktorým sa z atmosféry odstraňuje skleníkový plyn, aerosól alebo prekursor skleníkového plynu. Okrem oxidu uhličitého „CO<sub>2</sub>“, ďalšími nebezpečnými a reportovanými skleníkovými plynmi sú oxid dusný – N<sub>2</sub>O a metán – CH<sub>4</sub> (emisie hydrofluórovaných uhľovodíkov – HFC, perfluórovaných uhľovodíkov – PFC a fluoridu sírového – SF<sub>6</sub> nie sú na Slovenskú významné).

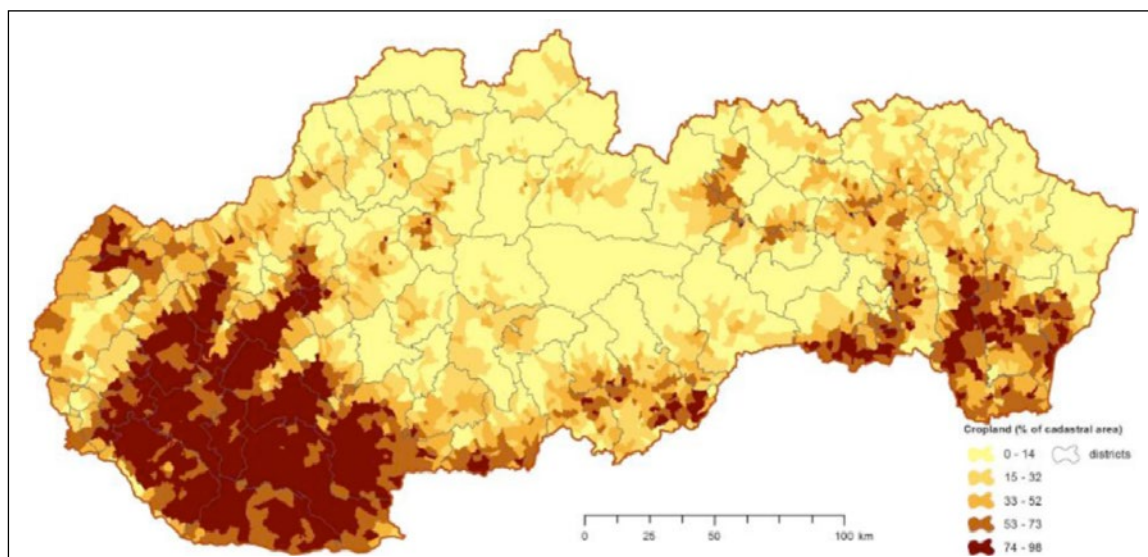
Záchyty skleníkových plynov v rámci Kjótskeho protokolu reportuje pre UNFCCC (Rámcový dohovor OSN o zmene klímy) a Európsku úniu NPPC – VÚPOP (kategória orná pôda – Cropland) a NPPC – VÚTPHP (kategória trvalé trávne porasty TTP – Grassland).

**Tabuľka 1** Sumár celkových emisií a záchyto v kategórii LULUCF za rok 2018

KATEGÓRIA	Net CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>
	EMISIE/ZÁCHYTY (Gg)	EMISIE (Gg)				
4. LULUCF	NO	-5 726,33	0,84	0,12	0,53	19,05
A. Lesná pôda	NO	-3 794,39	0,84	0,05	0,53	19,05
B. Orná pôda a trvalé kultúry	NO	-1 145,81	NO	0,03	NO	NO
C. Trvalé trávne porasty	NO	-115,28	NO	0,001	NO	NO
D. Mokrade	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Sídla	80,71	NO	NO	0,02	NO	NO
F. Ostatná pôda	137,48	NO	NO	0,02	NO	NO



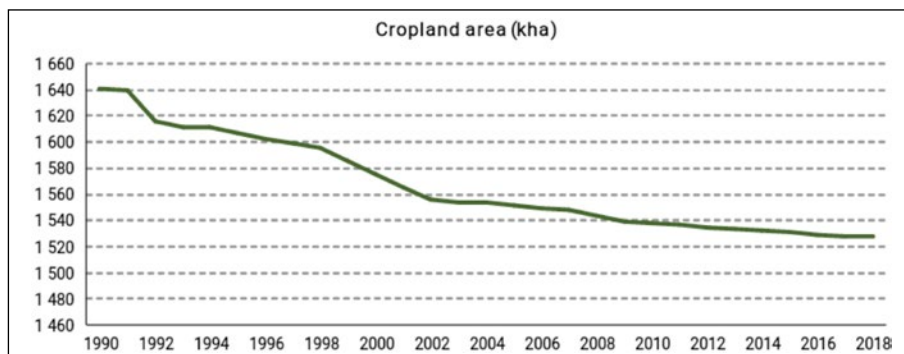
**Graf 1** *Distribúcia kategórií LULUCF na Slovensku v roku 2018 (Forest land – lesná pôda, Grassland – trvalé trávne porasty, Cropland – orná pôda a trvalé kultúry, Wetland – mokrade, Settlements – sídla, Other land – ostatná pôda)*



**Obrázok 1** *Distribúcia kategórie Orná pôda a trvalé kultúry (Cropland) na Slovensku – vypočítaná ako priestorový podiel v rámci jednotlivých katastrálnych jednotiek*

Identifikácia kategórií LULUCF vychádza z údajov Úradu geodézie, kartografie a katastra SR (ÚGKK), ktorý predstavuje kľúčový zdroj údajov pre identifikáciu priestorového rozsahu jednotlivých kategórií. Reportujú sa záchyty/emisie z biomasy a pôdy. Celková rozloha kategórie Cropland (orná pôda a trvalé kultúry) predstavovala 1 527 419 ha v roku 2018, čo je

31,1 % z celkovej rozlohy krajiny. Táto kategória neustále klesala počas celého vykazovaného obdobia (1990–2018), a to aj od roku 1970. Celkový plošný trend kategórie Cropland v rokoch 1990–2018 vyjadruje graf 2.



**Graf 2** Celkový plošný trend kategórie Orná pôda a trvalé kultúry (Cropland) Cropland (orná pôda a trvalé kultúry) v rokoch 1990–2018 (založený na informácii ÚGKK) – os x predstavuje roky 1990–2018 a os y výmery kategórie orná pôda a trvalé kultúry v kilohektároch

Z hľadiska záchytov  $\text{CO}_2$  (a tým aj sekvestrácie uhlíka) majú najvyšší záchyt  $\text{CO}_2$  plochy CLP – teda trvalých kultúr a paradoxne v rámci CLA – ornej pôdy, plochy úhorov. Je to spôsobené akumuláciou uhlíka v drevitých častiach trvalých kultúr a v prípade úhorov sekvestráciou uhlíka v pôde. Udržiavané vinohrady/ovocné sady (ilustruje obrázok 2) sú schopné zachytiť relatívne veľké objemy  $\text{CO}_2$ .



**Obrázok 2** Vinohrad a sad na Slovensku

## Záver

Slovenská republika predkladá Európskej komisii výročnú správu SVK 2020 podľa článku 7 nariadenia (EÚ) č. 525/2013 (MMR), článku 7 rozhodnutia 529/2013 EÚ a príslušných



článkov nariadenia EÚ č. 749/2014. Reportovanie emisií a záchytov GHG je aj v súlade s požiadavkami na podávanie správ pre UNFCCC.

Sústavný pokles výmery kategórie *Orná pôda a trvalé kultúry (Cropland)* od roku 1990 z 1 640 343 ha na 1 527 419 ha v roku 2018, nespôsobil zníženie záchytov CO<sub>2</sub> z – 925.01 kt CO<sub>2</sub> (rok 1990), naopak, došlo k zvýšeniu na – 1147.95 kt CO<sub>2</sub> (rok 2018). Záchyty CO<sub>2</sub> z ornej pôdy, trvalých porastov, ako aj za celý sektor LULUCF, významne znižujú celkovú produkciu emisií skleníkových plynov z iných sektorov a tým prispievajú k zmierneniu dôsledkov zmeny klímy a v neposlednom rade ovplyvňujú aj obchodovanie s emisiami. K záchytom v rámci ornej pôdy a trvalých kultúr treba pripočítať pomerne rozsiahle záchyty GHG aj na trvalých trávnych porastoch, ktoré reportuje ďalší ústav NPPC –VÚTPHP.

Významným faktorom pre záchyt GHG sú aj drobné krajinné prvky, reprezentované najmä nelesnou drevinovou vegetáciou ako sú, stromoradia, skupinky stromov, solitéry, čiastočne medze na poľnohospodárskej pôde. – (Špulerová, 2006; Krištof, M., Urbanová, I., 2003) e je hodnotené? Uviesť situáciu, ak je možné, na podporu uvedeného tvrdenia Takisto pri záchyte môžu zohrávať významnú rolu aj „náravníkové zóny pozdĺž vodných tokov“. Súčasná Spoločná poľnohospodárska politika (SPP) krajín EÚ podporuje nielen ich zachovanie, ale aj rozširovanie takýchto plôch. Okrem záchytov GHG, sekvestrácie uhlíka spĺňajú aj ďalšie dôležité funkcie, ako sú: pôdo – ochranná funkcia (edafická), hydrická, klimatická, biotická, krajinnotvorná, estetická, rekreačná a liečebná.

Pri hodnotení zmien v záchytoch GHG v ďalšej perióde zrejme aj vplyvom iných adaptačných opatrení na zmenu klímy nastane pokračovanie, resp. zvýšenie záchytov celého sektora LULUCF – lesnej a poľnohospodárskej pôdy.

## Literatúra

- BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – SKALSKÝ, R. – TARASOVIČOVÁ, Z. – NOVÁKOVÁ, M. – HALÁS, J. – KOCO, Š. – GUTTEKOVÁ, M. 2013: Changes in organic carbon pool in agricultural soils and its different development in individual agro-climatic regions of Slovakia. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 59, 2013, no. 1, pp. 9–20.
- BARANČÍKOVÁ, G. – MAKOVNÍKOVÁ, J. – HALAS, J. 2016: Effect of land use change on soil organic carbon. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 62, 1, pp. 10–18.
- BIELEK, P. – JURČOVÁ, O. 2010: *Metodika bilancie pôdnej organickej hmoty a stanovenie potreby organického hnojenia poľnohospodárskych pôd*. Bratislava: VÚPOP, 2010. 145 s. ISBN 978–80–89128–80–8.
- Green Report, 2019*. (Report on the Forest Sector of the Slovak Republic 2018 – Green report). The Ministry of Agriculture and Rural Development of the Slovak Republic. <https://www.mpsr.sk/zele-na-sprava-2019/123---14927/>
- IPCC 2006: 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, EGGLESTON H. S. – BUENDIA L. – MIWA K. – NGARRA T. AND TANABE K. (eds.), Published: IGES, Japan.

- 
- KRIŠTOF, M. – URBANOVÁ, I. 2003: Obce a ochrana drevín, odborná-metodická príručka ŠOP SR, druhé aktualizované vydanie Banská Bystrica, 40 s.
- NATIONAL INVENTORY REPORT 2020. Submission under the UNFCCC and under the Ktorí Protokol. Slovak Hydrometeorological Institute. Ministry of Environment of the Slovak Republic. <http://ghg-inventory.shmu.sk>
- ŠPULEROVÁ, J. 2006: Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine, Život. Prostr. – Vol. 40, No. 1, p. 37–40, 2006.
- TÓTH, G. – JONES, A. – MONTANARELLA, L. (Eds.), 2013: *LUCAS TOPSOIL SURVEY – methodology, data and results*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. ISBN 978–92-79–32542-7.
- TORMA, S. – VILČEK, J. 2017: Rastlinné zvyšky poľnohospodárskych plodín po zbere úrody – zdroj organickej hmoty. In: *Moderná mechanizácia*, roč. 20, č.3, s. 22–23. ISSN 1335–6178.

---

# ÚRODA V RÔZNYCH SYSTÉMOCH OBRÁBANIA PÔDY VO VZŤAHU K POČASIU

## YIELD IN THE VARIOUS TILLAGE SYSTEMS IN RELATING TO WEATHER

Rastislav Bušo<sup>1</sup>, Roman Hašana<sup>1</sup>, Beata Houšková<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav rastlinnej výroby  
Piešťany, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, Slovenská republika*

*<sup>2</sup>Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany  
pôdy, ul. Trenčianska 55, 824 80 Bratislava, Slovenská republika*

---

### Abstrakt

Cieľom pokusu bolo skúmať vplyv rôznych technológií obrábania pôdy na úrodu poľných plodín. Vo vegetačných obdobiach 2015/2016–2017/2018 bol na Výskumnej stanici v Borovciach (NPPC – VÚRV Piešťany) zriadený poľný pokus. Boli použité dve plodiny, kukurica siata na zrno hybrid DKC 4590 a sója fazuľová odroda Brunensis. Pokus bol založený v štyroch rôznych technológiách obrábania pôdy: konvenčná, minimalizačná, nastielacia a bezorbová technológia. V zrážkovo i teplotne nadnormálnom ročníku 2015/2016 dosiahla kukurica siata na zrno najvyššiu úrodu zrna 10 t.ha<sup>-1</sup>, v konvenčnej technológii. Rovnako sója fazuľová dosiahla najvyššiu úrodu semena v ročníku 2015/2016 v konvenčnej technológii (3,62 t.ha<sup>-1</sup>).

### Abstract

The aim of the study was to investigate an influence of different soil tillage technologies on the grain yield of field crops. In growing seasons 2015/2016–2017/2018 a field experiment was established in Research Station in Borovce (NAFC – RIPP Piešťany).

Two crops were used, hybrid DKC 4590 of maize and cultivar Brunensis of soya bean. Experiment was conducted in four different soil tillage technologies: conventional, minimization, mulch and no-till technology.

In the warm and wet year 2015/2016, maize achieved the highest grain yield of 10 t.ha<sup>-1</sup>, in conventional technology. Likewise, soybean achieved the highest yield in 2015/2016 in conventional technology (3.62 t.ha<sup>-1</sup>).

**Kľúčové slová:** úroda, obrábanie, kukurica siata na zrno, sója fazuľová, počasie

**Keywords:** yield, soil tillage, maize, soya bean, weather

---

## Úvod

Rozhodujúcou úlohou poľnohospodárskej výroby v novom tisícročí bude optimalizácia produkcie hlavných potravinových komodít racionálne intenzívnymi technologickými postupmi pri zachovaní a obnove prírodných zdrojov v ekologicky vyváženom prostredí (Pospíšil, 2002).

Obrábanie pôdy predstavuje energeticky a ekonomicky najnáročnejšiu časť produkčného procesu, pričom je jedným zo základných prvkov technologických systémov na ornej pôde, ktorý sa podieľa na zmene jej fyzikálno-chemicko-biologických pomerov. V celosvetovom meradle sa najmä preto presadzujú snahy na uplatnenie tzv. konzervačných systémov obrábania pôdy. Ich podstatou je rôzny stupeň obmedzenia konvenčného obrábania pôdy orbou, t. j. obracania vrchnej vrstvy pôdy a jeho náhrada rôznymi spôsobmi minimalizačného obrábania s ponechaním pozberových zvyškov. Tieto technológie chránia pôdu pred eróziou, zhutnením a rozrušením štruktúry (Nozdrovický, 1999).

Konzervačné (minimalizačné a pôdoochranné) obrábanie pôdy je fenomén, ktorý sa už natrvalo usadil v našich zemepisných šírkach. Poľnohospodárstvo bez orby bolo prvýkrát systematicky posúdené v dvadsiatych a tridsiatych rokoch 20. storočia (Köller – Linke, 2006). Hůla – Procházková (2008) akceptujú pod označením minimalizačné technológie postupy ako: minimalizácia s kyprením pôdy do zvolenej, spravidla malej hĺbky, pôdoochranné obrábanie a sejba do neobrobenej pôdy. Taktiež Kováč *et al.*, (2010) uvádza, že v ostatných rokoch sa čoraz častejšie pri obrábaní využíva aj priama sejba do neobrobenej pôdy, ktorá je krajnou formou pôdoochranných technológií. Diferencovaným aspektom konzervačného obrábania pôdy sa v zahraničí venovali napr. López-Fando – Almedros (1995), Suškevič (1995), Etana *et al.* (1999), Hao *et al.* (2001), Knežević *et al.* (2003), Matula (2003), Stipešević – Kladičko (2005). V našich podmienkach sa týmito technológiami zaoberali viacerí autori, ako napr. Miština *et al.* (1993), Žák *et al.* (2002), Hnát *et al.* (2003), Kováč *et al.* (2005), Kotorová – Hnát (2005), Žembery (2016), Kotorová (2017).

Rozvoj technológií obrábania pôdy v SR, podobne ako aj v iných krajinách s vyspelým poľnohospodárstvom, je vyvolaný ekonomickým tlakom na znižovanie nákladov na energie a ekologickými požiadavkami na zastavenie procesov zhoršovania pôdnych vlastností. V ostatných 30. rokoch sa v podmienkach Slovenska dvojnásobne zvýšil odpor pôdy pri orbe a ďalších zásahoch, čo svedčí o zhoršení fyzikálneho stavu a biologickej činnosti pôdy (Molnárová, 2000). To vedie k potrebe prehodnotenia tradičných technológií obrábania pôdy a energeticky náročných pracovných operácií. Bajla (1999) uvádza, že nové spôsoby agrotechniky i nová technika zavádzaná v poslednom období do poľnohospodárstva vedú k efektívnejšiemu využívaniu pôdy, ale súčasne prinášajú negatívne dôsledky intenzívnych foriem hospodárenia.

---

## Materiál a Metódy

Pokus bol založený v poľných podmienkach v NPPC – VÚRV Piešťany – Výskumné pracovisko Borovce, v katastri obce Borovce, v pestovateľských ročníkoch 2015/2016–2017/2018.

Územie má kontinentálny charakter podnebia s dlhodobým ročným priemerom zrážok 593 mm, vo vegetačnom období 358 mm. Dlhodobý priemer ročnej teploty je 9,2 °C, vo vegetačnom období 15,5 °C. Nadmorská výška je 167 m n. m.. Oblasť je kukurično–jačmenného výrobného typu. Pôda je hlinitá degradovaná černozem hnedozemná (B horizont má mocnosť 0,2–0,3 m), na spráša s hĺbkou humusového horizontu 400–500 mm, so strednou zásobou P a K, s neutrálnou až slabo kyslou pôdnou reakciou. Ornica a podorničné horizonty sú mierne zhutnené (viac ako 1,45 g.cm<sup>-3</sup>). Obsah humusu v orničnom profile je stredný (2,43 %), v podorničných horizontoch nízky (0,87–1,84 %).

Plodiny: kukurica siata na zrno – hybrid DKC 4590, sója fazuľová – Brunensis.

Cieľom riešenia bolo porovnať štyri základné spôsoby obrábania pôdy (konvenčný, minimalizačný, nastielací, bez orby) v produktivite, efektívnosti a ekologickej vhodnosti, ktoré sa už využívajú v našich podmienkach:

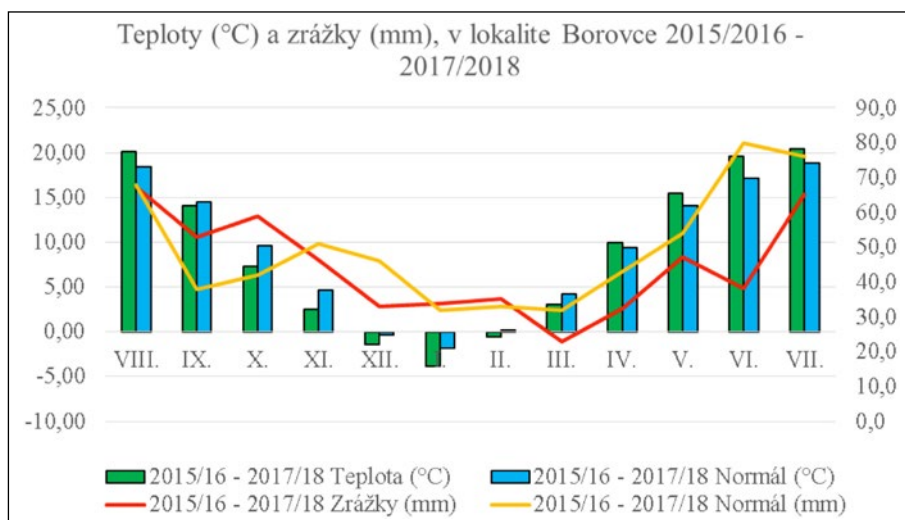
1. konvenčný (orba s pluhom s odhrňovačkou) – sejba sejačkou Amazone, kukurica siata sejačkou Kinze;
2. minimalizačný (redukovaný) – po zbere predplodiny prekyprenie (tanierový kyprič) tak, aby povrch pôdy bol pokrytý na 15–30 % rastlinnými zvyškami, príprava pôdy pred sejbou (resp. bez nej), sejba sejačkou Great Plains, kukurica siata sejačkou Kinze;
3. nastielací (Mulch till) – podrezanie strniska kypričom Amazone, povrch pôdy sa len rozruší (nadvihne), pozberové zvyšky zostávajú na povrchu pôdy – sejba sejačkou Horsch Concord CO3, kukurica siata sejačkou Kinze;
4. bez orby (No-till) – sejba sejačkou Great Plains, kukurica siata sejačkou Kinze.

Veľkosť zberovej plochy pokusnej parcelky jednej plodiny bola 9 m x 35 m = 315 m<sup>2</sup>. Celková výmera pokusu bola 3,72 ha. Na zber bol použitý kombajn fínskej výroby SAMPO – Roselew, s namontovaným rezačom a rozhadzovačom rastlinných zvyškov. Výsledky boli spracované v programe Stagraphics 5.0 a MS Office.

## Výsledky a diskusia

V priemere ročníkov 2015/2016–2017/2018 (Obr. 1) boli priemerná teplota i suma zrážok (8,90 °C, 533,23 mm) nižšie ako dlhodobý normál (9,08 °C, 595,00 mm). Bolo to dané najmä nižšími teplotami v zimných mesiacoch (december – 1,43 °C, január – 3,89 °C, február – 0,52 °C) a skoro na jar (marec 3,04 °C) a najmä nižšími zrážkami na jar (marec 22,8 mm, apríl 32,6 mm, máj 47,2 mm) a v lete (jún 38,1 mm, júl 65,3 mm). Ako uvádza Javor *et al.*, (2001) pre sóju je, popri suchu, nevhodná i nadmerná vlhkosť. Dlhodobejšie atmosférické

zrážky a vyššie hodnoty hydrotermických pomerov (zrážok a priemerných teplôt) vplyvajú na predĺženie vegetačného obdobia o 30 až 40 dní.



**Obrázok 1** *Poveternostné pomery v lokalite Borovce, v pestovateľských ročníkoch 2015/2016–2017/2018*

Úrody kukurice siatej na zrno sa pohybovali od 10,00 t.ha<sup>-1</sup>, v roku 2016, pri technológii konvenčnej po 3,81 t.ha<sup>-1</sup>, v roku 2017 pri technológii nastielacej (Tab. 1). Kukurica siata na zrno sa prejavila väčšími rozdielmi úrod, čo možno pripísať najväčšej reakcii na klimatické pomery pestovateľských rokov. Naše výsledky korešpondujú s údajmi Kneževiča *et al.* (2003), ktorý v podmienkach Chorvátska zistil, že úrodu kukurice výrazne ovplyvnil pestovateľský rok a spôsob spracovania pôdy. Podobne i viacerí autori uvádzajú, že pri redukovaných technológiách dochádza k zmenám vo fyzikálnych (merná a objemová hmotnosť, štruktúrnosť, pórovitosť) a chemických (pôdna reakcia, obsah humusu) vlastnostiach pôdy, ktoré môžu byť príčinou nižších alebo kolísavých úrod (Kotorová, 2007; Šoltysová – Danilovič, 2007). Priemerná úroda zrna, za roky 2016–2018, sa pohybovala od 7,03 t.ha<sup>-1</sup> v bezorbovej technológii po 6,35 t.ha<sup>-1</sup> v technológii nastielacej. Ročník i obrábanie mali štatisticky vysokopreukazný podiel na úrode zrna.

Sója si v týchto klimaticky nesúrodých ročníkoch počínala v úrodách veľmi rozdielne (Tab. 2). Najvyššiu úrodu sme pozorovali pri konvenčnej technológii v rokoch 2016 (3,62 t.ha<sup>-1</sup>) a 2017 (3,39 t.ha<sup>-1</sup>). V roku 2018 sme najvyššiu úrodu dosiahli v technológii bezorbovej (1,76 t.ha<sup>-1</sup>). Najvyššia priemerná úroda za roky 2016–2018 bola v konvenčnej technológii (2,82 t.ha<sup>-1</sup>). Ročník i obrábanie mali štatisticky vysokopreukazný podiel na úrode semena (ANOVA Tukey). Rovnako aj Vollmann *et al.* (2000) potvrdili preukazný vplyv priebehu podmienok pestovania na výšku úrody a obsah bielkovín v semene sóje fazuľovej.

**Tabuľka 1** Úroda zrna (priemer opakovaní) (t.ha<sup>-1</sup>) kukurice siatej na zrno DKC 4590

Technológia	Rok			
	2016	2017	2018	Priemer
Konvenčná	10,00	4,47	6,47	6,98
Minimalizačná	8,87	4,67	7,00	6,85
Nastielacia	8,54	3,81	6,70	6,35
Bezorbová	8,59	4,86	7,65	7,03

Hdd<sub>0,05</sub> ročník = 0,4907; ++; technológia = 0,65562 ++; Hdd<sub>0,01</sub> ročník = 0,61422 ++; technológia = 0,84924 ++ (ANOVA – Tukey, Stagraphics 5.0)

**Tabuľka 2** Úroda semena (t.ha<sup>-1</sup>) sóje fazuľovej Brunensis

Technológia	Rok			
	2016	2017	2018	Priemer
Konvenčná	3,62	3,39	1,44	2,82
Minimalizačná	2,89	2,36	1,56	2,27
Nastielacia	2,81	2,50	1,53	2,28
Bezorbová	3,09	2,56	1,76	2,47

Hdd<sub>0,05</sub> ročník = 0,25232 ++; technológia = 0,56652 ++; Hdd<sub>0,01</sub> ročník = 0,3499 ++; technológia = 0,71124 ++ (ANOVA – Tukey, Stagraphics 5.0)

## Záver

- V klimaticky nevyrovnaných pestovateľských ročníkoch, z pohľadu výšky dosiahnutej produkcie, reagujú plodiny tak v konzervačných ako i v konvenčnej technológii rôzne
- Kukurica siata na zrno a sója fazuľová sa prejavili väčšími rozdielmi úrod, čo možno pripísať veľkej reakcii na klimaticky nesúrodé pomery pestovateľských ročníkov
- V zrážkovo i teplotne nadnormálnom ročníku 2015/2016 dosiahla kukurica siata na zrno najvyššiu úrodu zrna 10 t.ha<sup>-1</sup>, v konvenčnej technológii
- Rovnako sója fazuľová dosiahla najvyššiu úrodu semena v ročníku 2015/2016 v konvenčnej technológii (3,62 t.ha<sup>-1</sup>)
- Ako, z pohľadu technologickej disciplíny, náročná sa javí nastielacia technológia
- Jarné mesiace, kedy nedostatok zimnej vlhky a skorý nástup vysokých teplôt (krátka jar a skorý nástup leta) majú významný podiel na raste a vývoji rastlín a v konečnom dôsledku i na formovaní celej úrody

## Literatúra

HŮLA, J. – PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. 2008. *Minimalizace zpracování půdy*. Profipress, Praha 2008, ISBN 978-80-86726-28-1, 248 s.

- JAVOR, L., SUROVČÍK, J. *et al.* 2001. *Technológia pestovania strukovín*. Piešťany: VÚRV, 60 s.
- KNEŽEVIĆ, M. – DURKIĆ, M. – KNEŽEVIĆ, I. – LONČARIĆ, Z. 2003: Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 49, N. 5, pp. 223–229. ISSN 1214-1178.
- KOTOROVÁ, D. 2007: Zmeny vlastností ílovito-hlinitej pôdy pri jej rozdielnom obrábaní. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 53, N. 4, pp. 183–190. ISSN 0551-3677.
- KOTOROVÁ, D. 2017. Impakt pôdneho druhu a obrábania na vybrané parametre ťažkých pôd. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax*. Zborník z 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou, Piešťany, 5.12. 2017, NPPC – VÚRV Piešťany, s. 92–98, ISBN 978-80-89417-75-9.
- KÖLLER, K. – LINKE, CH. 2006. *Úspěch bez pluhu*. Praha, Vydavatelství ZT, 191 s.
- POSPIŠIL, R., 2002. Energetická analýza úsporných systémov obrábania a hnojenia pôdy v rôznych sústavách rastlinnej výroby. In *Poľnohospodárstvo*, roč. 48, 2002, č. 7, s. 374–379.
- ŠOLTÝSOVÁ, B. – DANILOVIČ, M. 2007. Zmeny obsahu a kvality humusu v závislosti od rozdielneho obrábania pôdy. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 53, N. 3, pp. 132–140. ISSN 0551-3677.
- BAJLA, J. 1999. Meranie utlačenia pôdy pomocou penetračnej metódy. *Poľnohospodárstvo*, 45, č. 3, 1999, s. 215–230, ISSN 0551-3677.
- ETANA, A. *et al.* 1999. Effects of tillage depth on organic carbon content and physical properties in five Swedish soils. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 52, 1999, N. 3–4, pp. 129–139. ISSN 0167-1987.
- HAO, X. – CHANG, C. – LINDWALL, C. W. 2001. Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 62, 2001, N. 3–4, pp. 167–169. ISSN 0167-1987.
- HNÁT, A. – MATI, R. – BALLA, P. 2003. Špecifika využívania bezorbového systému v podmienkach ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. In: *Udržateľné poľnohospodárstvo a rozvoj vidieka*. Nitra: SPU, 2003, pp. 52–55. ISBN 80-8069-246-7.
- KNEŽEVIĆ, M. – DURKIĆ, M. – KNEŽEVIĆ, I. – LONČARIĆ, Z. 2003. Effects of pre-and post-emergence weed control on weed population and maize yield in different tillage systems. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 49, 2003, N. 5, pp. 223–229. ISSN 1214-1178.
- KOTOROVÁ, D. – HNÁT, A. 2005. Vplyv spracovania fluvizemí na ich fyzikálne vlastností a na úrodu zrna kukurice (Effect of fluvisols tillage on their physical properties and on maize yield) In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 51, 2005, N. 10, pp. 521–527. ISSN 0551-3677.
- KOVÁČ, K. *et al.* 2010. *Minimalizačné a pôdochranné technológie*. Nitra: Agroinštitút, š. p., 2010, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5.
- KOVÁČ, K. – MACÁK, M. – ŠVANČÁRKOVÁ, M. 2005. The effect of soil conservation tillage on soil moisture dynamics under single cropping and crop rotation. In: *Plant Soil Environ.*, roč. 51, 2005, N. 3, pp. 124–130. ISSN 1214-1178.
- LÓPEZ-FANDO, C. – ALMENDROS, G. 1995. Interactive effects of tillage and crop rotations on yield and chemical properties of soils in semi-arid central Spain. In: *Soil Tillage Res.*, vol. 36, 1995, N. 1–2, s. 45–57. ISSN 0167-1987.
- MATULA S. 2003. The influence of tillage treatments on water infiltration. In: *Plant, Soil Environ.*, vol. 49, 2003, N. 7, pp. 298–306. ISSN 1214-1178.
- MIŠTINA, T. *et al.* 1993. *Ochranné obrábanie pôdy (Protective tillage of soil)*. 1. vyd. Piešťany: VÚRV, 1993. 167 p. ISBN 80-7137-125-4.



- 
- MOLNÁROVÁ, J. a i. 2000. Vplyv obrábania pôdy na výšku úrody zrna jačmeňa ozimného. In: *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe. Zborník z medzinárodného vedeckého seminára*, 2000, s. 146–148, ISBN 80-7137-801-1.
- NOZDROVICKÝ, L. 1999. Perspektívy rozšírenia minimalizačných technológií obrábania pôdy. In: *Naše pole*, roč. III. 1999, č. 2, s. 16–17.
- STIPEŠEVIĆ, B. – KLADIVKO, E. J. 2005. Effects of winter wheat cover crop desiccation times on soil moisture, temperature and early maize growth. In: *Plant Soil Environ.*, vol. 51, 2005, N. 6, pp. 255–261. ISSN 1214-1178.
- SUŠKEVIČ, M. 1995. Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. In: *Rostl. výr.*, vol. 41, 1995, N. 2, pp. 55–58. ISSN 0370-663X.
- VOLLMANN, J., WINKLER, J., FRITZ, C.N., GRAUSGRUBER, H., RUCKENBAUER, P. 2000: Spatial field variations in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) performance trials affect agronomic characters and seed composition. In: *European Journal of Agronomy* 12, 2000, 13–22.
- ŽÁK, Š. – KOVÁČ, K. – LEHOCKÁ, Z. 2002. Vplyv konvenčného a a bezorbového obrábania pôdy v rôznych systémoch hospodárenia na bilanciu pôdnej organickej hmoty (The influence of conventional and no-till technology on soil organic matter balance in various arable farming systems). In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 48, 2002, N. 9, pp. 472–481. ISSN 0551-3677.
- ŽEMBERY, J. 2016. Zmeny vlhkosti pôdy a úrody zrna kukurice siatej v závislosti od poveternostných podmienok, obrábania pôdy v interakcii s hnojením. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax, Zborník zo 7. medzinárodnej vedeckej konferencie*, NPPC – VÚRV, 2016., s. 101–106, ISBN 978-80-89417-72-8.

## Podakovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené finančnými prostriedkami v rámci projektu APVV-15–0160 “Eliminovanie degraďačných procesov v pôde obnovením biodiverzity (BIOSOIL).

---

# VODNÁ ERÓZIA NA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH V OKOLÍ MAGNEZITOVÝCH ZÁVODOV

## WATER EROSION ON AGRICULTURAL SOILS NEAR MAGNESITE PLANTS

Ján Styk, Boris Pálka

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznalectva  
a ochrany pôdy, Regionálne pracovisko Banská Bystrica.*

---

### Abstrakt

Negatívnym výsledkom dlhodobého vplyvu ťažby a spracovania magnezitu je zvýšená prašnosť spôsobená alkalickými prachovými úletmi a magnezitovými emisiami, vznik magnezitovej kôry na pôde, alkalizácia a kontaminácia pôd, vznik odkalísk na ukladanie kalov po úprave magnezitu a úložísk ťažobných odpadov. V lokalitách v blízkosti magnezitových závodov dochádza k výraznému úbytku vegetácie (v najkritickejších lokalitách až k jej úplnému vymiznutiu) a zníženiu biodiverzity poľnohospodárskej krajiny.

Využitím erózneho predikčného modelu sme zhodnotili územia nachádzajúce sa v blízkosti magnezitiek pri Hačave, Jelšave a Lubeníku z pohľadu negatívneho vplyvu eróžno-akumulačných procesov vodnej erózie na pôdu (potenciálna a aktuálna erózia). Vodná erózia je v súčasnej dobe umocňovaná klimatickými zmenami, výsledkom ktorých sú často intenzívne prívalové zrážky spôsobujúce významný odnos pôdnych častíc ako aj materiálu nachádzajúceho sa na povrchu pôdy (imisie spádu alkalických prachových častíc z magnezitiek).

Výsledkom prítomnosti procesov vodnej erózie v poľnohospodárskej krajine v okolí magnezitových závodov je uvoľňovanie, premiestňovanie (transport) a následná akumulácia pôdnej hmoty premiešanej spolu magnezitovými úletmi (ktoré spadli na pôdu a ešte nestihli vytvoriť pevnú nepriepustnú krustu). Extrémne vysoké obsahy horčíka v pôde (najmä v jej vrchnej vrstve) sme zaznamenali nielen v blízkosti magnezitových závodov ale aj v pôdach alúvia vodných tokov nachádzajúcich sa vo väčších vzdialenostiach od spomínaných závodov. Okrem diaľkového prenosu alkalických úletov a magnezitových emisií je to spôsobené aj dlhodobou prítomnosťou eróžno-akumulačných procesov vodnej erózie na hodnotených územiach.

---

## Abstract

The negative result of the long-term impact of magnesite mining and processing is dustiness increasing caused by alkaline and magnesite dust emissions, magnesite crust formation on the soil, alkalization and contamination of soils, formation of sludge deposits for sludge storage after treatment of magnesite and mining waste deposits. In localities near magnesite plants is possible to view a significant loss of vegetation (in the most critical localities until its complete disappearance) and a reduction in the biodiversity of the agricultural landscape.

We evaluated the areas located near the magnesites near Hačava, Jelšava and Lubeník from the term of negative impact of erosion-accumulation processes of water erosion on the soil (potential and actual erosion) using of the erosive predictive model. In present time is water erosion intensified by climatic changes, the frequent results are intensive torrential rains causing a significant removal of soil particles as well as material from soil surface (immissions of alkaline dust particles from magnesite plants).

The results of water erosion processes presence in the agricultural landscape around the magnesite plants are the releasing, transport and accumulation of soil particles mixed together with magnesite dust immissions (which have fallen to the ground and have not yet managed to form a solid impermeable crust). Extremely high magnesium contents in the soil (especially in its upper layer) were found not only near of magnesite plants but also in the soils of alluvium of water flows located at greater distances from the mentioned plants. It is caused by the long-term presence of erosion-accumulation processes of water erosion in the evaluated areas as well as long-distance transmission of alkaline and magnesite emissions.

**Kľúčové slová:** magnezitový priemysel, magnezitové závody, magnezitové prachové emisie, úbytok vegetácie, procesy vodnej erózie

**Keywords:** magnesite industry, magnesite plants, magnesite dust emissions, loss of vegetation, water erosion processes

## Úvod

### Magnezitový priemysel a jeho dopady na životné prostredie

Ťažba a spracovanie magnezitu má na Slovensku dlhú takmer 150 ročnú tradíciu, ktorá výrazne ovplyvnila sociálny i kultúrny charakter viacerých regiónov. Prvé významnejšie ložisko magnezitu bolo objavené v roku 1872 v lome Mútnik, neďaleko Hnúšte. Neskôr k nemu pribudli ďalšie ložiská predovšetkým v regióne Gemer (Burda, Jelšava, Lubeník, Ratkovská Suchá) ale aj mimo jeho územia (okolie Košíc a Ružinej). Pred viac ako sto rokmi bol v Hačave spustený do prevádzky prvý závod na spracovanie magnezitu na území Slovenska a zároveň tu bola v roku 1909 uvedená do činnosti prvá rotačná pec na svete určená na vypaľovanie magnezitu.

---

Po zmene politického systému v roku 1989 a následnej ekonomickej transformácii sa magnezitový priemysel na Slovensku vyprofiloval na jedno z najúspešnejších odvetví priemyslu, ktoré aj v súčasnosti predstavuje významné odvetvie národného hospodárstva. Vo výskyte magnezitu patríme na 4. a v objeme výroby na 5. miesto na svete. Zásoby magnezitových surovín predstavujú okolo 8% všetkých svetových zásob (Bobro a kol., 2000).

Primárny produkt pri spracovaní magnezitu ( $MgCO_3$ ) je tzv. slinok, ktorý sa získava jeho zahriatím a zbavením  $CO_2$ . Výsledkom je takmer čistý oxid horečnatý ( $MgO$ ), z ktorého sa vyrábajú magnezitové a chróm-magnezitové tehly s vynikajúcimi tepelnoizolačnými a žiaruvzdornými vlastnosťami. Tieto špeciálne žiaruvzdorné materiály sú určené pre extrémne namáhané časti výmuroviek hutníckych agregátov a nádob.

Magnezitový priemysel na Slovensku aj napriek modernizáciám jeho výroby v posledných dekádach významnou mierou zasiahol do formovania rázu krajiny. Negatívnym výsledkom vplyvu ťažby a spracovania magnezitu, najmä do polovice 80-tych rokov (potom sa už začali používať dokonalejšie filtračné zariadenia v komínoch) je zvýšená prašnosť spôsobená alkalickými prachovými úletmi a magnezitovými emisiami, vznik magnezitovej kôry (krusty) na pôde, alkalizácia a kontaminácia pôd, vznik odvalov, odkalísk na ukládanie kalov po úprave magnezitu a úložísk ťažobných odpadov. Zároveň dochádza k výraznému úbytku vegetácie, zníženiu biodiverzity a v najkritickejších lokalitách došlo až k vymiznutiu vegetácie. V súčasnej dobe sa už viaceré parametre životného prostredia pomaly dostávajú na ekologicky vhodnú úroveň, avšak zmeny pôdných vlastností sú dlhodobé a stále menej priaznivé.

Na hodnotených územiach sú v činnosti nasledovné magnezitové závody: Slovmag, a.s. Lubeník, Slovenské magnezitové závody, a.s. Jelšava, Intocast Slovakia, a.s., závod Hačava. Výrobným programom všetkých spoločností je spracovanie magnezitu za účelom výroby žiaruvzdorných stavív ako aj žiaruvzdorných hmôt, ktoré sa používajú na opravu a obnovu výmuroviek vysokoteplotných agregátov. Žiaruvzdorné produkty sú na báze magnezitu teda sú alkalické. V súčasnosti je ich negatívny vplyv na zložky životného prostredia vďaka používaniu dokonalejších filtračných zariadení v komínoch a využívaniu nových technológií spracovania magnezitu nižší v porovnaní s minulosťou.

### **Erózia pôdy v prostredí magnezitových závodov**

Pôda je limitovaný, ľahko zničiteľný prírodný zdroj, ktorý je nevyhnutné chrániť pred negatívnym vplyvom degradačných procesov (Európska charta o pôde, 1972). Poľnohospodárska pôda sa spolu s vodnými zdrojmi zaraďuje medzi najvýznamnejšie environmentálne hodnoty, ktoré sa veľkou mierou podieľajú na ovplyvňovaní kvality života v jednotlivých regiónoch SR. Z tohto dôvodu je žiaduce venovať zvýšenú mieru pozornosti riešeniu problematiky ochrany pôd pred eróziou (najmä vodnou a veternou a zanášaníu vodných tokov a vodných zdrojov splaveninami).

Vodná erózia patrí k najvýznamnejším environmentálnym degradačným rizikám negatívne vplývajúcim na zhoršovanie základných pôdných funkcií (čo sa prejavuje znížením produkčnej

---

schopnosti pôdy) a tzv. off-site efektov erózie, ktoré sú v prípade magnezitiek kontaminácia, alkalizácia okolitých pôd (ako aj pôd nachádzajúcich sa v nivách vodných tokov pretekajúcich záujmovým územím) a zanášanie vodných tokov a vodných zdrojov splaveninami. V konečnom dôsledku sa to môže prejavovať znížením celkového potenciálu a využiteľnosti poľnohospodárskeho územia a zhoršovaním kvality života v ňom.

Procesy vodnej erózie sú v súčasnosti umocňované klimatickými zmenami, výsledkom ktorých sú často intenzívne prívalové zrážky spôsobujúce významný odnos pôdných častíc ako aj materiálu nachádzajúceho sa na povrchu pôdy (imisie spádu alkalických prachových častíc). K akumulácii uvoľneného a pretransportovaného materiálu dochádza v svahových depresiách, nivách vodných tokov a časť sa dostáva až do vodných tokov a vodných zdrojov.

## **Materiál a metódy**

Na zhodnotenie záujmového územia z pohľadu dlhodobej predikcie intenzity a plošnej distribúcie vodnej erózie na poľnohospodárskych pôdach je vhodným nástrojom eróznym model univerzálnej rovnice straty pôdnej hmoty – USLE (Wischmeier, Smith, 1978). Základná štruktúra modelu zohľadňuje vplyv erózných faktorov významne ovplyvňujúcich vznik a priebeh eróznno-akumulačných procesov v danej lokalite (vplyv reliéfu, erodovateľnosť pôdy, erozivita dažďa, pôdoochranný vplyv rastlinného pokryvu a použitej agrotechniky). Pre precíznejšie zhodnotenie územia bol tento model viackrát modifikovaný pre konkrétne pôdno-klimatické a geomorfologické podmienky Slovenska (Styk a kol., 2008, 2009).

Využitím predikčného erózneho modelu USLE získame výmery plošnej distribúcie potenciálnej a aktuálnej vodnej erózie, ako aj jej intenzitu vplyvu na poľnohospodársku pôdu záujmového územia (kategórie erodovanosti od nízkej až po extrémnu). Potenciálna vodná erózia vyjadruje náchylnosť (potenciál) pôdy na eróziu. Predstavuje možné (potenciálne) ohrozenie pôdy eróznno-akumulačnými procesmi vodnej erózie v prípade keď sa na pôde nenachádza žiadny rastlinný pokryv (Šúri a kol., 2002). V podstate sa jedná o najhorší možný scenár, ktorý môže na pôde nastať.

Aktuálna erózia predstavuje reálnejší odhad rizika ohrozenia pôdy procesmi vodnej erózie pri zohľadnení aktuálneho vegetačného pokryvu a spôsobu obhospodarovania. Pri generovaní mapy aktuálnej vodnej erózie sme využili aktualizovanú vrstvu GSAA (geopriestorová žiadosť o podporu), ktorá bola vytvorená z informácií o konkrétnych pestovaných poľnohospodárskych plodinách na jednotlivých parcelách v predchádzajúcom roku.

## **Výsledky a diskusia**

### **Ochrana poľnohospodárskej pôdy**

Ochrane pôdy pred negatívnym účinkom eróznno-akumulačných procesov v období klimatických zmien a intenzifikácie poľnohospodárskej výroby nie je venovaná dostatočná po-

zornosť. Výsledkom alibistického prístupu k riešeniu problematiky erózie pôdy v erózne senzitivnej krajine je akcelerovanie intenzity a plošnej distribúcie eróžno-akumulačných procesov na poľnohospodárskych pôdach. Najčastejšie erózií podliehajú ľahšie a stredne ťažké pôdy s nižším obsahom humusu, ílových a prachových častíc, a ktoré majú narušenú pôdnu štruktúru. Pri intenzívnej eróznej činnosti dochádza k nevratným stratám najúrodnejšej humusovej, biologicky aktívnej vrstvy pôdy, pričom sú výrazne redukované aj obsahy dôležitých makroživín a organickej hmoty.

Od roku 2004 je v platnosti zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy (220/2004 Z. z.). V zmysle tejto legislatívnej normy je užívateľ poľnohospodárskej pôdy povinný zabrániť, alebo minimalizovať degradačný vplyv erózie na pôdu využívaním účinných protieróznych opatrení a postupov. Pri obhospodarovaní poľnohospodárskej pôdy by cieľom každého mala byť snaha zabrániť jej degradácii eróziou, udržať prípadne zlepšiť jej existujúcu úrodnosť a zamedziť transportu a následnej akumulácii erodovaného pôdneho materiálu do vodných zdrojov. Straty pôdnej hmoty nesmú prekročiť limity, ktoré sú uvedené vo vyhláške 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 (Tab. 1).

**Tabuľka 1** Limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii

Hĺbka pôdy	Strata pôdy (t.ha <sup>-1</sup> rok <sup>-1</sup> )
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

### Ohrozenie poľnohospodárskych pôd vodnou eróziou v okolí magnezitky pri Hačave

Záujmové územie sa nachádza v hornatinovom reliéfe, ktorý sa strieda s vrchovinovým reliéfom kotlinových pahorkatín Slovenského rudohoria, konkrétne Stolických vrchov a Revúckej vrchoviny (Mazúr, Lukniš, 1986). Geologická stavba územia je značne heterogénna a môžeme tu nájsť viaceré typy hornín ako napríklad hlbinné magmatity (granodiority), sedimentárne horniny paleozoika (pieskovce, zlepenca, bridlice) a mezozoika (vápence, dolomity), metamorfované horniny paleozoika (svory, svorové ruly, fylity) a neogénne vulkanity (andezity) (Biely a kol., 2002). Na týchto horninách sa vyvinuli stredne ťažké pôdy väčšinou kambizemného typu, ale nájdú sa tu aj pseudogleje a v alúviu riečky Rimava aj fluvizeme. V bezprostrednej blízkosti závodu dochádza vplyvom spádu magnezitového prachu k totálnej degradácii pôd pretože sa na ich povrchu vytvára nepriepustná vrstva (krusta).

Hlavným vodným tokom je riečka Rimava, do ktorej ústi väčšina potokov záujmového územia. Nadmorská výška sa pohybuje od 245 m.n.m. (najnižší bod územia) do 1137 m.n.m. (najvyšší bod územia). Lokalita sa vyznačuje výraznou svahovitosťou, pričom prevládajú svahy so sklonom 17–25° tvoriace až 29% výmery celkovej plochy územia. Ostatné kategórie

sú zastúpené nasledovne 0–3°: 6%, 3–7°: 10%, 7–12°: 19%, 12–17°: 24%, 17–25°: 29% a viac ako 25°: 12% z celkovej plochy územia.

Hodnota priemerného ročného úhrnu zrážok je vo veľkej miere ovplyvnená rôznorodosťou územia (predovšetkým nadmorskou výškou). V jeho najnižších častiach sa pohybuje v priemere okolo hodnoty 650 mm, pričom so stúpajúcou nadmorskou výškou objem zrážok stúpa až nad hodnotu 850 mm (Faško, Šťastný, 2002). Zájmová lokalita zasahuje do dvoch klimatických regiónov. Severná a stredná časť územia sa nachádza v mierne teplej, vlhkej, vrchovinovej oblasti a jeho južnejšia časť zasahuje do teplej, mierne vlhkej oblasti s miernou zimou (Lapin a kol., 2002).

### Vodná erózia na poľnohospodárskych pôdach

Plošné výmery priestorovej distribúcie erózie poľnohospodárskej pôdy v záujmovej lokalite boli odvodené z vygenerovaných digitálnych vrstiev potenciálneho a aktuálneho ohrozenia pôd vodnou eróziou (využitie erózneho predikčného modelu USLE). Používaná metóda sa pre identifikáciu území ohrozených vodnou eróziou z pohľadu dlhodobej predikcie javí ako relatívne vhodná. Výsledkom sú hodnoty erodovanosti pôdy, ktoré predstavujú priemernú ročnú stratu pôdnej hmoty udávanú v tonách z plochy jedného hektára. V tabuľke 2 sú uvedené hektárové výmery a percentuálne zastúpenie jednotlivých kategórií erodovanosti (potenciálna, aktuálna) z celkovej výmery poľnohospodárskych pôd nachádzajúcich sa na sledovanom území.

**Tabuľka 2** Plošné výmery kategórií erodovanosti poľnohospodárskych pôd (PP) podľa databázy LPIS v regióne Hačava

Kategórie erodovanosti strata pôdy (t/ha/rok)	Potenciálna erózia		Aktuálna erózia	
	Výmera (ha)	% PP	Výmera (ha)	% PP
Žiadna alebo nízka (0–4)	658,28	26,08	2355,68	93,32
Stredná (4–10)	138,08	5,47	60,20	2,38
Vysoká (10–30)	483,68	19,16	61,92	2,45
Extrémne vysoká (>30)	1244,16	49,29	46,40	1,84
<b>Výmera PP (ha)</b>	2524,20	100,00	2524,20	100,00
<b>Výmera územia (ha)</b>	16477,60		16477,60	

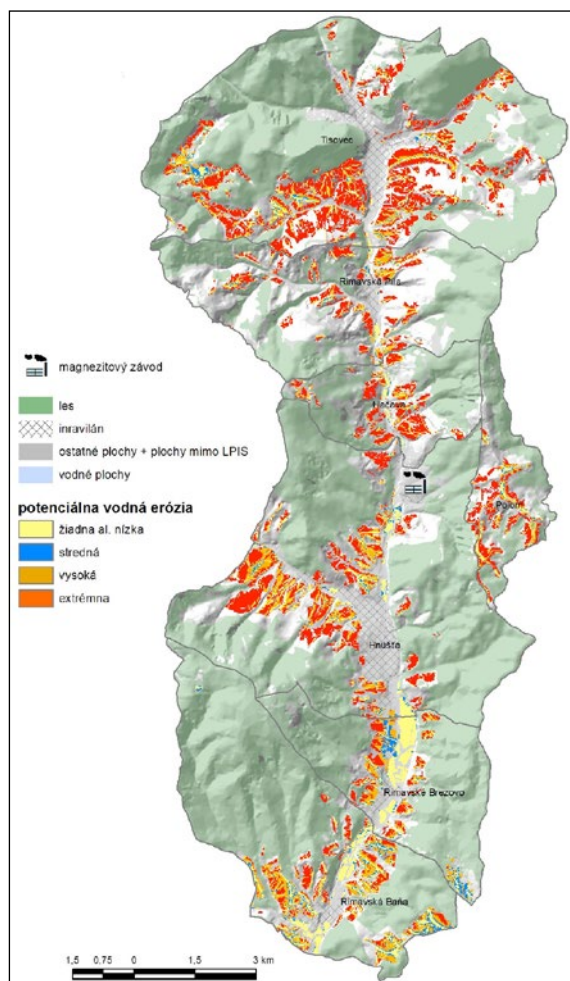
PP – poľnohospodárska pôda, LPIS – register poľnohospodárskej pôdy

Na plošnú distribúciu vodnou eróziou ovplyvnených poľnohospodárskych pôd významne vplýva predovšetkým reliéf, pôdne charakteristiky a klimatické podmienky záujmového územia. Lokalita sa nachádza vo výrazne členitom a svahovitom vrchovinovom až pahorkatinovom reliéfe mierne vlhkého až vlhkého klimatického regiónu. Nachádzajú sa tu väčšinou stredne ťažké pôdy, s priemernou zásobou organickej hmoty. Z pohľadu uvedených charakteristík môžeme konštatovať, že monitorované územie je relatívne senzitívne na vodnú eróziu.

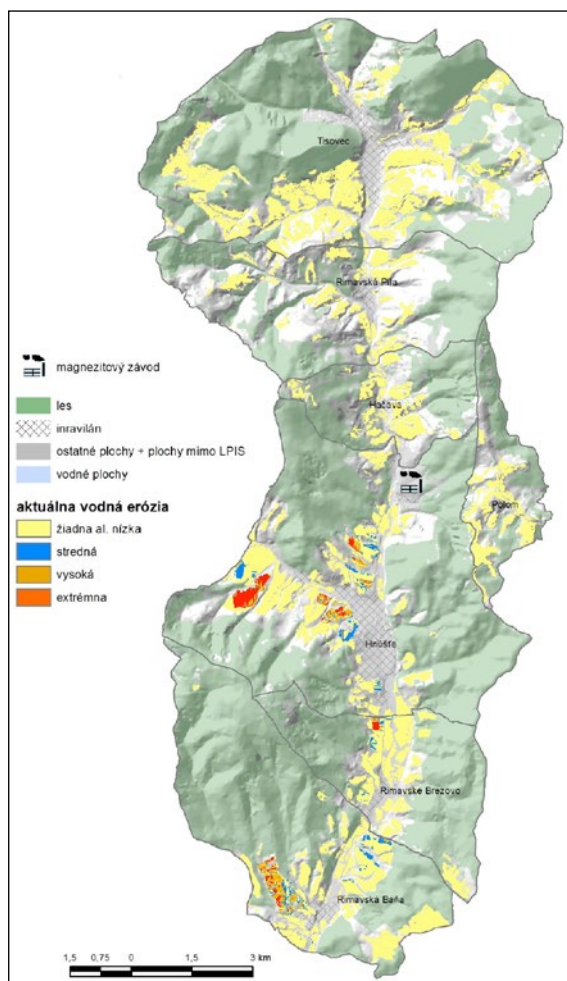
Potenciálna erózia (vyjadruje možnú ohrozenosť pôdy procesmi vodnej erózie v prípade keď sa na nej nenachádza žiadny rastlinný pokryv) sa v rámci záujmovej lokality vyskytuje až

na 73,9% celkovej výmery poľnohospodárskej pôdy (kategórie erodovanosti od strednej až po extrémne vysokú). Ide o veľmi vysoké číslo, ktoré potvrdzuje senzitivitu územia na priebeh erózo-akumulačných procesov vodnej erózie. Výrazná svahovitosť tohto územia, kedy až na 84% jeho výmery prevládajú svahy so sklonom nad 12°, má významný vplyv na značné plošné rozšírenie vysoko až extrémne vysoko erodovaných pôd (68,4% výmery PP).

Zohľadnením aktuálneho vegetačného pokryvu dosiahneme reálnejší pohľad na vplyv procesov vodnej erózie na pôdu (aktuálna erózia). Pri tvorbe mapy aktuálnej erózie bola použitá aktualizovaná vrstva GSAA z predchádzajúceho roku. Značná výmera poľnohospodárskych pôd tohto regiónu sa nachádza v jeho podhorských oblastiach s prevládajúcimi strmými svahmi, ktoré sú z pohľadu poľnohospodárskej produkcie vo veľkej miere využívané ako trvalé trávne porasty (majú vynikajúci protierózný účinok). Z tohto dôvodu môžeme v prípade aktuálnej erózie (Mapa 2) konštatovať, že aj keď sa pôda nachádza na výrazných svahoch, zohľadnením



Mapa 1 Potenciálna vodná erózia na poľnohospodárskej pôde v regióne Hačava



Mapa 2 Aktuálna vodná erózia na poľnohospodárskej pôde v regióne Hačava



---

aktuálneho rastlinného pokryvu (trvalé trávne porasty) dochádza k významnému zníženiu plošného zastúpenia eróziou ovplyvnených pôd predovšetkým kategórií extrémne vysoká a vysoká erodovanosť (4,3 % výmery PP) (Tab. 2).

### **Ohrozenie poľnohospodárskych pôd vodnou eróziou v okolí magnezitiek pri Jelšave a Lubeníku**

Spád alkalických prachových úletov a magnezitových emisií z magnezitových závodov pri Jelšave a Lubeníku má výrazne negatívny vplyv na všetky zložky životného prostredia vrátane pôdy. Územie s predpokladaným spádom sme vyčlenili v strednej časti Revúckej vrchoviny, ktorá je súčasťou Slovenského rudohoria (Mazúr, Lukniš, 1986) kde prevažne vrchovinový reliéf sa strieda s reliéfom kotlinových pahorkatín.

Vyskytujú sa tu viaceré typy hornín nakoľko geologická stavba územia je značne heterogénna. Nachádzajú sa tu hlbinné magmatity (granodiority, tonality), sedimentárne horniny paleozoika (pieskovce, zlepence, bridlice) a mezozoika (vápence) a metamorfované horniny paleozoika (metamorfované pieskovce, zlepence, fylity) (Biely a kol., 2002). Na uvedených horninách sa vyvinuli stredne ťažké pôdy väčšinou kambizemného typu, ale nachádzajú sa tu aj rendziny, pseudogleje a fluvizeme (v alúviu riečky Muráň). Podobne ako v prípade magnezitky pri Hačave tak aj tu v blízkosti závodov dochádza vplyvom spádu magnezitového prachu k totálnej degradácii pôd z dôvodu vytvárania sa nepriepustnej vrstvy (krusty) na ich povrchu.

Väčšina potokov ústi do hlavného vodného toku, ktorým je riečka Muráň. Nadmorská výška sa pohybuje od 205 m.n.m. do 1215 m.n.m. V porovnaní s predchádzajúcou hodnotenou lokalitou toto územie nie je až tak výrazne svahovité. Prevládajú tu svahy so sklonom 7–12°, ktoré tvoria 21 % výmery celkovej plochy územia. Ostatné kategórie svahovitosti sú zastúpené nasledovne 0–3°: 17 %, 3–7°: 19 %, 7–12°: 21 %, 12–17°: 19 %, 17–25°: 19 % a viac ako 25°: 5 % z celkovej plochy územia.

V najnižších častiach sledovaného územia sa hodnota priemerného ročného úhrnu zrážok pohybuje okolo 650 mm, pričom so stúpajúcou nadmorskou výškou objem zrážok stúpa až nad hodnotu 850 mm (Faško, Šťastný, 2002). Z pohľadu klimatických regiónov sa záujmová lokalita nachádza v teplej, mierne vlhkej oblasti s miernou zimou (Lapin a kol., 2002).

### **Vodná erózia na poľnohospodárskych pôdach**

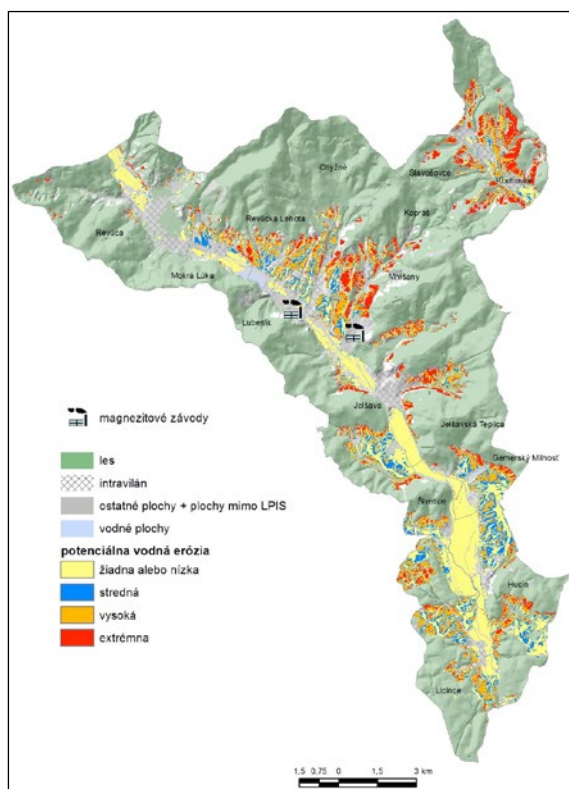
Využitím vygenerovaných digitálnych vrstiev potenciálneho a aktuálneho ohrozenia pôd vodnou eróziou sme získali informácie o jej intenzite a plošných výmerách priestorového rozšírenia eróziou ohrozených pôd. Na základe získaných hektárových výmer a percentuálneho zastúpenie jednotlivých kategórií erodovanosti z celkovej výmery poľnohospodárskych pôd nachádzajúcich sa na záujmovom území ho môžeme pomerne detailne charakterizovať z pohľadu senzitivity na vznik a priebeh eróznno-akumulačných procesov vodnej erózie.

**Tabuľka 3** Plošné výmery kategórií erodovanosti poľnohospodárskych pôd (PP) podľa LPIS v regióne Jelšava – Lubeník

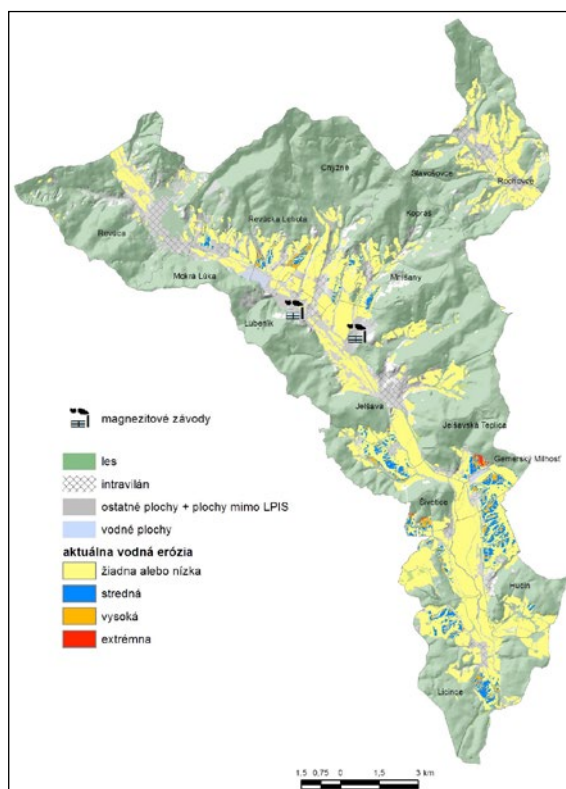
Kategórie erodovanosti strata pôdy (t/ha/rok)	Potenciálna erózia		Aktuálna erózia	
	Výmera (ha)	% PP	Výmera (ha)	% PP
Žiadna alebo nízka (0–4)	2170,80	45,26	4305,18	89,77
Stredná (4–10)	767,72	16,01	358,86	7,48
Vysoká (10–30)	1054,12	21,98	119,66	2,50
Extrémne vysoká (> 30)	803,32	16,75	12,26	0,26
Výmera PP	4795,96	100,00	4795,96	100,0
Výmera územia	21012,00		21012,00	

PP – poľnohospodárska pôda, LPIS – register poľnohospodárskej pôdy

Monitorované územie sa nachádza v členitom a svahovitom vrchovinovom reliéfe mierne vlhkého klimatického regiónu. Väčšinou sa tu vyskytujú stredne ťažké pôdy, s priemernou zásobou organickej hmoty. Uvedené charakteristiky zaraďujú sledovanú lokalitu do kategórie území senzitívnych na eróziu pôdy.



**Mapa 3** Potenciálna vodná erózia na poľnohospodárskej pôde v regióne Jelšava – Lubeník



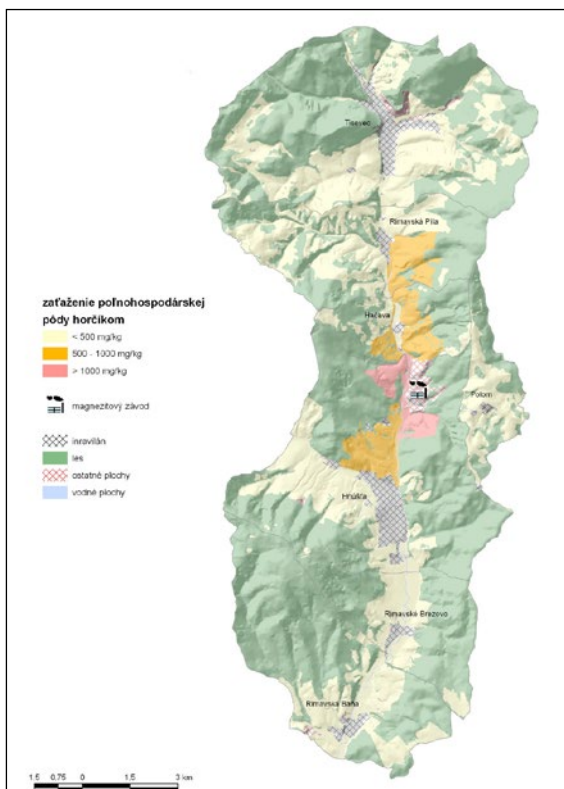
**Mapa 4** Aktuálna vodná erózia na poľnohospodárskej pôde v regióne Jelšava – Lubeník

V rámci hodnotenej lokality sa potenciálna erózia (kategórie erodovanosti od strednej až po extrémne vysokú) vyskytuje na viac ako polovici celkovej výmery poľnohospodárskej pôdy (54,7% výmery PP). Táto pomerne vysoká výmera potvrdzuje náchylnosť územia na výskyt erodovaných pôd. Značná svahovitosť záujmového územia, kedy až 64% jeho výmery sa nachádza na svahoch nad 12°, sa výraznou mierou podieľa na plošnú distribúciu kategórií vysoko a extrémne vysoko erodovaných pôd, ktoré spolu tvoria 38,7% výmery poľnohospodárskej pôdy (Tab. 3, Mapa 3).

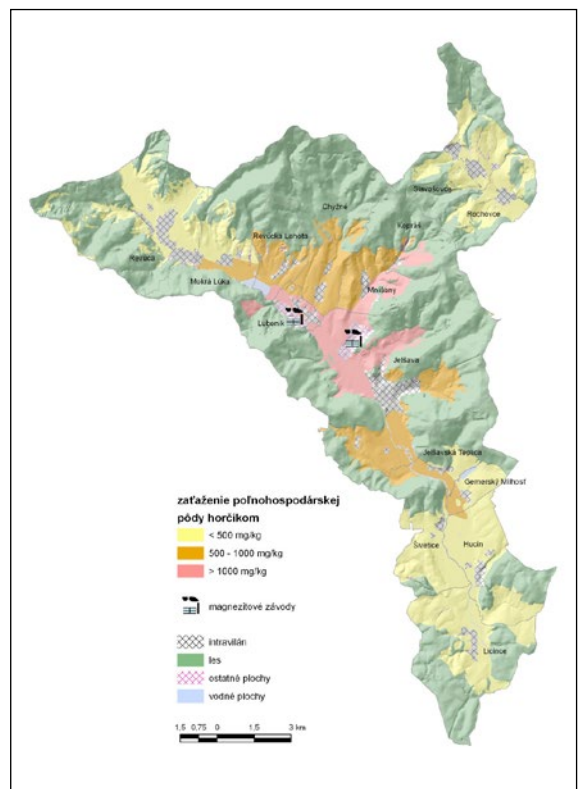
Reálne riziko erózie pôdy (aktuálna erózia) dosiahneme zohľadnením aktuálneho vegetačného pokryvu. Podobne ako v prípade regiónu pri Hačave tak aj tu sa vysoké percento výmery poľnohospodárskych pôd nachádza v jeho podhorských oblastiach, ktoré sú charakteristické strmými svahmi využívanými ako trvalé trávne porasty (lúky, pasienky). Trávy majú vynikajúci protierózný účinok, preto dochádza k významnému zníženiu plošného zastúpenia aktuálnou eróziou ovplyvnených pôd predovšetkým kategórií extrémne vysoká a vysoká erodovanosť (2,8% výmery PP) v porovnaní s potenciálnou eróziou (Tab. 3, Mapa 4).

### Zaťaženie poľnohospodárskych pôd horčíkom

Aj napriek skutočnosti, že pre horčík vo vzťahu ku kontaminácii pôd nie sú v doterajšej



Mapa 5 Horčík v poľnohospodárskych pôdach regiónu Hačava (Kobza a kol., 2010)



Mapa 6 Horčík v poľnohospodárskych pôdach regiónu Jeľšava – Lubeník (Kobza a kol., 2010)

platnej legislatíve uvedené žiadne hygienické limity, boli vyčlenené 3 základné kategórie podľa jeho obsahu v pôde. Vychádzalo sa z existujúcich doterajších poznatkov, že obsah prijateľného horčíka v ornici poľnohospodárskych pôd Slovenska sa pohybuje prevažne v rozpätí 200 až 400 mg.kg<sup>-1</sup>, čo predstavuje pomerne vysoký obsah tohto prvku v pôde (Kobza a kol., 2010). Preto hodnoty horčíka nad 500 mg.kg<sup>-1</sup> už možno považovať za zvýšené až vysoké, prípadne i nadlimitné (nad 1000 mg.kg<sup>-1</sup>).

Plošná distribúcia kategórií obsahu horčíka v poľnohospodárskych pôdach do 1000 mg.kg<sup>-1</sup> a nad 1000 mg.kg<sup>-1</sup> predstavuje pomerne značnú výmeru v rámci obidvoch záujmových území (Mapa 5, 6). Najviac sú zaťažené pôdy v okolí magnezitových závodov, a pôdy nachádzajúce sa v smere prevládajúcich vetrov. Významné koncentrácie horčíka boli namerané aj v nivných pôdach alúvia vodných tokov pretekajúcich v blízkosti magnezitových závodov čo môže byť výsledkom kombinovaného vplyvu diaľkového prenosu emisií ako aj akumuláciou vodnou eróziou pretransportovanej pôdnej hmoty, ktorá je premiešaná spolu s alkalickými prachovými úletmi a magnezitovými imisiami.

## Záver

Na záver môžeme konštatovať, že na extrémne vysoké obsahy horčíka v pôde (najmä v jej vrchnej vrstve), ktoré boli zaznamenané nielen v blízkosti magnezitových závodov ale aj v pôdach alúvia vodných tokov nachádzajúcich sa vo väčších vzdialenostiach od spomínaných závodov, má nezanedbateľný vplyv (okrem diaľkového prenosu alkalických úletov a magnezitových emisií) aj dlhodobá prítomnosť erózo-akumulačných procesov vodnej erózie. Výsledkom negatívneho vplyvu procesov vodnej erózie je uvoľňovanie, premiestňovanie (transport) a následná akumulácia pôdnej hmoty premiešanej spolu magnezitovými úletmi (ktoré spadli na pôdu a ešte nestihli vytvoriť pevnú nepriepustnú krustu) v alúviu vodných tokov pretekajúcich v blízkosti magnezitiek (Mapa 5, 6).

## Literatúra

- BIELY, A. – BEZÁK, V. – ELEČKO, M. – GROSS, P. – KALIČIAK, M. – KONEČNÝ, V. – LEXA, J. – MELLO, J. – NEMČOK, J. – POLÁK, M. – POTFAJ, M. – RAKÚS, M. – VASS, D. – VOZÁR, J. – VOZÁROVÁ, A. 2002. Geologická stavba, 1:500 000, In: Kolektív autorov, 2002: *Atlas krajiny SR*, Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia SR Banská Bystrica, s. 74–76, ISBN 80-88833-27-2.
- BOBRO, M. – HANČUĽÁK, J. – DORČÁKOVÁ, H. – BÁLINTOVÁ, M. 2000. Monitorovanie imisnej záťaže pôd v Muránskej doline. In: *Acta Montanistica Slovaca*, roč. 5 (2000), 1, 33–35
- FAŠKO, P. – ŠŤASTNÝ, P. 2002. Priemerné ročné úhrny zrážok. In: Kolektív autorov, 2002: *Atlas krajiny SR*, Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia SR Banská Bystrica, 2002 s. 99, ISBN 80-88833-27-2.
- KOBZA, J. – BARANČÍKOVÁ, G. – DODOK, R. – HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J., BEZÁKOVÁ, Z. – PÁLKA, B. – STYK, J. – ŠIRÁŇ, M. 2010. *Komplexné zhodnotenie aktuál-*

- 
- neho stavu senzitivných území vplyvu magnezitových závodov (Jelšava-Lubeník a Hačava) s dopadom na riešenie pôdoochranných opatrení. VÚPOP Bratislava, 2010, 96 s. ISBN 978-80-89128-77-8.
- LAPIN, M. – FAŠKO, P. – MELO, M. – ŠŤASTNÝ, P. – TOMLAIN, J. 2002. Klimatické oblasti. In: Kolektív autorov, 2002: *Atlas krajiny SR*, Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia SR Banská Bystrica, 2002, s. 95, ISBN 80-88833-27-2.
- MAZÚR, E. – LUKNIŠ, M. 1986. Geomorfologické členenie SSR a ČSSR, Časť Slovensko, Slovenská kartografia, Bratislava, In: Kolektív autorov, 2002: *Atlas krajiny SR*, Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia SR Banská Bystrica, 2002, s. 88, ISBN 80-88833-27-2.
- MPSR, 2004. Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy z 10. marca 2004. In: *Zbierka zákonov SR, čiastka 96 z 28. apríla 2004*, MPSR Bratislava, s. 2278-2315.
- MPRV SR, 2013. *Vyhláška MP a RV SR č. 59/2013 Z.z.* Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky upravujúca Zákon č. 220/2004 Zb. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- STYK, J. – FULAJTÁR, E. – PÁLKA B. – GRANEC, M. 2008: Aktualizovaný výpočet faktora erodovateľnosti pôdy (K-faktor) za účelom generovania detailnejšej digitálnej vrstvy In: *Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy* 30, VÚPOP Bratislava, 2008, s.139-146, ISBN 978-80-89128-51-8.
- STYK, J. – PÁLKA, B. – GRANEC, M.2009. Využitie on-line aplikácie pri predikcii pôdnej erózie spôsobenej vodou. In: *Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy* 31. VÚPOP Bratislava, 2009, s. 176-186, ISBN 978-80-89128-59-4.
- ŠŮRI, M. – CEBECAUER, T. – HOFIERKA, J. – FULAJTÁR, E. 2002. *Soil erosion assessment of Slovakia at a regional Scale using GIS*. Ecology, Bratislava 2002, 404-422.
- WISCHMEIER, W.H. – SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses – Guide to conservation planning, *Agricultural Handbook* 537. USDA, 1978, 58 p.

---

# VPLYV JEDNORAZOVEJ DÁVKY ALGINITU NA PÔDNE VLASTNOSTI TRVALÉHO TRÁVNEHO PORASTU

## EFFECT OF A SINGLE DOSE OF ALGINITE ON SOIL PROPERTIES OF PERMANENT GRASSLAND

Štefan Pollák, Mariana Jančová, Zuzana Dugátová, Miriam Kizeková,  
Ľubica Jančová

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav trávnych porastov  
a horského poľnohospodárstva  
stefan.pollak@nppc.sk*

---

### Abstrakt

Nerudné suroviny organicko-minerálneho pôvodu vyskytujúce sa na Slovensku v okolí Lučenca môžu nájsť širšie uplatnenie v poľnohospodárskej praxi, čeliacej stále naliehavejším výzvam ekologizácie poľnohospodárske výroby. Cieľom práce bol výskum vplyvu povrchovej aplikácie alginitu na zmeny v obsahu rastlinám prístupných živín v pôde, a tiež poskytnúť verejnosti výsledky o vhodnosti využitia alginitu v starostlivosti o trávne porasty v ekologickom systéme hospodárenia na poľnohospodárskej pôde resp. pri ich revitalizácii. Aplikáciou alginitu sa v pôde trvalého trávneho porastu zvýšil obsah P, Mg, Cox a humusu. Najvýraznejšie zmeny v sledovaných pôdnych parametroch nastali vo variante 2 (dávka alginitu 40 kg N.ha<sup>-1</sup>). Lineárny pokles v obsahu sledovaných živín v pôde všetkých variantov v slede jednotlivých odberov (pokusných rokov) súvisel s odčerpávaním živín pre tvorbu fytomasy v trojkosnom systéme využívania.

### Abstract

Non – metallic raw material of organic-mineral origin occurring in Slovakia in the vicinity of Lučenec can find a wider application in agricultural practices, facing the increasingly urgent challenges of greening agricultural production. The aim of the work was to investigate the effect of surface application of alginite on changes in the content of plant-available nutrients in the soil, and also to provide the public with results on the suitability of alginite use in grassland management in the organic farming system or for their revitalization. The application of alginite increased the content of P, Mg, Cox and humus in a permanent grassland soil. The most significant changes in the monitored soil parameters was found in variant 2 (alginite dose

---

40 kg N ha<sup>-1</sup>). The linear decrease in the content of soil nutrients of all variants in the sequence of individual sampling dates (experimental years) was related to the depletion of nutrients for the phytomass production in the 3-cut system.

**Kľúčové slová:** alginít, povrchová aplikácia, obsah živín v pôde, trvalý trávny porast  
**Keywords:** alginít, surface application, soil nutrient content, permanent grassland

## Úvod

Nové globálne výzvy ako klimatická zmena, globálne otepľovanie sú previazané s regionálnymi výzvami ako je ochrana a revitalizácia poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Za kľúčové sa považuje budovanie konkurencieschopnej, zelenej ekonomiky SR, ktorá vychádza zo Stratégie EÚ pre zdrojovo efektívnu Európu. Zelený rast z iniciatívy OECD predstavuje cestu podpory ekonomického rastu a rozvoja a súčasne má zabezpečiť, aby prírodné bohatstvo naďalej poskytovalo zdroje a environmentálne služby, na ktorých závisí ľudský blahobyť. Zohľadnenie environmentálneho a ekonomického významu tohto snaženia je aktuálnou výzvou súčasnosti. Zvlášť, ak sa uplatnia postupy umožňujúce zlepšenie a stabilizáciu pôdnych vlastností degradovaných alebo marginálnych pôd, a súčasne sa doplnia zásoby potrebných, alebo predchádzajúcou činnosťou vyčerpaných živín (REGAL, KRAJČOVIČ, 1963).

V stredoeurópskej oblasti sú popísané ložiská alginitu na lokalitách Pula a Gérce v Maďarsku. Na Slovensku do širšieho povedomia odbornej verejnosti priniesol problematiku alginitu, jeho zdrojov a využitia VASS a kol. (1997). Alginit je organický sediment vytvorený pred 3 až 4 miliónmi rokov počas sopečných zmien (Kulich a kol., 2001, Kádár a kol., 2015). Táto sivá až tmavo šedá hornina je bohatá na organické látky a obsahuje 5 až 50 %, v niektorých ložiskách dokonca 90 % organických látok (Szabó, 2004). Bol vytvorený vo vodnom prostredí z rias, a má vysoký obsah prvkov, ako je fosfor, draslík, vápnik a horčík (Gömöryová a kol., 2009). Alginit je ekologický pôdny kondicionér a prírodná látka s vlastnosťami hydrogelu. Obsahuje množstvo biogénnych prvkov, schopných svojou sorpčnou kapacitou zadržiavať vodu a minerálne látky (SARVAŠOVÁ, 2009). Pozitívny vplyv alginitu na rast lesných drevín dokumentujú viacerí autori (VASS a kol., 1997; 1998, BELÁČEK, 1998; 2003, CUKOR a kol., 2017). Vplyvom na kvalitatívne a kvantitatívne parametre koreňových systémov smreka obyčajného sa zaoberal JASČUŠKA (2007) a jedle bielej REPÁČ (2007) a tiež SARVAŠOVÁ (2007).

Zámerom práce bolo zhodnotenie vplyvu povrchovej aplikácie alginitu na zmeny v obsahu rastlinám prístupných živín v pôde, a tiež poskytnúť praxi výsledky uplatniteľné v revitalizácii resp. zachovaní primeranej starostlivosti o trvalý trávny porast v ekologickom systéme hospodárenia na poľnohospodárskej pôde.

## Materiál a Metódy

Pokus bol založený v roku 2013 na ploche trvalého trávneho porastu v lokalite Suchý vrch

(480 m n. m.) patriacej do oblasti Kremnických vrchov a katastrálneho územia obce Radvaň. Lokalita má dlhodobú priemernú ročnú teplotu vzduchu 7,7 °C (počas vegetačného obdobia 13,6 °C) a priemerný ročný úhrn zrážok dosahuje úroveň 853 mm (441 mm počas vegetácie). Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ je kambizem.

Poloprírodný trávny porast, ktorý sa vyvinul zatrávnením ornej pôdy bol fytoecologicky zaradený do zväzu *Arrhenatherion* s dominantou *Trisetum flavescens* L. V poraste dominovali byliny, ktorých priemerné zastúpenie dosahovalo 41 %. Trávy mali priemerné zastúpenie 38 % a bôbovité sa na zložení porastu podieľali 19 percentami. Pre trávny porast bola charakteristická druhová bohatosť, zaznamenaných bolo 34 druhov.

Poľný pokus bol založený ako jednofaktorový s randomizovaným usporiadaním variantov v štyroch opakovaniach. Množstvo aplikovaného alginitu bolo stanovené po prerátaní na množstvo čistých živín, najmä dusíka (N). Chemické zloženie aplikovaného alginitu je zobrazené v tabuľke 1. Schéma pokusu: variant 1 – nehnojená kontrola, variant 2 v dávke 40 kg N.ha<sup>-1</sup>, variant 3 v dávke 80 kg N.ha<sup>-1</sup>, variant 4 v dávke 120 kg N.ha<sup>-1</sup> na hektár. Alginit sa na trvalý trávny porast aplikoval povrchovo vo frakcii 0–15 mm. Pokusný trvalý trávny porast sa každoročne využíval kosbou trikrát počas vegetačného obdobia v obvyklých agro-technických termínoch.

**Tabuľka 1** Chemické zloženie alginitu

pH/KCl	Nt	Cox	P	K	Mg	Ca
	g.kg <sup>-1</sup>		mg.kg <sup>-1</sup>			
6,56	3,91	53,24	12,26	176,61	2400,7	3950,0

Prvý odber pôdnych vzoriek (hĺbka 100 mm) jednotlivých variantov na stanovenie základných agrochemických vlastností pôdy: pH (KCl), humus, Cox (Tjurin), Nt (Kjeldahl), P, K, Mg, Ca podľa Melicha III sa uskutočnil pred aplikáciou alginitu (10.5. 2013), druhý odber po aplikácii alginitu (29. 7. 2013). V nasledujúcom pokusnom období boli pôdne vzorky odberané jeden krát ročne v jesennom termíne. Laboratórne rozborý pôdy sa uskutočnili podľa Vyhlášky MPRV SR č. 151/2016 Z.z. z 21. marca 2016, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o agrochemickom skúšaní pôd a o skladovaní a používaní hnojív.

## Výsledky a diskusia

Charakteristika pôdy v prvom odbere pred aplikáciou vychádza z geologického substrátu stanovišťa, ktorý tvoria zvetraliny andezitov (Tab. 2). V prvom odbere pôdy pred aplikáciou minerálu alginít sa hodnoty pôdnej reakcie nachádzali v intervale 4,85–5,37, čo je charakteristické pre silne kyslé až kyslé pôdy. Obsah humusu (58,62 g.kg<sup>-1</sup>) charakterizuje dobrú zásobenosť pôdy. Priemerný obsah N bol vysoký až veľmi vysoký, koncentrácia P bola nízka, obsah K bol vyhovujúci až dobrý a obsah Mg veľmi vysoký. V aplikovanej dávke 40 kg N.ha<sup>-1</sup> (variant 2) došlo k najväčšej fragmentácii a rozpúšťaniu alginitu vplyvom zrážok, pozorovali



sme tu najvýraznejší vplyv na pôdu zo všetkých variantov. Ako v jedinom variante došlo v prvom roku k zvýšeniu pH (5,46), a tiež k najvýraznejšiemu nárastu v obsahu Mg na hodnotu 1033,49 mg. kg<sup>-1</sup>, čo rovnako ako GREGOR a BUBLINEC (1999) pripisujeme vysokému obsahu Mg v aplikovanom alginite. Obsah P sa zvýšil vo všetkých variantoch v prvom roku experimentu po aplikácii alginitu. Zvýšenie obsahov prvkov P a Mg v pôde po aplikácii alginitu zaznamenali aj CUKOR a kol. (2017). V druhom roku pokusu (odber 3) bol zaznamenaný trend nárastu parametrov Cox a humusu vo variantoch s alginitom oproti kontrole. Pokles hodnôt Cox, humusu a sledovaných prvkov v pôde všetkých variantov v štvrtom a piatom roku pokusu (odber 5 a 6), dávame do súvisu s postupným odčerpávaním živín produkciou fyto-masy trávneho porastu využívaného každoročne troma kosbami (POLLÁK a kol., 2018). Dodané živiny vo forme organo-minerálnej suroviny alginitu teda na ďalšie roky využívania porastu kosením nebudú postačovať a pre udržanie resp. zvýšenie produkcie porastu je potrebné opätovné aplikovanie alginitu alebo využitie iných druhov hnojív resp. spôsobov využitia porastu.

**Tabuľka 2** Vybrané pôdne parametre 2013–2017

Odber	Variant	pH/ KCl	Cox	Humus	N	P	K	Ca	Mg
			g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>
1.	1	4,96	33,40	57,58	3,71	3,07	148,68	3,13	760,50
	2	5,10	37,00	63,79	3,64	2,14	154,32	3,13	805,48
	3	4,85	31,90	55,00	3,89	1,14	162,42	2,59	649,47
	4	5,37	33,70	58,10	3,33	0,91	206,51	2,59	810,19
2.	1	5,08	32,28	55,66	2,50	3,16	127,82	3,22	955,23
	2	5,46	35,65	61,46	3,77	3,09	127,82	3,09	1033,49
	3	4,73	27,69	47,74	2,58	3,94	136,97	2,37	670,90
	4	4,49	30,75	53,02	2,28	2,47	163,54	2,37	743,14
3.	1	4,52	29,80	51,38	3,68	2,22	113,79	3,02	839,64
	2	4,88	37,30	64,31	3,50	1,74	113,79	2,98	875,50
	3	4,56	33,10	57,06	3,80	1,78	106,90	1,94	659,40
	4	5,14	34,90	60,17	4,00	1,17	127,59	2,05	923,32
4.	1	5,13	29,10	50,17	5,10	1,09	138,24	2,61	715,13
	2	5,26	30,90	53,27	4,69	0,86	141,42	2,72	750,95
	3	4,89	25,41	43,81	4,76	0,89	115,19	1,73	521,68
	4	4,73	28,50	49,13	3,88	0,68	121,93	1,95	529,92
5.	1	4,78	24,89	42,91	2,51	1,74	118,78	2,31	566,01
	2	4,75	22,44	38,69	2,56	1,70	118,78	2,31	583,69
	3	4,62	29,17	50,29	2,82	1,54	118,78	2,08	515,66
	4	4,36	23,97	41,32	2,53	0,96	99,42	1,61	395,29

Odber	Variant	pH/ KCl	Cox	Humus	N	P	K	Ca	Mg
			g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>
6. Jeseň 2017	1	4,52	23,37	40,29	1,48	0,65	107,39	1,97	630,60
	2	5,43	28,89	49,80	2,36	0,97	110,92	1,97	803,33
	3	4,66	24,75	42,67	2,43	0,77	103,87	1,77	620,78
	4	4,36	17,57	30,29	1,23	0,43	107,39	1,38	491,95

Tabuľka 3 Analýza rozptylu a Tukey HSD test pôdných parametrov 2013–2017

Variant	pH/ KCl	Cox	Humus	N	P	K	Ca	Mg
		g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>		g.kg <sup>-1</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>
1	4,83	28,81	49,67	3,16	1,99 <sup>b</sup>	125,78	2,71 <sup>B</sup>	744,52 <sup>AB</sup>
2	5,15	32,03	55,22	3,42	1,75 <sup>ab</sup>	127,84	2,70 <sup>B</sup>	808,74 <sup>B</sup>
3	4,72	28,67	49,43	3,38	1,68 <sup>ab</sup>	124,02	2,08 <sup>A</sup>	606,32 <sup>A</sup>
4	4,74	28,23	48,67	2,88	1,10 <sup>a</sup>	137,73	1,99 <sup>A</sup>	648,97 <sup>AB</sup>
Hd (variant) 0,05	0,470	4,864	8,384	0,680	0,706	24,572	0,302	141,340
Hd (variant) 0,01	0,602	6,228	10,736	0,870	0,903	31,462	0,386	180,974

označenie preukaznosti rozdielov: a, b, ab – preukazné P < 0,05; A, B, AB – preukazné P < 0,01

## Záver

Aplikácia alginitu ovplyvnila pomer a zastúpenie jednotlivých živín v pôde. Vplyv na obsah prístupných živín bol výrazný v prvom a druhom roku po aplikácii na trvalý trávny porast. Vzhľadom na skutočnosť, že alginit je prírodná látka bez negatívnych vplyvov na životné prostredie je jeho použitie možné aj pri hospodárení v ekologickom poľnohospodárstve. Požitie tejto suroviny pre výživu porastov tak predstavuje environmentálne šetrný spôsob obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy, pri ktorom je možné zlepšiť produkčné funkcie trávnych porastov a zároveň zachovať ich ekologickú stabilitu.

## Literatúra

- BELÁČEK, B. 1998. Možnosti využitia novej ekologickej suroviny – alginitu pri hospodárení v chránených územiach, In: *Ochrana prírody*, 16, s. 5–15.
- BELÁČEK, B. 2003. Alginit: podpora pri ochrane aj pred suchom, In: *Les* č.9, 2003, Ministerstvo pôdohospodárstva SR, s. 13–14.
- CUKOR, J. – LINHART, L. – VACEK, Z. – BALÁŠ, M. – LINDA R. 2017. The effects of Alginate fertilization on selected tree species seedlings performance on afforested agricultural lands, In: *Central European Forestry Journal*, 63 (2017), p. 48–56

- GÖMÖRYOVÁ, E. – VASS, D. – PICHLER, V. – GÖMÖRY, D. 2009: Effect of aginite amendment on microbial activity and soil water content in forest soils. *Biologia*, 64:585–588.
- GREGOR J. – BUBLINEC E. (1999): Využitie alginitu pre regeneráciu a stabilitu pôd. *Acta Facultatis Forestalis – Zvolen – Slovakia*, 61: 43–54.
- JASČUŠKA, B. 2007. *Vplyv substrátu a technológie pestovania na kvalitatívne a kvantitatívne parametre koreňových systémov smreka obyčajného (Picea abies [L.] Karst.)*, dipl.práca. 2007,
- KÁDÁR, I. – RAGÁLYI, P. – MURÁNYI, A. – RADIMSZKY, L. – GAJDÓ, A. 2015: Effect of Gércé alginite on the fertility of an acid sandy soil. *Agrokémia és Talajtan*, 64:437–452.
- KULICH, J. – VALKO, J. – OBERNAUER, D. 2001. Perspective of exploitation of alginite in plant nutrition. In: *Journal of Central European Agriculture*. 2001, vol. 2, no. 3–4, pp. 199–206.
- POLLÁK, Š. – BRITAŇÁK, N. – KIZEKOVÁ, M. – JANČOVÁ, M. – HRČKOVÁ, K. 2018 Vplyv jednorazovej dávky alginitu na botanické zloženie a produkciu sušiny trvalého trávneho porastu. In: GÁLIK B. *et al. Recenzovaný zborník vedeckých prác Slovenskej spoločnosti pre poľnohospodárske, lesnícke, poľovnícke a veterinárske vedy pri SAV*, pobočka Nitra. SPU Nitra, 285–293, ISBN 978-80-552-1921-9
- REGAL, V. – KRAJČOVIČ, V. 1963. *Pícninárství*. Praha: SZN, 1963, 466 s.
- REPÁČ, I. 2007. Ectomycorrhiza formation and growth of *Picea abies* seedlings inoculated with alginite bead fungal inoculum in peak and bark compost substrates, In: *Forestry*, 80(5), 517–530 p.
- SARVAŠOVÁ, I. 2007. Pôsobenie pôdnych kondicionérov na rast a ujetie sadeníc smreka obyčajného a jedle bielej, In: *Management of forests in changing environmental conditions = Obhospodarovanie lesa v meniacich sa podmienkach prostredia* / eds. Milan Saniga, Peter Jaloviar, Stanislav Kucbel. – Zvolen: Technical University in Zvolen. – ISBN 978-80-228-1779-0. – P. 171–176.
- SARVAŠOVÁ, I. 2009. Hodnotenie vplyvu alginitu na rast sadeníc jedle bielej (*Abies alba* MILL.) a smreka obyčajného (*Picea Abies* [L.] KARST.) In: *Acta Facultatis Forestalis*. 2009. vol. LI, no. 1, pp. 7–14.
- SZABÓ, L. P. 2004: *Characterization of alginite humic acid content*. PERMEA 2003, Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Tatranské Matliare, 7.–11. 9. 2003, p. 85–91.
- VASS, D. – KONEČNÝ, V. – ELEČKO, M. – MILIČKA, J. – SNOPKOVÁ, P. – ŠUCHA, V. – KOZÁČ, J. – ŠKRABINA, R. 1997: Alginite – nový zdroj slovenského nerudného potenciálu (ložisko Pinciná). *Mineralica Slovaca*, 29, 1. s.1–39.
- VASS D. – KONEČNÝ V. – ELEČKO M. – KOZÁČ J. – MOLNÁR J. – ZAKOVIČ, M. (1998): Ložisko diatomitu v bazaltovom mare pri Jelšovci a možnosti jeho využitia. *Mineralia Slovaca*, 30: 333–356.
- Vyhláška MPRV SR 151/2016* Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka o agrochemickom skúšaní pôd a používaní hnojív, príloha č. 4.

„Obsah tohto príspevku nereprezentuje oficiálne stanovisko Európskej únie“

## Podakovanie

Tento príspevok bol spracovaný vďaka podpore Programu cezhraničnej spolupráce Maďarská republika-Slovenská republika 2007–2013 v rámci EÚ: HUSK/1101/2. 2. 1/0158 Klímapark, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja EÚ / webová stránka Operačného Programu ([www.husk-cbc.eu](http://www.husk-cbc.eu) alebo [www.hungary-slovakia-cbc.eu](http://www.hungary-slovakia-cbc.eu)).

---

# VPLYV OBRÁBANIA PÔDY A HNOJENIA NA ÚRODY SUCHOVZDORNÝCH PLODÍN

## INFLUENCE OF SOIL CULTIVATION AND FERTILIZATION ON YIELDS DRY CROPS

Ladislav Kováč<sup>1</sup>, Jana Jakubová<sup>1</sup>, Ľudovít Mišlan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie  
Michalovce Špitálska 1271, 071 01 Michalovce*

<sup>2</sup>*Slovenská poľnohospodárska univerzita – KOR FAPZ*

---

### Abstrakt

Problematika bola riešená v suchých podmienkach Východoslovenskej nížiny na experimentálnom pracovisku NPPC – VÚA Michalovce v Milhostove. V rokoch 2013–2015 tu boli zakladané pokusy so suchovzdornými plodinami láskavcom (*Amaranthus* sp. L.), prosom siatym, cirokom zrnovým a pohánkou siatou. Pokusy boli zakladané pri konvenčnej technológii s orbou a redukovanou technológiou bez orby pri troch úrovniach výživy, a to kontrola, sólo aplikácia pôdneho kondicionéra PRP SOL a aplikácia PRP SOL v kombinácii s rastlinnou pomocnou látkou PRP EBV. Pri porovnaní produkčných parametrov všetkých sledovaných teplomilných plodín boli v úrodách medzi plodinami preukazné rozdiely. Najvyššie priemerné úrody boli pri ciroku zrnovom 3,74 t.ha<sup>-1</sup>, pred prosom siatym 2,30 t.ha<sup>-1</sup>, amarantom 1,60 t.ha<sup>-1</sup> a pohánkou siatou 1,35 t.ha<sup>-1</sup>. V priemere plodín sa preukazne vyššie úrody dosahovali pri ich konvenčnom pestovaní. Signifikantne nižšie úrody sa dosahovali pri kontrole v porovnaní s hnojenými variantmi, medzi ktorými však neboli preukazné rozdiely.

### Abstract

The problem was solved in the dry conditions of the East Slovak Lowland in Milhostov, where the Experimental workplace of NPPC – Agroecology Research Institute Michalovce is localized. Between years 2013 and 2015, experiments were carried out with drought-resistant crops as follows: amaranth (*Amaranthus* sp. L.), millet (*Panicum miliaceum* L.), sorghum (*Sorghum* L.) and buckwheat (*Fagopyrum* L.). The experiments were based under conventional tillage technology with ploughing and reduced ploughing technology. Three levels of nutrition, namely control, application of soil conditioner PRP SOL and application of PRP SOL in combination with plant supply agent PRP EBV. From comparison of the production parameters of all monitored drought-resistant crops resulted significant differences. The highest average yields were determined for sorghum (3.74 t ha<sup>-1</sup>), followed by millet (2.30 t ha<sup>-1</sup>), ama-

---

ranth (1.60 t ha<sup>-1</sup>) and buckwheat (1.35 t ha<sup>-1</sup>). On average, significantly higher yields of model crops were found under conventional technology. Significantly lower yields were achieved for control variant in comparison with fertilized variants, but between variants were no significant differences.

**Kľúčové slová:** láskevce, proso siate, cirok zrnový, pohánka siata, úrody

**Keywords:** amaranth, millet, sorghum, buckwheat, yields

## Úvod

Plodiny so schopnosťou odolávať suchu a dlhotrvajúcim periódam vysokých teplôt nadobúdajú na význame najmä pri súčasných klimatických zmenách a otepľujúcej sa klíme. Výskum takých plodín je dôležitý z aspektu náhrady a doplnenia sortimentu klasických v súčasnosti už pestovaných plodín. K minoritným plodinám spĺňajúcim parametre suchovzdornosti môžeme zaradiť aj cirok zrnový, pohánku siatu, proso siate a amarant. Pestovanie ciroku zrnového na Slovensku nie je veľmi rozšírené. Sú to však plodiny, ktoré dokážu odolávať suchým podmienkam a vysokým teplotám počas dlhšieho časového obdobia (Acquaah, 2005; Kováč, Jakubová 2015, 2017). Ďalšou plodinou, ktorá je odolná voči suchu a teplu patrí proso siate. Jeho pestovanie sa na Slovensku rozširuje a je to plodina, ktorá je zaujímavá aj z ekonomického hľadiska (Kováč *et al.* 2017). Proso siate a pohánka siata sú plodiny, ktoré dokážu prekonať nepravidelnosť zrážok a vytváranie príuškov, ktoré súvisia s klimatickými zmenami (Káš, Janovská 2011). Pri úrodách dosahovaných v teplých oblastiach Slovenska je pestovanie amarantu rentabilné a ziskové (Jakubová *et al.* 2017).

## Materiál a metódy

Pokusy boli založené na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny v Milhostove. Experimentálne pracovisko v Milhostove je súčasťou NPPC – Výskumného ústavu agroekológie Michalovce. Pôdy sú charakterizované ako ťažké fluvizeme glejové s vysokým obsahom ílovitých častíc. Základné chemické vlastnosti ornice pokusného stanovišťa sú nasledovné: obsah celkového dusíka – 0,17 %, obsah prístupného fosforu – 65 mg.kg<sup>-1</sup>, obsah prístupného draslíka – 260 mg.kg<sup>-1</sup>, obsah prístupného horčíka – 380 mg.kg<sup>-1</sup>, obsah prístupného vápnika – 4700 mg.kg<sup>-1</sup>, výmenná pôdna reakcia (pH/KCl) – 6,1 a obsah humusu – 2,8 %. Hodnoty základných fyzikálnych vlastností skúmaného pôdneho prostredia sa pohybujú v nasledujúcom rozmedzí: merná hmotnosť 2600–2650 kg.m<sup>-3</sup>, objemová hmotnosť 1200–1650 kg.m<sup>-3</sup> a pórovitosť je 55,0–39,0 %. Hydrofyzikálne charakteristiky pôdneho prostredia sú v súlade s fyzikálnymi vlastnosťami. Hodnoty polnej vodnej kapacity, vyjadrenej ako maximálna kapilárna vodná kapacita sa v pôdnom profile pohybujú v rozpätí 32,0–45,0 % a hodnoty využiteľnej vodnej kapacity 8,0–25,0 %. Priemerná ročná teplota je 8,9° C a dlhodobý normál zrážok predstavuje 550 mm.

Pokusy boli zakladané v rokoch 2013 až 2015. Poľné pokusy boli v troch opakovaníach usporiadané blokovoú metódou s náhodným usporiadaním variantov hnojenia. Veľkosť celkovej plochy každej plodiny (pokusu) bola 2 700 m<sup>2</sup>. Osevný postup v pokusoch bol nasledovný: cirok zrnový (*Sorghum bicolor* L. Moench), pohánka siata (*Fagopyrum esculentum* Moench.), proso siate (*Panicum miliaceum* L.), láskavec (*Amaranthus* sp. L.). V rámci každej plodiny boli 2 spôsoby prípravy pôdy a 3 varianty hnojenia. 1. Pri konvenčnom obrábaní pôdy sa po zbere predplodiny urobila podmietka a na jeseň stredná orba, na jar nasledovalo predsejbové spracovanie pôdy radličkovým náradím a sejba. 2. Pri redukovanom obrábaní pôdy po zbere predplodiny nasledovala podmietka, potom príprava pôdy radličkovým kypričom a sejba. Hnojenie pozostávalo z troch variantov: 1. pôdna pomocná látka PRP<sup>®</sup> SOL, 2. pôdna pomocná PRP<sup>®</sup> SOL + rastlinná pomocná látka PRP<sup>®</sup> EBV a 3. nehnojená kontrola. Pôdna pomocná látka PRP<sup>®</sup> SOL sa aplikovala k predsejbovej príprave pôdy v dávke 200 kg.ha<sup>-1</sup>. Rastlinná pomocná látka PRP<sup>®</sup> EBV sa pri pohánke siatej, prose siatom a amarante aplikovala od 3. listu v dávke 1,5 l. ha<sup>-1</sup> a pri ciroku zrnovom vo fáze 4–8 listov v dávke 2,0 l. ha<sup>-1</sup>. Po dosiahnutí zberovej zrelosti sa maloparcelkovým kombajnom odobrali vzorky semien na stanovenie úrod.

Pre hodnotenie dosiahnutých výsledkov boli použité matematicko-štatistické metódy zo softvérového balíka STATGRAPHICS (multifaktorová analýza variancie – ANOVA), ktorými sa zistili základné charakteristiky súboru údajov a otestovali sa hypotézy Fischerovým testom LSD na hladine významnosti 95%.

## Výsledky a diskusia

Priebeh meteorologických faktorov v sledovaných rokoch je uvedený v tabuľkách 1 a 2. Hodnoty priemernej teploty vzduchu a sumy zrážok sú porovnávané s dlhodobým normálom (DN) týchto parametrov z rokov 1961–1990 (Mikulová *et al.* 2008).

**Tabuľka 1** Priemerné teploty vzduchu v Milhostove [°C].

Mesiac	DN	2013			2014			2015		
		° C	odch.	hodn.	° C	odch.	hodn.	° C	odch.	hodn.
$\bar{x}$ I.-XII.	8,9	10,3	+1,4	VT	11,1	+2,2	MT	11,0	+2,1	MT
$\bar{x}$ IV.-IX.	16,0	17,4	+1,4	T	17,2	+1,2	T	18,0	+2,0	VT

Kde: S – studený, N – normálny, T – teplý, VT – veľmi teplý, MT – mimoriadne teplý

Pre Milhostov je dlhodobý normál ročnej (I. – XII.) priemernej teploty vzduchu 8,9 °C a pre vegetačné obdobie 16,0 °C. Trend ročného zvyšovania teploty vzduchu sa potvrdil aj v rokoch 2013–2015 (Tab. 1). Rok 2013 s odchýlkou +1,4 °C od dlhodobého teplotného normálu bol veľmi teplý a jeho vegetačné obdobie (odchýlka +1,4 °C) bolo teplé. Priemerná ročná teplota vzduchu v roku 2014 bola 11,1 °C (odchýlka +2,2 °C) a celý rok bol mimoriadne teplý. Počas vegetačného obdobia 2014 bola priemerná teplota vzduchu 17,2 °C (odchýlka od DN +1,2 °C) a vegetačné obdobie bolo teplé. Priemerná ročná teplota vzduchu v roku 2015 bola

11, °C (odchýlka +2,1 °C) a celý rok bol mimoriadne teplý. V roku 2015 bola priemerná teplota vzduchu počas vegetačného obdobia 18,0 °C, čo bolo viac o 2,0 °C oproti dlhodobému normálu, a tak vegetačné obdobie 2015 je charakterizované ako veľmi teplé.

Pre Milhostov 30-ročný zrážkový normál predstavuje 550 mm a pre vegetačné obdobie 348 mm. Pre porovnanie bol každý zo sledovaných rokov odlišný. V tabuľke 2 sú uvedené zrážkové úhrny rokov 2013–2015.

**Tabuľka 2** Úhrny zrážok v Milhostove [mm]

Mesiac	DN	2013			2014			2015		
		mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.	mm	% DN	hodn.
Σ I. – XII.	550	530	96,4	N	613	111,5	V	447	81,3	S
Σ IV. – IX.	348	298	85,6	N	425	122,1	V	227	65,2	S

Kde: MS – mimoriadne suchý, VS – veľmi suchý, S – suchý, N – normálny, V – vlhký, VV – veľmi vlhký, MV – mimoriadne vlhký

Rok 2013 bol zrážkovo normálny (96,4%) a tak isto aj vegetačné obdobie bolo zrážkovo normálne. Celkovo rok 2014 s úhrnom zrážok 613 mm, t.j. 111,5% DN bol vlhký, teda zrážkovo nadnormálny. Vegetačné obdobie roku 2014 so 425 mm zrážok, čo bolo 122,1% DN, bolo tiež vlhké. Rok 2015 s celkovým úhrnom zrážok 447 mm, čo bolo 81,3% DN, je charakterizovaný ako suchý. Podobne ako suché bolo charakterizované aj vegetačné obdobie roku 2015, kedy zrážkový úhrn za apríl až september bol 227 mm, čo bolo len 65,2% DN.

V tabuľkách 3 až 5 sú uvedené úrody plodín v priemere opakovaní. Produkčné parametre zrnového ciroku v roku 2013 sú v tabuľke 3. Pri konvenčnej agrotechnike sa dosiahli úrody, ktoré prevyšovali hranicu 4 t z hektára. Pri sejbe po redukovanej príprave pôdy sa dosiahli nižšie úrody. Najnižšia úroda sa tu dosiahla pri nehnojenej kontrole 3,33 t.ha<sup>-1</sup>. Aplikáciou pôdneho kondicionéra PRP SOL a kombináciou PRP SOL + EBV sa úrody oproti kontrole zvyšovali. V roku 2014 úrody na variantoch s aplikáciou PRP a EBV presiahli 5 t.ha<sup>-1</sup>. Najvyššia úroda 5,62 t.ha<sup>-1</sup> sa dosiahla na konvenčnom variante s aplikáciou PRP a EBV. Rok 2015 bol mimoriadne teplý a suchý. Preto sa v danom roku dosahovali najnižšie úrody do 2,45 t.ha<sup>-1</sup>.

V pokusoch na Východoslovenskej nížine sa v roku 2011 pri konvenčnej agrotechnike s orbou dosiahla priemerná úroda 11,34 t.ha<sup>-1</sup> (Kováč, Jakubová 2014), čo dokazuje, že v teplotne a zrážkovo priaznivom roku sa aj na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny môžu dosahovať vysoké úrody.

**Tabuľka 3** Produkcia zrna pri ciroku zrnovom v t.ha<sup>-1</sup>

Rok	Konvenčné obrábanie pôdy			Redukované obrábanie pôdy		
	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV
2013	4,29	4,34	4,41	3,33	3,77	3,82
2014	4,59	4,84	5,62	4,65	4,88	5,01
2015	2,30	2,45	2,39	2,06	2,33	2,31

Úrody pohánky siatej v pokusoch sú uvedené v tabuľke 4. V roku 2013 sa úrody aplikáciou pôdneho kondicionéra PRP SOL, ako aj jeho kombinácie s EBV zvyšovali pri oboch spôsoboch prípravy pôdy. Úrody v roku 2014 nedosahovali ani úroveň 1,50 t.ha<sup>-1</sup>. Aplikáciou pomocných látok sa úrody zvyšovali. V roku 2015 bolo extrémne sucho. Úrody pohánky boli najnižšie na kontrolnom variante konvenčnej agrotechniky. Dosiahli hodnotu len 0,88 t.ha<sup>-1</sup>. Aplikáciou pôdnych kondicionérov a pomocných látok sa úrody mierne zvyšovali. V pokusoch pohánka nepreukazovala svoj produkčný potenciál, ktorý je v rozmedzí 2,6–2,9 t.ha<sup>-1</sup> (Lazányi 2010).

**Tabuľka 4** Produkcia semena pri pohánke siatej v t.ha<sup>-1</sup>

Rok	Konvenčné obrábanie pôdy			Redukované obrábanie pôdy		
	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV
2013	1,27	1,74	1,76	1,31	1,75	1,86
2014	1,17	1,24	1,36	1,34	1,46	1,44
2015	0,88	1,07	1,16	1,02	1,24	1,18

Pestovanie prosa siateho je agrotechnicky nenáročné a zvýšenú pozornosť si vyžaduje len príprava pôdy (Agdag *et al.* 2006; Káš, Janovská, 2011).

V roku 2013 sa najnižšia úroda dosiahla na kontrole pri jeho konvenčnom pestovaní vo výške 1,93 t.ha<sup>-1</sup>. Aplikácia PRP SOL ako aj jej kombinácia s EBV zvyšovala úrody prosa siateho pri konvenčnom ako aj pri redukovanom obrábaní pôdy. Pri konvenčnom pestovaní prosa siateho sa najvyššie úrody dosahovali v roku 2014, kedy presahovali úroveň troch ton z hektára. Aj tu sa prejavila tendencia zvyšovania úrod od kontrolného variantu, cez PRP SOL a jej kombináciu s EBV. V roku 2015 sa úroda prevyšujúca 2 tony z hektára dosiahla len pri konvenčnom pestovaní na variante s aplikáciou kombinácie prípravkov PRP SOL a EBV.

**Tabuľka 5** Produkcia semena pri prose siatom v t.ha<sup>-1</sup>

Rok	Konvenčné obrábanie pôdy			Redukované obrábanie pôdy		
	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV
2013	1,93	2,10	2,42	2,18	2,48	2,52
2014	3,10	3,20	3,32	2,20	2,19	2,49
2015	1,65	1,93	2,22	1,58	1,88	1,95



V pokuse na ťažkých pôdach sa produkčné parametre amarantu pohybovali medzi 1 a 2 tonami na hektár. V roku 2013 úrody amarantu prevyšovali úroveň 1,5 t.ha<sup>-1</sup>. Aplikáciou pomocných látok sa úrody amarantu zvyšovali. V roku 2014 boli úrody amarantu vyrovnanjšie a pohybovali sa v úzkom rozmedzí 1,58 až 1,77 t.ha<sup>-1</sup>. Najnižšie úrody sa dosiahli v roku 2015. Na kontrolných variantoch sa dosiahli úrody len 1,20 t.ha<sup>-1</sup> pri konvenčnom variante a na redukovanom len 1,15 t.ha<sup>-1</sup>. Úrody, ktoré sa v pokuse dosiahli boli v rozmedzí úrod, ktoré uvádza Jamriška (2001) v podmienkach nížinnej oblasti západného Slovenska. Vo svojich pokusoch dosiahol úrody, ktoré sa pohybovali od 0,79 do 5,9 t.ha<sup>-1</sup>.

**Tabuľka 6** Produkcia semena pri amarante v t.ha<sup>-1</sup>

Rok	Konvenčné obrábanie pôdy			Redukované obrábanie pôdy		
	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV	Kontrola	PRP SOL	PRP+EBV
2013	1,61	1,88	1,96	1,65	1,79	1,82
2014	1,63	1,77	1,75	1,58	1,61	1,65
2015	1,20	1,58	1,41	1,15	1,48	1,35

V tabuľke 7 sú porovnané produkčné parametre všetkých sledovaných teplomilných plodín. V priebehu sledovaných rokov 2013–2015 boli v úrodách medzi plodinami preukazné rozdiely. Najvyššie boli pri ciroku zrnovom 3,74 t.ha<sup>-1</sup>, pred prosom siatym s priemernou úrodou 2,30 t.ha<sup>-1</sup>, amarantom s úrodou 1,60 t.ha<sup>-1</sup> a pohánkou siatou 1,35 t.ha<sup>-1</sup>. V priemere plodín sa preukazne vyššie úrody dosahovali pri ich konvenčnom pestovaní. Signifikantne nižšie úrody sa dosahovali pri kontrole v porovnaní s hnojenými variantami, medzi ktorými však neboli preukazné rozdiely. V pokuse s teplomilnými plodinami sa preukazne najvyššie úrody dosiahli v roku 2014, pred rokom 2013 a extrémne suchým a teplým rokom 2015.

**Tabuľka 7** Viacfaktorová analýza rozptylu a viacnásobné porovnanie úrod teplomilných rastlín LSD-testom

Zdroj variability	Stupne voľnosti	F-test	Preukaznosť	Úrody [t ha <sup>-1</sup> ]	Skupina homogenity					
Plodiny	3	402,20	++	1,35	Pohanka	x				
				1,60	Amarant		x			
				2,30	Proso			x		
				3,74	Cirok					x
Obrábanie pôdy	1	7,11	++	2,31	KA		x			
				2,18	RA	x				
Hnojenie	2	11,94	++	2,07	K	x				
				2,29	PRP SOL		x			
				2,38	PRP+EBV		x			

Zdroj variability	Stupne voľnosti	F-test	Preukaznosť	Úrody [t ha <sup>-1</sup> ]	Skupina homogenity				
Roky	2	128,54	++	2,41	2013		x		
				2,67	2014			x	
				1,66	2015	x			
Reziduá	276								
Celkom	287								
Hladina významnosti 95,0 % LSD									

## Záver

V podmienkach suchej arídnej oblasti boli v pokusoch overované štyri suchovzdorné a teplomilné plodiny a to cirok zrnový, pohánka siata, proso siate a amarant (láskavec). Pri porovnaní produkčných parametrov všetkých sledovaných teplomilných plodín boli v úrodách medzi plodinami preukazné rozdiely. Najvyššie boli pri ciroku zrnovom 3,74 t.ha<sup>-1</sup>, pred prosom siatym s priemernou úrodou 2,30 t.ha<sup>-1</sup>, amarantom s úrodou 1,60 t.ha<sup>-1</sup> a pohánkou siatou 1,35 t.ha<sup>-1</sup>. V priemere plodín sa preukazne vyššie úrody dosahovali pri ich konvenčnom pestovaní. Signifikantne nižšie úrody sa dosahovali pri kontrole v porovnaní s hnojenými variantami, medzi ktorými však neboli preukazné rozdiely. Úrody dosahované v pokusoch nedosahovali výšku úrod bežne pestovaných obilnín. Tieto minoritné plodiny patria k alternatívnym plodinám, ktoré poskytujú iné benefity pre ich pestovateľov (diverzifikácia plodín), ale aj spotrebiteľov. K najdôležitejším patria ich kvalitatívne parametre, ktoré ich zaraďujú k potravinám prospešným pre zdravie ľudí, pre zdravý životný štýl a pomáhajúcim pri zdravotných problémoch napr. ľudí trpiacich celiakiou ap.

## Literatúra

- ACQUAAH, G. (2005): *Principles of Crop Production: theory, techniques, and technology* (Second Edition, Pearson Prentice Hall, 2005. ISBN 0-13-114556-8
- AGDAG M. *et al.* (2006): Row spacing affects grain yield and other agronomic characters of proso millet. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 32(13 & 14):2021– 2032.
- JAKUBOVÁ J. *et al.* (2017): Ekonomika pestovania láskavca (*Amaranthus sp.* L.) na semeno. In: *Pestovateľské technológie a ich význam pre prax – Zborník zo 8. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou* (Recenzovaný zborník referátov). Piešťany: NPPC – Výskumný ústav rastlinnej výroby Piešťany, 2017, s. 152–156. ISBN 978-80-89417-75-9
- JAMRIŠKA, P. (2001): Možnosti pestovania láskavca na Slovensku. In: *Pestovanie a využitie tritikale, láskavca a pohánky*. Zborník vedeckých prác z konferencie. Nitra. SPU 2001. s. 41–43. ISBN 80-88943-07-8.
- KÁŠ, M. – JANOVSÁ, D. (2011): Vliv ročníku a způsobu pěstování na vybrané charakteristiky prosa setého a pohánky tatarské. *Úroda*, roč. 59, 2011, č. 10, s. 226–230.

- 
- KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J. (2014).: *Ekonomika pestovania poľných plodín na ťažkých pôdach Východoslovenskej nížiny*. – 1. vydanie – Lužianky: NPPC, 2014. – 116 s. – ISBN 978–80-89417–54-4.
- KOVÁČ L. – JAKUBOVÁ J. (2015): Adaptability of grain sorghum 's varieties (*Sorghum bicolor* L. Moench) in the conditions of the Eastern lowlands. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo): The Annex to the Journal Agriculture – Book of Abstracts*. – ISSN 0551-3677. – Roč. 61, č. 3 (2015), s.22
- KOVÁČ, L. – JAKUBOVÁ, J. (2017).: *Teplomilné plodiny na ťažkých pôdach a ekonomika ich pestovania*. – 1. vydanie – Lužianky: NPPC, 2017. – 72 s. – ISBN 978–80-971644–7-8
- KOVÁČ, L. *et al.* (2017): The profitability of millet cultivation on heavy soils. In: *Columella – Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, vol. 4, 2017, No. 2, p. 63–68. DOI: 10.18380/SZIE.COLUM.2017. 4. 2.63
- LAZÁNYI, J. (2010): Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében nemesített alternatív növények helyzete és jelentősége. In: *Az alternatív növények szerepe az Észak-alföldi Régióban* (Szerk.: Gondola, I.), DE AGTC KIT Kutatóintézet, Nyíregyháza, pp. 27–75. ISBN 978-963-473-386-7

## Podakovanie

Práca bola podporovaná Agentúrou pre vedu a výskum na základe zmluvy č. APVV-15–0489: Analýza sucha viackriteriálnymi metódami štatistiky a data miningu z pohľadu návrhu adaptačných opatrení v krajine.

---

# VÝVOJ VYBRANÝCH INDIKÁTOROV PÔDY PO KONVERZI NA PESTOVANIE ENERGETICKÝCH PLODÍN

## DEVELOPMENT OF SELECTED SOIL INDICATORS AFTER CONVERSION TO ENERGY CROPS PRODUCTION

Martin Danilovič, Božena Šoltysová

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav agroekológie,  
Špitálska 1273, 071 01 Michalovce*

---

### Abstrakt

Zmeny vybraných chemických parametrov boli sledované na fluvizemi glejovej. Poľný pokus bol založený ako dvojfaktorový so štyrmi energetickými plodinami (trsteník obyčajný, ozdobnica obrovská, pýr predĺžený, sida obojpoľavná) a dvoma variantmi hnojenia (hnojenie dusíkom v dávke 60 kg·ha<sup>-1</sup>, bez hnojenia dusíkom). Pôdne vzorky boli odoberané na začiatku pokusu z hĺbky 0–0,3 m na jeseň 2012 a na konci referenčného obdobia na jeseň 2015. Obsah pôdneho organického uhlíka bol rozdielne ovplyvnený pestovanými energetickými plodinami. Zistilo sa, že pestovanie trsteníka zvýšilo obsah pôdneho organického uhlíka a po ozdobnici, pýre a side sa jeho obsah znížil. Rovnaký vplyv plodín bol sledovaný na zmeny hodnôt pôdnej reakcie a obsahy prístupného fosforu a draslíka. Zistilo sa, že obsah prístupného fosforu sa znížil a obsah prístupného draslíka sa zvýšil. Testované energetické plodiny neovplyvnili zmeny pôdnej reakcie.

### Abstract

The changes of selected chemical parameters were observed in Gleyic Fluvisols. The field experiment was established as a two-factor experiment with four energy crops (*Arundo donax* L., *Miscanthus x giganteus*, *Elymus elongatus* Gaertner, *Sida hermafrodita*) and two variants of fertilization (nitrogen fertilization in rate 60 kg ha<sup>-1</sup>, without nitrogen fertilization). Soil samples were taken from depth of 0–0.3 m at the beginning of the experiment in the autumn 2012 and at the end of reference period in the autumn 2015. The content of soil organic carbon was affected by cultivated energy crops differently. It was found out that cultivation of *Arundo* increased the organic carbon content and after the cultivation of *Miscanthus*, *Elymus* and *Sida* the content decreased. The same effect of crops was observed on changes of soil reaction and contents of available phosphorus and potassium. It was recorded that the available phosphorus

---

content decreased and available potassium content increased. The tested energy crops did not affect the changes on changes of soil reaction.

**Kľúčové slová:** energetické plodiny, fluvizem glejová, pôdne vlastnosti, ročníkové zmeny  
**Keywords:** energy, crops, Gleyic Fluvisols, soil properties, years changes

## Úvod

Environmentálne ukazovatele sú dôležitým prostriedkom v procese posudzovania stavu a rozvoja životného prostredia a súvisia s jeho udržateľným rozvojom. Medzi strategické ciele udržateľného rozvoja vo vzťahu k životnému prostrediu patrí aj zmiernenie vplyvu globálnej zmeny klímy. So zmenami klímy súvisí úbytok pôdnej organickej hmoty a celková degradácia pôdy. Na Slovensku je degradáciou ohrozených až 70 % výmery pôdy (Kobza, 2014). Degradácia pôdy má postupný a kumulatívny charakter. Hrozbou pre pôdu je aj pokles prístupných živín súvisiaci s ich negatívnymi bilanciami, a tiež zhoršenie ďalších chemických a fyzikálnych parametrov pôdy.

Existuje niekoľko spôsobov ako dosiahnuť zvyšovanie zásob uhlíka v pôde, pričom dva z nich sú pestovanie energetických rastlín a používanie bezorbovej agrotechniky (Lal, 2004). Energetické plodiny boli spočiatku propagované ako možný spôsob zmiernenia emisií oxidu uhličitého, bez ich kladného alebo záporného vplyvu na pôdne vlastnosti. Z literatúry je však známe, že konverzia neobrábanej pôdy s prirodzenou vegetáciou na biopalivovú agrokultúru spôsobuje preukazné straty organického uhlíka z pôdy (Anderson-Teixeira et al., 2009). Z hľadiska bilancie uhlíka sa ako lepší spôsob javí konverzia poľnohospodárskej pôdy na porasty energetických plodín. Straty uhlíka z pôdy pri konverzii poľnohospodárskej pôdy rovnako ako pri konverzii prirodzených porastov sú závislé od druhu energetickej plodiny (Hillier et al., 2009). Rôzne využitie pôdy ovplyvňuje nielen zmeny parametrov pôdy, ale následne aj kvalitu produkcie (Kron et al., 2017). Samotné pestovanie energetických rastlín (nedrevnatých) legislatíva SR neupravuje, legislatíva sa vzťahuje len na pestovanie energetických drevín.

Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotiť zmeny vybraných chemických parametrov pôdy pri energetických plodinách (nedrevnatých) pestovaných na fluvizemi glejovej.

## Materiál a metódy

Poľný pokus bol založený v roku 2012 na experimentálnom pracovisku NPPC – Výskumného ústavu agroekológie Michalovce, ktoré sa nachádza v Milhostove (48°40'N, 21°43'E). Pracovisko je situované v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny, v nadmorskej výške 101 m. Pokus bol založený na hlinitej, stredne ťažkej fluvizemi glejovej s priemerným obsahom ílovitých častíc (častice < 0,01 mm) 41 %.

Poľný pokus bol dvojfaktorový so štyrmi energetickými plodinami: trsteník obyčajný (*Arundo donax* L.), ozdobnica obrovská (*Miscanthus × giganteus*), pýr predĺžený (*Elymus elon-*

*gatus Gaertner*) a sida obojpohlavná (*Sida hermafrodita*) pestovanými na dvoch variantoch výživy dusíkom: HV – variant hnojený dusíkom v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup>, NV – variant nehnojený dusíkom. Každá energetická plodina bola každoročne hnojená fosforom v dávke 40 kg.ha<sup>-1</sup> a draslíkom v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup>. Veľkosť jedného variantu pri trsteníku, ozdobnici a side bola 12 m<sup>2</sup> a pri pýre 9 m<sup>2</sup>, pričom každý variant bol 3 krát opakovaný.

Pôdne vzorky boli odoberané z hĺbky 0–0,3 m na jeseň roku 2012 (pred založením pokusov) a na jeseň roku 2015. V spracovaných vzorkách pôdy boli stanovené vybrané chemické parametre štandardne používanými metódami (Hraško *et al.*, 1962; Hrivňáková, Makovníková *et al.*, 2011).

Získané výsledky boli spracované viacfaktorovou analýzou variancie (ANOVA). Mnohonásobným testom porovnávania výsledkov (Fisherov LSD test) sa zistila preukaznosť rozdielov medzi úrovňami sledovaných faktorov. Testovanie sa vykonávalo programom Statgraphics V.

## Výsledky a diskusia

Zmeny vybraných parametrov pôdy medzi východiskovým stavom (2012) a tretím rokom po konverzii agro-kultúry na palivovú kultúru (rok 2015) pri rozdielnom hnojení dusíkom sú uvedené v tabuľke 1.

Pokles organickej hmoty v pôde je považovaný za najvýznamnejší faktor v procese degradácie pôd. Predpokladalo sa, že zmena vo využívaní pôdy, teda prechod na pestovanie viacročných energetických plodín umožní udržanie až ukladanie uhlíka v pôde. Pri trsteníku bol počas výskumného obdobia zistený nárast pôdneho organického uhlíka priemerne o 0,03 g.kg<sup>-1</sup>, čo v prepočte na obsah v ornici do 0,3 m predstavuje nárast o nepreukazných 0,135 t.ha<sup>-1</sup> C. Naopak pri ozdobnici obsah pôdneho organického uhlíka poklesol priemerne o 0,05 g.kg<sup>-1</sup>, čo v prepočte na obsah v ornici predstavuje za tri roky pokles len o 0,225 t.ha<sup>-1</sup> uhlíka. Výraznejší pokles pôdneho organického uhlíka sa v hodnotenom období zistil pri pýre (-0,28 g.kg<sup>-1</sup>) a side (-0,25 g.kg<sup>-1</sup>), čo predstavuje stratu uhlíka na úrovni 1,260 t.ha<sup>-1</sup> pri pýre, resp. 1,125 t.ha<sup>-1</sup> pri side. Výraznejší pokles pôdneho organického uhlíka pri pýre a side súvisí pravdepodobne s nižšími dosahovanými úrodami a teda nižším inputom organického uhlíka z koreňových a pozberových zvyškov plodín. Za tri úžitkové roky bola úroda sušiny pri pýre priemerne 14,88 t.ha<sup>-1</sup>, pri side 19,37 t.ha<sup>-1</sup>, zatiaľ čo pri trsteníku 21,09 t.ha<sup>-1</sup> a ozdobnici 27,43 t.ha<sup>-1</sup>. V prvých dvoch až troch rokoch po založení trvalých energetických plodín sa dosahujú nižšie úrody sušiny biomasy a preto v pôde ostávajú nižšie množstvá koreňových a pozberových zvyškov. Existuje predpoklad, že v ďalších rokoch, pri dosiahnutí vyšších úrod plodín, bude vyšší input organického uhlíka z koreňových a pozberových zvyškov a bilancia organického uhlíka bude minimálne vyrovnaná, prípadne mierne pozitívna.

**Tabuľka 1** Zmeny vybraných priemerných parametrov pôdy medzi východiskovým (2012) a konečným rokom (2015) pri pestovaní energetických plodín

Sledovaný parameter	Trsteník		Ozdobnica		Pýr		Sida	
	HV	NV	HV	NV	HV	NV	HV	NV
$C_{ox}$ [g.kg <sup>-1</sup> ]	0,11	-0,05	-0,11	0,02	-0,33	-0,22	-0,23	-0,27
$C_{HL}$ [g.kg <sup>-1</sup> ]	0,12	0,04	0,05	0,20	0,12	0,03	-0,07	-0,04
$C_{HK}$ [g.kg <sup>-1</sup> ]	0,16	0,12	0,17	0,18	0,13	0,12	0,07	0,06
$C_{FK}$ [g.kg <sup>-1</sup> ]	-0,04	-0,09	-0,13	0,01	-0,01	-0,09	-0,13	-0,10
pH/KCl	-0,13	-0,11	-0,07	-0,03	-0,02	-0,04	-0,04	-0,04
P [mg.kg <sup>-1</sup> ]	-0,2	-5,4	-5,9	-2,0	-6,1	-6,8	-9,1	-9,8
K [mg.kg <sup>-1</sup> ]	18,9	20,3	16,0	16,9	20,6	22,5	14,3	15,5

kde:  $C_{ox}$  – pôdny organický uhlík;  $C_{HL}$  – uhlík humusových látok;  $C_{HK}$  – uhlík humínových kyselín;  $C_{FK}$  – uhlík fulvokyselín; pH/KCl – výmenná pôdna reakcia; P – prístupný fosfor; K – prístupný draslík; HV – variant hnojený 60 kg.ha<sup>-1</sup> N; NV – nehnojený variant

Zmeny obsahu pôdneho organického uhlíka súvisia aj so zmenami poveternostných podmienok. Teplota vzduchu prostredníctvom vplyvu na mikrobiálnu aktivitu nepriamo ovplyvňuje obsah pôdneho organického uhlíka. Vyššia teplota vzduchu urýchli rozklad pôdnej organickej hmoty a následne dochádza k jej poklesu. Alvarez a Lavado (1998) uvádzajú, že obsah uhlíka v pôde sa znižuje so zvyšovaním teploty a zvyšuje sa so zvyšovaním zrážok. Hodnotené obdobie bolo teplotne nadnormálne (v porovnaní s dlhodobým normálom zvýšenie teploty vzduchu o 1,4 °C v roku 2013, o 2,2 °C v roku 2014 a o 2,1 °C v roku 2015) a závislosť medzi teplotou vzduchu počas vegetácie a obsahom organického uhlíka bola negatívna ( $r = -0.31$ ;  $n = 16$ ), čo pravdepodobne bolo jednou z príčin zisteného poklesu organického uhlíka v pôde. Zápornú závislosť medzi teplotou vzduchu a obsahom organického uhlíka v pôde zistili aj Marriott a Wander (2006).

Straty organickej hmoty z pôdy však nemusia byť trvalé. Existujú nápravné opatrenia na obnovu organického podielu v pôde, čo môže prispieť k zníženiu, či pozastaveniu nadmerného úniku uhlíka do ovzdušia.

Zistené zmeny pôdneho organického uhlíka po realizovanom hnojení energetických plodín dusíkom boli podobné ako na nehnojenom variante. Z údajov v tabuľke 1 vyplýva, že v roku 2015 bol na hnojenom variante zaznamenaný pokles pôdneho organického uhlíka priemerne o 0,14 g.kg<sup>-1</sup> a na nehnojenej kontrole o 0,13 g.kg<sup>-1</sup> v porovnaní s východiskovým stavom.

Humusové látky typu humínových kyselín a fulvokyselín v roku 2012 tvorili priemerne 29,9 % a na konci výskumného obdobia 30,6 % pôdneho organického uhlíka. Celkový obsah humusových látok bol štatisticky preukazne závislý od plodiny (Tab. 2). Po pestovaní ozdobnice (+0,13 g.kg<sup>-1</sup>), trsteníka a pýru (+0,08 g.kg<sup>-1</sup>) sa v roku 2015 zvýšil obsah uhlíka humusových látok. Naopak po pestovaní sidy obsah uhlíka humusových látok poklesol priemerne o 0,06 g.kg<sup>-1</sup>. Nárast humusových látok súvisel s preukazným nárastom stabilnejších humíno-

vých kyselín. Najvyšší nárast uhlíka humínových kyselín bol zistený pri ozdobnici v porovnaní s trsteníkom a pýrom a súčasne pri uvedených plodinách došlo k porovnateľnému poklesu menej stabilných fulvokyselín. Pokles humusových látok v pôde pri side súvisel s najnižším nárastom humínových kyselín a najvyšším poklesom fulvokyselín.

Tabuľka 2 Štatistické vyhodnotenie vybraných parametrov pôdy

Zdroj Variability	Faktor	Sledovaný parameter					
		C <sub>ox</sub>	C <sub>HL</sub>	C <sub>HK</sub>	C <sub>FK</sub>	P	K
Plodina	Trsteník	14,22 a	4,12 a	2,06 a	2,06 a	102,7 d	220,4 a
	Ozdobnica	14,64 b	4,64 c	2,14 ab	2,50 c	95,9 c	239,4 b
	Pýr	14,61 b	4,46 b	2,17 ab	2,28 b	85,6 a	239,6 b
	Sida	14,75 b	4,39 b	2,20 b	2,19 ab	89,9 b	246,8 c
Hnojenie	HV	14,57 a	4,43 a	2,16 a	2,28 a	93,8 a	236,1 a
	NV	14,55 a	4,37 a	2,13 a	2,24 a	93,3 a	237,0 a
Rok	2012	14,62 a	4,37 a	2,08 a	2,29 a	96,4 a	227,5 a
	2015	14,49 a	4,43 a	2,21 b	2,22 a	90,7 b	245,6 b

kde: C<sub>ox</sub> – pôdny organický uhlík; C<sub>HL</sub> – uhlík humusových látok; C<sub>HK</sub> – uhlík humínových kyselín; C<sub>FK</sub> – uhlík fulvokyselín; P – prístupný fosfor; K – prístupný draslík; HV – variant hnojený 60 kg.ha<sup>-1</sup> N; NV – nehnojený variant, písmená (a, b, c, d) medzi faktormi vyjadrujú skupiny homogenity a poukazujú na štatisticky preukazné rozdiely (a = 0,05) – LSD test

Korelácie medzi obsahom organického uhlíka a humusových látok zistili Horáček *et al.* (2005). Pri pestovaní energetických plodín bola potvrdená mierne kladná závislosť medzi obsahom uhlíka a humusových látok ( $r = 0,48$ ;  $n = 48$ ).

Medzi parametre pôdy ovplyvňujúce jej úrodnosť patrí pôdna reakcia a obsahy živín. Testované energetické plodiny neovplyvňujú zmeny pôdnej reakcie. Zistené diferencie hodnôt výmennej pôdnej reakcie medzi východiskovým a konečným rokom (Tab. 1) sú nižšie ako presnosť stanovenia.

Obsahy prístupného fosforu a draslíka v pôde sú závislé od ich odberu pestovanými plodinami. Obsah prístupného fosforu pri pestovaných energetických plodinách priemerne poklesol o 5,7 mg.kg<sup>-1</sup> a naopak pri prístupnom draslíku bol medzi rokmi 2012 a 2015 zistený preukazný nárast o 18,1 mg.kg<sup>-1</sup>. Zmeny prístupných živín pri rozdielnom hnojení energetických plodín boli porovnateľné (Tab. 1).

## Záver

Zmena vo využívaní pôdy, teda prechod na pestovanie viacročných energetických plodín sa počas výskumného obdobia rozdielnou mierou prejavila na zmenách obsahov pôdneho organického uhlíka. Pri pestovaní trsteníka bol v ornici zistený nárast (+0,135 t.ha<sup>-1</sup>) a pri ozdobnici (-0,225 t.ha<sup>-1</sup>), pýre (-1,260 t.ha<sup>-1</sup>) a side (-1,125 t.ha<sup>-1</sup>) pokles pôdneho organického uhlíka.



---

Po pestovaní trsteníka, ozdobnice a pýru bolo zaznamenané zvýšenie a po pestovaní sidy pokles obsahov uhlíka humusových látok v pôde. Nárast humusových látok súvisel s preukazným nárastom stabilnejších humínových kyselín. Obsah menej stabilných fulvokyselín porovnateľne poklesol.

Testované energetické plodiny (trsteník, ozdobnica, pýr, sida) neovplyvňujú zmeny pôdnej reakcie.

Pri monitorovaných energetických plodinách bol medzi východiskovým a konečným rokom pokusu zaznamenaný preukazný pokles prístupného fosforu a zvýšenie obsahov prístupného draslíka.

## Literatúra

- ALVAREZ, R. – LAVADO, R.S. 1998. Climate, organic matter and clay content relationships in the Pampa and Chaco soils, Argentina. In: *Geoderma*, vol. 83, 1998, pp. 127–141.
- ANDERSON-TEIXEIRA, K.K. – DAVIS, S.C. – MASTERS, M.D. – DELUCIA, E.H. 2009. Changes in soil organic carbon under biofuel crops. In: *GCB Bioenergy*, vol. 1, 2009, no. 1, pp. 75–96.
- HILLIER, J. – WHITTAKER, C. – DAILEY, G. *et al.* 2009. Greenhouse gas emission from four bioenergy crops in England and Wales: Integrating spatial estimates of yield and soil carbon balance in life cycle analyses. In: *GCB Bioenergy*, vol. 1, 2009, no. 4, pp. 267–281.
- HORÁČEK, J. – LEDVINA, R. – ČECHOVÁ, V. – ŠABATKOVÁ, O. – KOPEČNÁ, J. – HŘEBEČKOVÁ, J. 2005. Změny organické hmoty při půdoochranném zpracování kambizemě. In: *Štvrté pedologické dni na Slovensku: zborník referátov z vedeckej konferencie*. Bratislava: VÚPOP, 2005, s. 155–160. ISBN 80-89128-18-1.
- HRAŠKO, J. *et al.* 1962. *Rozbory pôd*. 1. vyd. Bratislava: SVPL, 1962. 342 s.
- HRIVŇÁKOVÁ, K. – MAKOVNÍKOVÁ, J. *et al.* 2011. *Jednotné pracovné postupy rozborov pôd*. 1. vyd. Bratislava: VÚPOP, 2011. 136 s. ISBN 978-80-89128-89-1
- KOBZA, J. 2014. Aktuálny stav a vývoj vlastností pôd Slovenska vo vzťahu k ich ochrane a ďalšiemu využívaniu. In: *Vedecké práce Výskumného ústavu pôdoznanectva a ochrany pôdy*, 2014, č. 36, s. 111–118. ISBN 978–80-8163–007-1
- KRON, I. – PORVAZ, P. – KRÁLOVÁ-HRICINDOVÁ, A. – TÓTH, Š. – SARVAŠ, J. – POLÁK, M. 2017. Green harvests of three perennial energy crops and their chemical composition. In: *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, vol. 3, 2017, no. 2, pp. 2870–2883.
- LAL, R. 2004. Soil carbon sequestration impact on global climate change and food security. In: *Science*, vol. 304, 2004, no. 5677, pp. 1623–1627.
- MARRIOTT, E.E. – WANDER, M.M. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. In: *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 70, 2006, no. 3, pp. 950–959.

---

# ZLEPŠENIE TRÁVNÝCH PORASTOV MINIMALIZAČNÝMI TECHNOLOGIAMI

## IMPROVING GRASSLAND BY MINIMIZING TECHNOLOGIES

Zuzana Kováčiková, Vladimíra Vargová

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov  
a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, Mládežnícka 36, Banská Bystrica*

---

### Abstrakt

Cieľom štúdie bolo prísевom viackomponentných ďatelinovino-trávnych miešaniek a vertikutáciou zlepšiť trávny porast, za účelom zvýšenia jeho kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov. Na stanovišti Suchý Vrch, v nadmorskej výške 460 m, bol založený poľný experiment. Pokus pozostával zo 7 variantov: pôvodný porast, varianty ošetrované sejačkami VREDO a PNEUMATICBOX. Trávny porast bol využívaný trikrát kosbou. Pôdny typ je kambizem, pôdny druh hlinitá až hlinito piesočnatá pôda s pH (s hodnotou pH v roku 2016) na úrovni 4,78. Prísев aj vertikutácia mali vplyv na zvýšenie produkcie sušiny, koncentráciu dusíkatých látok. Vplyv pratotechnických zásahov sa prejavil aj na zvýšení hodnôt pH a koncentrácie ostatných prvkov v pôde.

### Abstract

The aim of the study was to improve the grassland by seeding multi-component clover grass mixes and by scarifying, in order to increase its quantitative and qualitative parameters. The research was carried out at the Suchý Vrch site (near Banská Bystrica), altitude 460 m. The experiment consisted of 7 treatments: the original grass, the treatments treated with VREDO and PNEUMATICBOX sowers. Grass swards were cut three times. The soil at the research side is Cambisol with an initial pH 4.78. Seeding and scarifying had an impact on the increase of dry matter production, concentration of crude protein. The influence of the pratotechnical interventions was also reflected in the increase of pH values and the concentration of other elements in the soil.

**Kľúčové slová:** botanické zloženie, obsah živín, výživná hodnota fytomasy, vertikutácia, prísев

**Keywords:** botanical composition, nutrient content, nutritional value of phytomass, scarifying, seeding

---

## Úvod

Dôvodom uplatnenia minimalizačných technológií je dlhoročné nevyužívanie trávnych porastov, alebo len niekoľkoročné mulčovanie. Nahromadená fytomasa zhoršuje druhové zloženie, preto je potrebné tieto porasty vertikutovať a následne zlepšovať prísevmi. Význam prísevov neustále narastá, pretože súvisí so zvyšovaním druhovej diverzity a s trvalo udržateľným hospodárením. Technológiu prísevov je vhodné použiť na stanovištiach, kde je obnova trávnych porastov problematická z ekologických aj pratotechnických dôvodov. Ide hlavne o svahovité pozemky a pozemky s plytkou orníchnou vrstvou, kde by sme klasickou orbou spôsobili veľkú eróziu a vyorali množstvo kamenia. Touto technológiou viac alebo menej narúšame trávnú mačinu pôvodného porastu. Súčasne prísevom dodáme vhodné druhy tráv a ďatelinovín do pôvodných trávnych porastov. Cieľom je vytvoriť produkčnejší a kvalitnejší porast na danom stanovišti s dlhodobým efektom pri nízkych finančných vstupoch. Uvedené zabezpečíme zvýšeným zastúpením kvalitných trávnych druhov a ďatelinovín s vyšším obsahom energie. Prínosom je aj zníženie erózie a zmyvu pôdy na svahoch, prísevom ďatelinovín zvýšime fixáciu biologického N a znížime náklady na renováciu trávnych porastov. Cieľom vertikutácie je vertikálne prerezať a prečesať splstnatený trávny porast. Zásah sa robí pri nahromadení plsti v hrúbke vyše 10 mm. Presekávajú sa nadzemné výbežky, čím sa rozruší splstnatenie, prípadne zamachovanie, vyčesáva sa odumretá nadzemná fytomasa a súčasne sa jemne nakyprí najvrchnejšia vrstva pôdy (Novák, 2008). Pri vertikutácii sú vytrhávané a dozadu odhadzované hrubé časti splstnatej mačiny. Nesmú byť pritom poškodené vegetačné orgány tráv, avšak nadzemné výbežky listových ružíc burín by mali byť odstraňované. Utlačená mačina silno obmedzuje cirkuláciu vzduchu a jeho prenikanie ku koreňom spolu so živinami, zasakovanie zrážkovej vody, bráni odnožovaniu. Nemenej významná úloha vertikutácie je zvýšenie prívodu svetla k odnožovacej zóne a podpora rastu. Nedostatok kyslíka a anaeróbne prostredie v mačine vedie k zmene chemických vlastností pôdy, najmä k zníženiu pH. Dôsledkom je spomalenie rastu koreňov a intenzity mikrobiálnej činnosti. Vhodným termínom pre zrealizovanie vertikutácie je skorá jar (apríl–máj) alebo neskoré leto (august–september), keď trávy do jesene dokážu ešte zregenerovať, nie však neskoro v jeseni alebo pri zamrzutej pôde. Po vertikutácii je trávny porast opäť schopný prijímať v dostatočnej miere vzduch, vodu a živiny, podporí sa odnožovanie tráv a trávny porast sa zmladí (Holúbek a kol., 2007; Hrabě a kol., 2008).

### Materiál a metódy

Úloha sa riešila v rokoch 2016 až 2018 na stanovišti Suchý Vrch, časť Radvaň. Pôvodne sa plochy stanovišta využívali ako oráčina, po zatrávnení na kosenie a pastvu. Vývoj terajšieho TTP prebiehal na stanovišti 40–50 rokov, v priebehu ktorých sa vyvinulo spoločenstvo s dominanciou *Trisetum flavescens*. Na základe druhového zloženia ich možno zaradiť do zväzu *Arrhenatherion*. Suchý vrch sa nachádza v nadmorskej výške 460 m n. m. Oblasť patrí do regiónu Kremnických a Starohorských vrchov a je zaradená do klimatickej oblasti mierne teplej. Priemerná teplota za vegetáciu je 15,43 °C. Úhrn zrážok za vegetačné obdobie je 466 mm. Pôdny typ je kambizem, pôdny druh hlinitá až hlinito piesočnatá pôda. Presentované výsledky

predstavujú pokus, pri ktorom sa sledovalo uplatnenie bezorbovej sejačky VREDO a pneumatickej sejačky PNEUMATICBOX so svahovou dostupnosťou do 30 ° (Tab. 1). Sledovali sa kvantitatívne a kvalitatívne parametre prisievaných a vertikutovaných trávnych porastov.

**Tabuľka 1** Variantné riešenie

Variant	Popis variantov	
1	Pôvodný porast	
2	sejačka VREDO	Porast vertikutovaný
3		Porast prisievaný – lúčna miešanka
4		Porast prisievaný – pasienková miešanka
5	sejačka PNEUMATICBOX	Porast vertikutovaný
6		Porast prisievaný – lúčna miešanka
7		Porast prisievaný – pasienková miešanka

Pokus bol založený v roku 2016 metódou dlhých pásov v štyroch opakovaníach s veľkosťou pokusnej plochy 380 m<sup>2</sup> (38 x 10 m). Veľkosť jedného bloku bola 5 x 10 m pri sejačke VREDO a pri prstovej sejačke PNEUMATICBOX veľkosť 6 x 10 m. Skoro na jar sa realizovala vertikutácia a prísev s výsevom 20 kg.ha<sup>-1</sup> pri lúčnej miešanke (ďatelina plazivá *Rivendel* 10%, lucerna siata *Zuzana* 10%, reznáčka laločnatá *Niva* 15%, mätonoh trváci *Mustang* 15%, lipnica lúčna *Balin* 10%, kostrava červená *Ferota* 15%, timotejka lúčna *Lema* 15%, ovsík vyvýšený *Median* 10%) a aj pri pasienkovej miešanke (ďatelina plazivá *Rivendel* 10%, reznáčka laločnatá *Niva* 15%, mätonoh trváci *Mustang* 15%, lipnica lúčna *Balin* 20%, kostrava lúčna *Levočská* 10%, kostrava červená *Ferota* 15%, timotejka lúčna *Lema* 15%). Termíny kosieb: 1. kosba – začiatok odnožovania (pri pasienkovej miešanke) resp. klasenia (pri lúčnej miešanke) prevládajúcich druhov tráv, 2. kosba 6–8 týždňov po prvej kosbe a 3. kosba 8–10 týždňov po druhej kosbe a pri pasienkovej miešanke 6–8 týždňov po tretej kosbe. Po skosení variantov sa odobrala priemerná vzorka zelenej fytomasy (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny. Na jeseň roku 2018 sa z hĺbky 0–150 mm odobrali pôdne vzorky na chemické analýzy. Z odobratých priemerných vzoriek sa stanovili pH/KCl, humus, dusík, fosfor, draslík, horčík a pomer C/N. 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.

## Výsledky a diskusia

Podľa agrochemických rozborov pôdy, ktoré sa vykonali na začiatku sledovaného obdobia, možno konštatovať, že pôdna reakcia na pokusnej ploche bola silne kyslá. Hodnota pH (KCl) bola na úrovni 4,78 s obsahom humusu 53,62 g.kg<sup>-1</sup>, čo charakterizuje pôdu ako veľmi málo

zásobenú humusom. Koncentrácia dusíka bola veľmi vysoká 5,69 g.kg<sup>-1</sup>. Zásoba fosforu v pôde bola nízka (0,94 mg.kg<sup>-1</sup>). Koncentrácia draslíka v pôde bola na vyhovujúcej úrovni (131,01 mg.kg<sup>-1</sup>) a na veľmi vysokej úrovni bola hodnotená aj koncentrácia horčíka (483,78 mg.kg<sup>-1</sup>). Pôdy pod trávnyimi porastmi obsahujú v podhorských a horských oblastiach Slovenska spravidla nadbytok horčíka (Novák, 2008). Na konci sledovaného obdobia sa hodnoty pH pôdy oproti prvému roku výrazne zvýšili pri všetkých sledovaných variantoch (Tab. 2). Hodnoty pH sa nachádzali v rozpätí 5,41 (var.1) – 6,12 (var. 2). Najvýraznejšie sa zvýšila hodnota pôdnej reakcie (o hodnotu 1,34) na variante, ktorý bol vertikutovaný sejačkou VREDO (var. 2). Pri prisievanych porastoch, bez rozdielu na typ miešanky, bolo výraznejšie zvýšenie pH na porastoch prisievanych sejačkou PNEUMATICBOX.

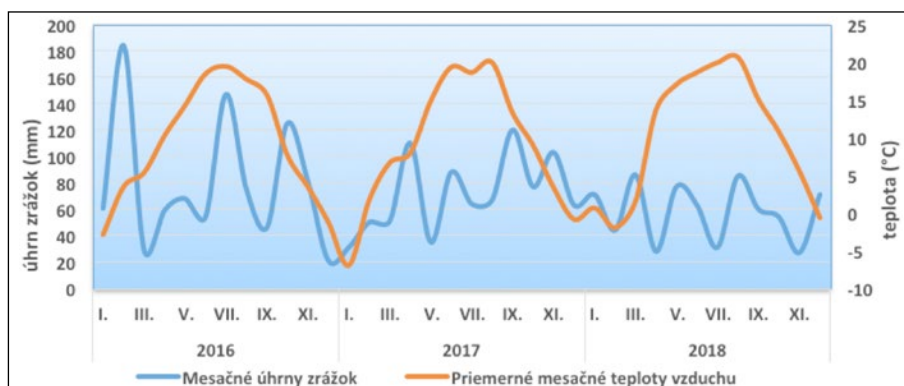
Tabuľka 2 Agrochemický rozbor pôdy jeseň 2018 (0–150 mm)

Var.	pH/ KCl*	C <sub>ox</sub>	Humus	N	P	K	Mg	C : N
		g.kg <sup>-1</sup>			mg.kg <sup>-1</sup>			
1.	5,41	30,80	53,10	3,07	1,34	136,47	778,41	10,03
2.	6,12	35,60	61,37	2,94	1,26	158,13	1062,11	12,10
3.	5,26	42,80	73,79	4,27	1,52	171,98	940,06	10,02
4.	5,40	31,70	54,65	3,05	1,55	165,11	975,42	10,39
5.	5,48	35,30	60,86	2,83	1,25	147,44	1018,83	12,47
6.	5,71	39,50	68,10	2,80	1,08	165,11	994,57	14,10
7.	5,71	33,50	57,75	2,81	1,18	147,44	860,45	11,92

\*Poznámka: pH (KCl) – výmenná pôdna reakcia, C<sub>ox</sub> – oxidovateľný uhlík, N – koncentrácia dusíka, P – koncentrácia fosforu, K – koncentrácia draslíka, Mg – koncentrácia horčíka.

Jednoznačne možno ale konštatovať, že ošetrovanie porastov malo pozitívny vplyv na zvýšenie hodnôt pH. Vyššie hodnoty oproti prvému odberu sme zaznamenali aj pri obsahu C<sub>ox</sub> a humusu na všetkých obhospodarovanych variantoch. Výnimku predstavuje len pôvodný porast, kde hodnoty ostali takmer na rovnakej úrovni ako na začiatku sledovania. Najvýraznejšie zvýšenie humusu (dobrá zásoba) ako aj pri obsahu C<sub>ox</sub> sme zaznamenali na variantoch prisievanych lúčnou miešankou pri obidvoch typoch sejačky. Obsah dusíka sa oproti prvému odberu znížil na všetkých variantoch, napriek tomu bola jeho zásoba v pôde vysoká. Najvýraznejšie zníženie sme zaznamenali na variantoch ošetrovaných sejačkou PNEUMATICBOX (zníženie o hodnotu 2,86 až 2,89 g.kg<sup>-1</sup>). Pri porastoch ošetrovaných sejačkou VREDO bola najnižšia koncentrácia dusíka (2,94 g.kg<sup>-1</sup>) na vertikutovanom poraste (var. 2). Porast vertikutovaný a prisievaný sejačkou VREDO mal vyššie hodnoty fosforu ako porasty ošetrované sejačkou PNEUMATICBOX (Tab. 2). Hodnoty sa pohybovali v rozpätí od 1,26 do 1,55 mg.kg<sup>-1</sup>. Koncentrácia draslíka v pôde sa zvýšila na všetkých sledovaných variantoch. Vyššie hodnoty mali porasty opäť ošetrované sejačkou VREDO (od 158,13 do 171,98 mg.kg<sup>-1</sup>). Veľmi výrazne zvýšenie sme zaznamenali pri obsahu hor-

čika v pôde. Vertikutované porasty sejačkami mali hodnoty horčíka až na úrovni 1062,11 a 1018,83 mg.kg<sup>-1</sup>.



Obrázok 1 Walterov klimatogram za roky 2016–2018

Presvetľovacia kosba v roku 2016 mala nízku produkciu sušiny 1,08 t.ha<sup>-1</sup>. Pratotecnické zásahy realizované v prvom roku sa výrazne prejavili na produkcii sušiny. Produkcia sa zvyšovala na všetkých prisievaných variantoch a znižovala na vertikutovaných voči kontrole (Obr. 2). Najvyššia produkcia sušiny v priebehu roka bola zaznamenaná na variantoch prisievaných lúčnou zmesou, variant 3 produkcia sušiny 5,24 t.ha<sup>-1</sup> a variant 6 produkcia sušiny na úrovni 5,61 t.ha<sup>-1</sup>. Pri prisievaných porastoch pasienkovou zmesou sme nižšiu produkciu sušiny zaznamenali na poraste prisievanom sejačkou VREDO (4,44 t.ha<sup>-1</sup>). Porasty, ktoré boli ošetrované len vertikutáciou mali produkciu sušiny na úrovni 3,06 a 3,79 t.ha<sup>-1</sup>. V roku 2017 sa v porovnaní s prvým sledovaným rokom znížila produkcia sušiny na všetkých sledovaných variantoch. Produkcia sušiny bola na hranici 2 t.ha<sup>-1</sup>. Nízka produkcia sušiny bola zapríčinená aj nerovnomerným rozložením zrážok a vysokými teplotami v priebehu vegetačného obdobia. V mesiaci máj sme zaznamenali úhrn zrážok len na úrovni 35 mm a v mesiacoch jún a august boli priemerné mesačné teploty vzduchu na úrovni 19,4 a 20,0 °C (Obr. 1). Najnižšiu produkciu sušiny v roku 2017 dosiahol variant vertikutovaný sejačkou PNEUMATICBOX (1,87 t.ha<sup>-1</sup>). Pri porovnaní prisievaných porastov dosiahli vyššiu produkciu sušiny porasty prisievané sejačkou VREDO. Najvýraznejšie zníženie produkcie sušiny (o 3,60 t.ha<sup>-1</sup>) došlo na poraste prisievanom lúčnou zmesou sejačkou PNEUMATICBOX. Rok 2018 bol zrážkovo podpriemerným a teplotne nadpriemerným rokom (Obr. 1).



**Obrázok 2** Produkcia sušiny za obdobie rokov 2016–2018

Priebeh agroklimatických faktorov sa výrazne prejavil na produkcii sušiny. Najvyššia produkcia sušiny bola opäť v prvej kosbe. Prisievané porasty sejačkou VREDO dosiahli vyššiu produkciu sušiny v porovnaní s druhým typom sejačky. Produkcia sušiny bola na úrovni 2,94 a 2,98 t.ha<sup>-1</sup>. Pri vertikutovaných porastoch mal vyššiu produkciu sušiny (2,46 t.ha<sup>-1</sup>) variant 5 – sejačka PNEUMATICBOX. V priemere troch sledovaných rokov možno konštatovať, že obidve minimalizačné technológie – prísev a aj vertikutácia mali vplyv na zvýšenie produkciu sušiny (Obr. 2). Prisievané porasty dosiahli vyššiu produkciu sušiny ako pôvodný porast. Pri porovnaní jednotlivých typov sejačiek, porasty prisievané sejačkou VREDO mali vyššiu produkciu sušiny. Porasty prisievané lúčnou zmesou mali produkciu na úrovni 3,60 t.ha<sup>-1</sup> (sejačka VREDO) a 3,21 t.ha<sup>-1</sup> (sejačka PNEUMATICBOX). Porasty prisievané pasienkovou zmesou mali produkciu sušiny nižšiu. Pri porovnaní porastov ošetrovaných vertikutáciou, nižšiu produkciu sušiny dosiahol porast ošetrovaný sejačkou VREDO (2,53 t.ha<sup>-1</sup>). Rok a kosba štatisticky preukazne ( $P < 0,05$ ) ovplyvňovali produkciu sušiny (Tab. 2). Potvrdil sa signifikantný vplyv prvej kosby a roku 2016 na produkciu sušiny. Varianty nemali štatisticky preukazný vplyv na produkciu sušiny.

**Tabuľka 2** Vplyv rokov a kosby na produkciu sušiny (t.ha<sup>-1</sup>)

Rok	Priemer	Kosba	Priemer
2016	1,49 <sup>b</sup>	1	1,25 <sup>b</sup>
2017	0,74 <sup>a</sup>	2	1,06 <sup>ab</sup>
2018	0,80 <sup>a</sup>	3	0,73 <sup>a</sup>

Rozdielne indexy znamenajú štatisticky preukazné rozdiely medzi úrovňami faktorov (Tukey t – test,  $P = 0,05$ )

## Záver

Prísevom ďatelinotravných miešaniiek sme zabezpečili porast s požadovanou kvalitou a produkciou aj pri nízkych vstupoch. Rovnako ošetrovanie porastov vertikutáciou zabezpečí zvýšenie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov trávneho porastu. Vertikutácia zároveň prispieva k zlepšeniu pôdnych vlastností (úprava pH pôdy) a zlepši príjem vody, živín a vzduchu. Súčasne sa podporí aj odnožovanie travných druhov.

---

## Literatúra

- HOLÚBEK, R. a kol. (2007). *Krmovínárstvo – manažment pestovania a využívania krmovín*. 1. vyd. Nitra: SPU, 2007, 420 s. ISBN 978-80-8069-911-6.
- HRABĚ, F. a kol. (2008): *Vzdělávání v oblasti péče o veřejnou zeleň a travnaté sportovní plochy*: souborný studijní materiál. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008, 239 s. ISBN 978-80-7375-242-2.
- NOVÁK, J. (2008): *Pasienky, lúky a trávniky*. Prievidza: Patria I. spol. s r. o., 2008, 708 s. ISBN 978-80-85674-23-1.



---

# ZMENA OBSAHU PÔDNEJ MIKROBIÁLNEJ BIOMASY TRÁVNÝCH PORASTOV APLIKÁCIOU DIGESTÁTU

## CHANGE OF SOIL MICROBIAL BIOMASS CONTENT OF GRASSLANDS BY APPLICATION OF DIGESTATE

Alena Rogožníková, Jozef Čunderlík

*Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav trávnych porastov  
a horského poľnohospodárstva, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica*

---

### Abstrakt

Pôda je významným ukazovateľom v technológii obhospodarovania trávnych porastov. Hnojenie je jedným z najvýznamnejších agrotechnických zásahov za účelom zachovania úrodnosti poľnohospodárskej pôdy. Alternatívou organického hnojiva je nízko nákladová dusíkatá látka z bioplynových staníc – digestát. Cieľom úlohy bolo v priebehu troch rokov (2016–2018) zaznamenať zmeny na biologických vlastnostiach pôdy trávnych porastov na stanovišti Banská Bystrica-Suchý vrch. Pozitívny vplyv rôznych dávok jednorazovo aplikovaného digestátu na vyššiu produkciu pôdnej mikrobiálnej biomasy bol zaznamenaný oproti nehnojenej kontrole u všetkých troch hnojených variantov.

### Abstract

Soil is an important indicator in the technology of grassland management. Fertilization is one of the most important agrotechnical interventions in order to maintain the fertility of agricultural land. An alternative to organic fertilizer is a low-cost nitrogen from biogas plants – digestate. The aim of the research was to record changes in the biological properties of grassland soil at the Banská Bystrica-Suchý vrch site during three years (2016–2018). A positive effect of different doses of single-applied digestate on the higher production of soil microbial biomass was observed compared to the unfertilized control in all three fertilized variants.

**Kľúčové slová:** trávny porast, digestát, hnojenie, mikrobiálna biomasa

**Keywords:** grassland, digestate, fertilization, microbial biomass

---

## Úvod

V rámci využitia obnoviteľných zdrojov energie boli produkcia energetických plodín a tiež značný podiel látok organického pôvodu prioritne zhodnocované technológiou bioplynových staníc (SMERNICA EP 2009/28/ES). Spracovanie vstupnej biomasy prebieha jednotlivými fázami anaeróbnej fermentácie prostredníctvom baktérií a aktívnych fáz mikrobiálneho procesu vo vlhkom prostredí pri teplote do 70 °C a je účelovo zamerané na produkciu bioplynu. Sekundárnou produkciou je vyhnitý substrát – digestát, ktorý obsahuje menej rozložiteľnú organickú hmotu následkom zníženia obsahu uhlíka, pričom dochádza k zúženiu pomeru obsahu prvkov uhlíka a dusíka (C: N), (Walsh *et al.*, 2012). V digestáte nedochádza k redukcii celkového obsahu živín, čo významne prispieva k redukcii nákladov na hnojivá a k vyššej efektívnosti v uzavretosti cyklu živín (Poulsen *et al.*, 2013). Živiny sa procesom digestie transformujú do rastlinám ľahšie dostupnej formy, čím digestát nadobúda podobný charakter využitia ako u minerálnych hnojív. Viacero autorov (Alburquerque *et al.*, 2012; Fuente *et al.*, 2013; Vaneeckhaute *et al.*, 2013) uvádza pozitívnu zmenu v štruktúre digestátu v porovnaní s nefermentovanými organickými hnojivami z hľadiska dostupnosti makro a mikroživín pre rastliny, čo vedie k zvýšeným výnosom biomasy. Rozdelenie digestátov, ako hnojivej dusíkovej látky, z hľadiska obsahu sušiny na Slovensku legislatívne nie je spracované. Produkciu trávneho porastu ovplyvňujú podmienky nadzemného priestoru a charakter pôdných vlastností pre vytvorenie retenčného a živinového režimu. Pestovanie rastlín sa správnou a racionálnou technológiou obhospodarovania môže zvyšovať (Vozár, Jančovič, 2014).

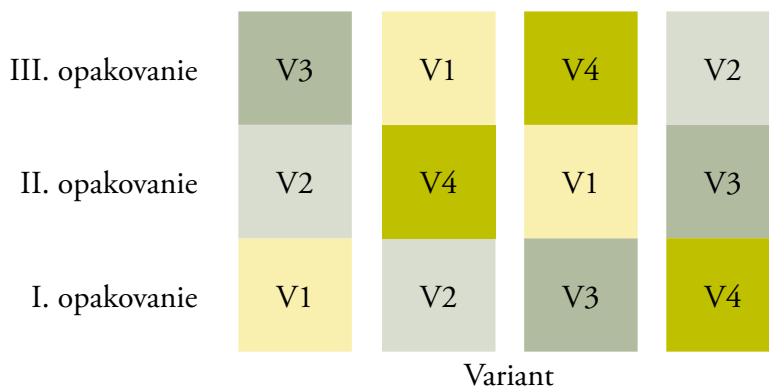
## Materiál a metódy

V rámci výskumu systémov hospodárenia na trávnom poraste (TP) boli testované rôzne dávky anaeróbne fermentovaného dusíkatého substrátu. Dávka hnojenia bola aplikovaná jednorazovo, na základe chemického rozboru digestátu v prepočte záťaže na čisté živiny dusíka (N) 90, 120 a 150 kg.ha<sup>-1</sup> (Tab. 1). Hnojenie digestátom, na jar v roku 2016, bolo na trávnom poraste aplikované povrchovo. Pri práci s digestátom je potrebné rešpektovať environmentálne aspekty v snahe predísť a vylúčiť možnosti negatívneho ovplyvnenia vlastností pôdy, či ohrozenia úrodnosti pôdy, zdravia ľudí alebo zvierat, s vylúčením poškodenia zložiek životného prostredia (Zákon NR SR č. 394/2015 Z.z. zákon o hnojivách v znení neskorších predpisov zákona č.136/2000 Z.z.). V súlade so správnou poľnohospodárskou praxou a dodržaním noriem procesu implementácie digestátu na poľnohospodársku pôdu (PP) je kontaminácia pôdy vylúčená (Voča *et al.*, 2005). Obsah cudzorodých a rizikových látok pre digestát sa v praxi uplatňuje limitmi platnými zo zákona o ochrane PP a limitmi zo zákona NR SR č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy (Tab. 2).

Testovanie zmien pôdných vlastností TP aplikáciou digestátu prebiehalo formou maloparcelového pokusu s plochou 10 m<sup>2</sup> v priebehu rokov 2016–2018 (Obr.1). Pokus bol založený na poloprírodnom trávnom poraste blokovou metódou v troch opakovaniach, v oblasti Krem-

nických vrchov. Geologický substrát stanovišťa tvoria zvetraliny andezitov, pôdny typ – kambizeme, pôdny druh – hlinitá pôda. Nachádza sa v nadmorskej výške 480 m n. m. na svahu so sklonom 12° so SV expozíciou, dlhodobý priemer ročnej teploty dosahuje 7,7 °C, priemerné ročné zrážky sú 853 mm. Cieľom bolo overiť vplyv rôznych dávok digestátu ako alternatívneho hnojiva na produkčné a biologické vlastnosti pôdy s vyhodnotením oproti nehnojnému variantu.

Hodnotené boli uvedené varianty: variant nehnojenej kontroly (V1), variant 90 kg dusíka na hektár (V2), variant 120 kg dusíka na hektár (V3) a variant 150 kg dusíka na hektár (V4).



**Obrázok 1** Schematické znázornenie rozmiestnenia variantov a opakovaní v pokuse.

Porasty boli v priebehu troch úžitkových rokov využívané trojkosne. Pri kosbe bola z variantu odobraná vzorka zelenej hmoty (cca 500 g) na stanovenie produkcie sušiny (hmotnostne, sušením pri teplote  $103 \pm 2$  °C). Rozbor bol uskutočnený podľa Výnosu MP SR č. 2145/2004–100 o úradnom odbere vzoriek. Ukazovatele chemického rozboru digestátu: obsah sušiny, dusíkaté látky Kjeldahlovou metódou ( $N \times 6,25$ ) a stanovenie fosforu (P) kolorimetricky na prietokovom analyzátore SKALAR, stanovenie obsahu minerálnych látok vápnika (Ca), sodíka (Na) a draslíka (K) metódou plameňovej fotometrie a stanovenie horčíka (Mg) metódou atómového absorpčného spektrofotometra (AAS).

Odber vzorky pôdy pre mikrobiologické rozborov sa uskutočnil oceľovými valcami formou monolytov ( $\phi = 50$  mm, do hĺbky pôdy 100 až 120 mm v troch opakovaníach), v jarnom a jesennom období v prirodzene vlhkom stave. Spracované boli k príprave jemnozeme (sito s veľkosťou oka o priemere 2 mm) s odstránením nezvetraných hornín a zvyškov koreňovej hmoty. K zhodnoteniu vlastností pôdy bola využitá gravimetrická metóda na stanovenie pôdnej sušiny, rehydratačná metóda na stanovenie obsahu mikrobiálnej biomasy (MB\_C) fyzikálno-chemickou analýzou optickej spektrografie (Blagodatskij *et al.*, 1987)

Zo sumarizácie vyhodnotených údajov bola kvantifikovaná diferenciácia medzi variantmi stupňovaných dávok dusíkatého hnojenia, produkciou pôdnej mikrobiálnej biomasy v TP. Zistené údaje boli vyhodnotené so zreteľom na potenciálne možnosti racionálneho hnojenia. Viacfaktorový pokus bol hodnotený analýzou variancie na úrovni faktorov ako sú varianty

hnojenia a sledované roky. Získané údaje sme spracovali pomocou štatistického balíka Statgraphics 5.0.

## Výsledky a diskusia

Zloženie vyhnitého digestátu je primárne ovplyvnené množstvom a chemickým zložením vstupných surovín, čo sú v tomto prípade kukuričná siláž, trávna senáž, maštalný hnoj a cirok (Tab. 1). Hnojivo má alkalickú reakciu (pH 8,32), čím prispieva k tvorbe vhodnejších podmienok pre využitie pôdneho fosforu. Obsah sušiny dosahoval 8,92 %. Analýzou obsahu sledovaných rizikových prvkov v pôde a v digestáte bolo preukázané, že medzná hodnota nebola prekročená ani u jedného zo sledovaných rizikových prvkov (Tab. 2).

**Tabuľka 1** Chemické zloženie digestátu

pH/KCl	N	P	K	Ca	Na	Mg
g.kg <sup>-1</sup> sušiny						
8,32	86,47	1,92	78,10	52,49	23,77	8,65

**Tabuľka 2** Koncentrácia rizikových látok v pôde a v digestáte a porovnanie s medznými hodnotami v kaloch na použitie v poľnohospodárstve (mg.kg<sup>-1</sup> sušiny), (zdroj limitných hodnôt: Príloha č.1 k zákonu č. 188/2003 Z. z.)

Substrát / Prvok	Cd	Co	Cr	Cu	Ni
Pôda Variant 1	0,01	4,88	0,81	9,49	4,36
Pôda Variant 2	0,01	4,43	0,75	9,41	3,76
Pôda Variant 3	0,01	3,91	0,73	9,27	3,90
Pôda Variant 4	0,01	4,47	1,64	10,00	4,00
Digestát	0,01	15,19	0,01	0,01	94,08
Limitná hodnota	10	200	1000	1000	300

Úrodu nadzemnej fytohmoty a pôdnej biomasy formuje komplex fyzikálnych, chemických, fyzikálno-chemických a biochemických procesov. Dostupnosť podielu živín, zapracovaných do pôd hnojením, v prospech samotných rastlín závisí od mnohých biotických a abiotických faktorov. Z klimatických faktorov sa atmosferické zrážky hodnotia prevažne ako najzávažnejší faktor zvyšovania produkčnosti TP. Nárast biomasy TP do značnej miery modifikujú stanovištné podmienky, z toho dôvodu bolo pozorovanie jednotlivých hnojených variantov hodnotené oproti nehnojenej kontrole (100 %).

Živiny v anorganickej forme sú pre výživu rastlín nenahraditeľnými látkami, ktoré za spoluúčasti energie získanej z iných rastlinných a mikrobiálnych metabolických procesov podporujú tvorbu ďalšej biomasy (Chen *et al.*, 2012; Vaneeckhaute *et al.*, 2013). Vo svojich prácach naznačovali, že v pôde sa vyskytovali mikrobiálne procesy s rôznou aktivitou, pričom rýchlejšie

z nich mali korelačný vzťah s funkčnými vlastnosťami pôdy a pomalšie mikrobiálne posuny, boli pripisované zmene zloženia mikrobiálnej komunity.

**Tabuľka 3** Obsah mikrobiálnej biomasy MB\_C (mg.kg<sup>-1</sup> sušiny) v roku 2016–2018

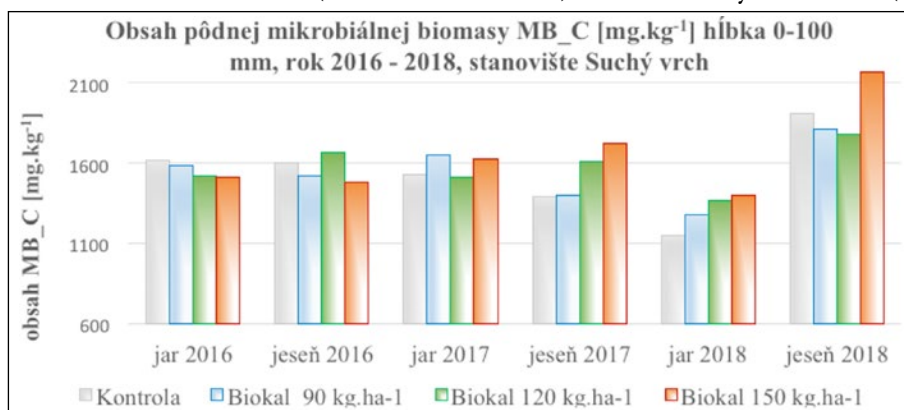
Odber / Rok	MB_C [mg.kg <sup>-1</sup> ]				
	Kontrola	N 90 kg.ha <sup>-1</sup>	N 120 kg.ha <sup>-1</sup>	N 150 kg.ha <sup>-1</sup>	x za odber
jar 2016	1628,57	1594,32	1525,75	1517,24	1566,47
jar 2017	1534,35	1654,40	1517,24	1628,74	1583,68
jar 2018	1157,35	1285,35	1373,40	1404,11	1305,05
x za variant	1440,09	1511,36	1472,13	1516,70	
jeseň 2016	1611,46	1525,82	1671,51	1483,14	1572,98
jeseň 2017	1397,70	1406,39	1620,60	1732,02	1539,18
jeseň 2018	1913,33	1820,75	1789,84	2175,55	1924,87
x za variant	1640,83	1584,32	1693,98	1796,90	

Obsah pôdnej mikrobiálnej biomasy (Tab. 3) sa v rokoch 2016–2018 pohyboval v hodnotení jarých odberov v rozpätí od 1 157,35 do 1 654,40 mg.kg<sup>-1</sup> a v jesenných odberoch od 1 397,70 do 2 175,55 mg.kg<sup>-1</sup>. Priemerný obsah MB\_C v jarých odberoch dosahoval hodnotu 1485,07 mg.kg<sup>-1</sup> a v jesenných odberoch hodnotu 1 679,01 mg.kg<sup>-1</sup>. V hodnotení obsahu MB\_C za jednotlivé varianty sme zistili trend nárastu oproti nehnojenej kontrole vo všetkých hnojených variantoch v jarých odberoch, v jesenných odberoch trend nárastu bol zistený na variante s dávkou dusíka 120 kg.ha<sup>-1</sup> a 150 kg.ha<sup>-1</sup> (Obr. 2). V priemerných hodnotách jarých odberov za roky 2016–2018 sme zaznamenali oproti nehnojenej kontrole (vo výške 1 440,09 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C) vo všetkých hnojených variantoch s aplikovaním digestátu nárast obsahu MB\_C. Variant 2 vo výške 1 511,36 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C (nárast o 104,95 %), variant 3 vo výške 1 472,13 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C (102,22 %) a variant 4 vo výške 1 516,70 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C (105,32 %).

V priemerných hodnotách MB\_C v jesenných odberoch rokov 2016–2018 sme zaznamenali oproti nehnojenému variantu (vo výške 1 640,83 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C) pokles vo variante 2 a nárast v ostatných hnojených variantoch 3 a 4. Variant s dusíkom 90 kg.ha<sup>-1</sup> vo výške 1 584,32 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C (pokles na 96,56 %), variant s dávkou dusíka 120 kg.ha<sup>-1</sup> vo výške 1 693,98 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C (nárast o 103,24 %) a varianty s dávkou dusíka 150 kg.ha<sup>-1</sup> vo výške 1 798,90 mg.kg<sup>-1</sup> MB\_C (nárast o 109,51 %).

Mieru štatistickej závislosti údajov MB\_C za jednotlivé varianty sme hodnotili koeficientom korelácie. Bol potvrdený štatisticky významný korelačný vzťah závislosti údajov mikrobiálnej biomasy s rôznymi dávkami dusíkatého hnojiva za jednotlivé varianty. Najvyššie hodnoty korelačného koeficientu potvrdzujúce veľmi tesnú koreláciu obsahu MB\_C a rôznymi dávkami dusíka, obsahu MB\_C nehnojeného variantu a hnojeného dusíkom 90 kg.ha<sup>-1</sup> ( $r = +0,9433^{++}$ ;  $n=54$ ) potvrdzujúce stredne tesnú koreláciu obsahu MB\_C nehnojeného variantu a hnojeného

variantu 3 ( $r = +0,8456^{++}$ ;  $n=54$ ), obsahu MB\_C nehnojeného variantu a hnojeného variantu 4 ( $r = +0,7239^{++}$ ;  $n=54$ ), obsahu MB\_C hnojeného variantu 2 a variantu 4 ( $r = +0,7294^{++}$ ;  $n=54$ ), obsahu MB\_C hnojeného variantu 3 a variantu 4 ( $r = +0,7849^{++}$ ;  $n=54$ ), na hladine významnosti ( $P \leq 0,01$ ). Mierne tesnú koreláciu potvrdzuje korelácia závislosti obsahu MB\_C hnojeného variantu 2 a variantu 3 ( $r = +0,6974^+$ ;  $n=54$ ), na hladine významnosti ( $P \leq 0,05$ ).



Obrázok 2 Grafické znázornenie obsahu MB\_C

## Záver

Organické hnojenie patrí k najvýznamnejším pratotechnickým zásahom, ktorý môže priaznivo a s ohľadom na životné prostredie ovplyvňovať produkciu a vlastnosti TP. Vo výžive rastlín sa hľadajú cesty ako ekologicky a ekonomicky nižšími vstupmi zabezpečiť požadovanú úrodu. Nedostatok organických hnojív, najmä maštalného hnoja, spôsobuje v súčasnosti ich klesajúce zastúpenie v poľnohospodárskej pôde. Ich potreba pre návrat živín do pôdy a tvorbu pôdnej organickej hmoty má v obhospodarovaní pôd nezastupiteľné postavenie. V hodnotení hnojenia aplikáciou digestátu rôznymi dávkami dusíka za jednotlivé varianty bol zistený pozitívny vplyv mikrobiálnych procesov na obsah pôdnej MB\_C. Vyhodnotením priemerného obsahu MB\_C za jednotlivé varianty v jarných a jesenných odberoch oproti nehnojenému variantu sme zistili trend nárastu u všetkých troch hnojených variantov: variant 2 (100,48 %) < variant 3 (102,77 %) < variant 4 (107,55 %). V praxi to znamená zvýšenie pôdnej organickej hmoty v priemernej hodnote o 103,60%. Najvyššie hodnoty dosahoval oproti nehnojenej kontrole variant 4 v druhom (123,92%) a treťom úžitkovom roku (121,32 %). Využitie obehového hospodárstva v regionálnej štruktúre môže významne prispievať k udržateľnosti biologických vlastností poľnohospodárskej pôdy.

## Literatúra

ALBURQUERQUE, J.A. *et al.* 2012. Assessment of the fertiliser potential of digestates from farm and agroindustrial residues. *Biomass Bioenergy* 2012, 40, 181–189, doi:10.1016/j.biombioe.2012.02.018.

---

BLAGODATSKIJ, S.A. *et al.* 1987, Regidracionnyj metod opredelenija biomassy mikroorganizmov v pochve, *Pochvovedenie*, 1987, 4: 71–81.

CHEN, R. *et al.* 2012. Decomposition of biogas residues in soil and their effects on microbial growth kinetics and enzyme activities. *Biomass Bioenergy* 45:221–229. doi:10.1016/j.biombioe.2012.06.014

FUENTE, C. – ALBURQUERQUE, J.A. – CLEMENTE, R. – BERNAL, M.P. 2013. Soil C and N mineralisation and agricultural value of the products of an anaerobic digestion system. *Biol. Fertil. Soils* 2013, 49, 313–322, doi:10.1007/s00374-012-0719-9.

POULSEN, P.H.B. *et al.* 2013. Effects of fertilization with urban and agricultural organic wastes in a field trial – Prokaryotic diversity investigated by pyrosequencing. In *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 57, pp. 784–793. DOI: 10.1016/j.soilbio.2011.12.023

VANEECKHAUTE, C. – MEERS, E. – MICHELS, E. – BUYSSE, J. – TACK, F.M.G. 2013. Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture. *Biomass Bioenergy* 2013, 49, 239–248, doi:10.1016/j.biombioe.2012.12.036.

VOĆA, N. *et al.* 2005. Digested residue as a fertilizer after the mesophilic process of anaerobic digestion. In: *Plant, Soil and Environment*, vol. 51, no. 6, 2005. pp. 262–266.

VOZÁR, L. – JANČOVIČ, J. 2014. Hnojenie trávnych porastov. In *Skládanka et al.: Pícninárství*. Brno: Mendelova univerzita, 2014. s. 225–243. ISBN 978-80-7509-111-6.

WALSH, J.J. – JONES, D.L. – EDWARDS-JONES, G. – WILLIAMS, A.P. 2012. Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2012, 175, 840–845, doi:10.1002/jpln.201200214.