

Údajová a vedomostná  
podpora pre systémy  
rozhodovania  
a strategického plánovania  
v oblasti adaptácie  
poľnohospodárskej krajiny  
na klimatické zmeny a  
minimalizáciu degradácie  
poľnohospodárskych pôd

# URANOS

NÁVRH METODICKÝCH POSTUPOV  
KVANTIFIKÁCIE BIOEKONOMICKÝCH EFEKTOV  
PESTOVANIA POUŽITÍM ALTERNATÍVNYCH  
SPÔSOBOV OBRÁBANIA VZHLÁDOM NA  
RENTABILITU VÝROBY A OCHRANU PÔDY

Čiastková aktivita A4.3.2

Určenie priestorovej variability biofyzikálnych parametrov  
pôdy na lokálnej úrovni, využiteľných v systéme  
presného poľnohospodárstva

Nitra 2023



**SPU**  
Slovenská  
poľnohospodárska  
univerzita v Nitre



**SPU·VC ABT**  
Výskumné centrum  
AgroBioTech



**SPU·TF**  
Technická  
fakulta



EURÓPSKA ÚNIA  
Európsky fond regionálneho rozvoja  
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



PROJEKT  
**URANOS**  
2019 – 2023

Údajová a vedomostná  
podpora pre systémy  
rozhodovania  
a strategického plánovania  
v oblasti adaptácie  
poľnohospodárskej krajiny  
na klimatické zmeny a  
minimalizáciu degradácie  
poľnohospodárskych pôd

# URANOS

Nitra 2023



EURÓPSKA ÚNIA  
Európsky fond regionálneho rozvoja  
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



PROJEKT  
**URANOS**  
2019 – 2023

**PROJEKT:** <https://www.itms2014.sk/projekt?id=dc565117-a52e-4df4-b386-581ccdec73b2>

# NÁVRH METODICKÝCH POSTUPOV KVANTIFIKÁCIE BIOEKONOMICKÝCH EFEKTOV PESTOVANIA POUŽITÍM ALTERNATÍVNYCH SPÔSOBOV OBRÁBANIA VZHĽADOM NA RENTABILITU VÝROBY A OCHRANU PÔDY

## Čiastková aktivita A4.3.2

### Určenie priestorovej variability biofyzikálnych parametrov pôdy na lokálnej úrovni, využiteľných v systéme presného poľnohospodárstva

#### Abstrakt

Cieľom aktivity bolo určenie priestorového rozloženia a zmien vybraných biofyzikálnych parametrov pôdy, ktoré sú ovplyvňované zvolenou technológiou výroby. Na vybranom modelovom území, v katastrálnom území obce Kolíňany na pozemkoch hospodáriacich pod Vysokoškolským poľnohospodárskym podnikom bola vytvorená sieť geograficky lokalizovaných bodov s rešpektovaním reliéfu daného územia. Za pomoci metód kontinuálnych a diskontinuálnych metód boli realizované analýzy fyzikálno-mechanických vlastností pôdy a to predovšetkým vo vzťahu k meniacim sa lokálnym podmienkam záujmového územia tak aj vo vzťahu k rôznym technológiám obrábania pôdy a technológií riadeného pohybu strojov. Výsledky poukazujú na výhody využitia technológie CTF, rozdiely oproti technológií náhodného pohybu sa prejavujú predovšetkým v suchých rokoch, pričom v extrémne vlhkých rokoch štatisticky preukázateľné rozdiely v dosahovaných úrodách pestovaných plodín neboli zaznamenané. Technológia CTF taktiež umožňuje zmierniť deficit na dosahovaných úrodách pri prechode z konvenčnej na pôdochrannú technológiu v priemere o 6%.

**Kľúčové slová:** utlačenie pôdy, riadený systém pohybu strojov – CTF, infiltrácia vody, degradácia pôdy, vodná erózia, úroda

#### Úvod

Výrobné technológie v poľnohospodárstve podliehajú mnohým a často zásadným zmenám. Mnohé z týchto zmien sú celosvetovo vyvolané klimatickými zmenami (nárast priemernej ročnej teploty, nerovnomerné rozloženie zrážok počas roka, ...) deklarované stále častejšie meniacimi sa klimatickými normálmi (SHMU, 2009; SHMU 2022) ktoré vydávajú národné hydrometeorologické ústavy. Tieto zmeny zasahujú aj do oblasti manažmentu rastlinnej výroby. Niektoré zmeny sú vyvolané vplyvom technického rozvoja a inovácií v oblasti digitalizácie, automatizácie, IKT a využívaním GNSS, a ich prieniku do agro-sektora (Kroulík et al. 2009) v sú

nazývané aj pod pojmom Presné poľnohospodárstvo (Chamen, 2006). Zmeny v oblasti klímy si vyžadujú adekvátnu reakciu aj na úrovni vývoja konštrukcie strojov a prispôsobenie technológií výroby poľnohospodárskych plodín novým podmienkam hospodárenia. Riešenie predloženej aktivity malo za cieľ posúdiť vplyv vybraných inovatívnych technológií v oblasti rastlinnej výroby na zmiernenie intenzity degradácie pôdy vodnou eróziou, a stabilizáciu dosahovaných úrod pestovaných plodín v kontexte klimatických zmien a manažmentu vody v pôde.

## **Materiál a metódy**

Metodika riešenia pod aktivity bola rozdelená na nasledovné moduly:

### Technológia riadeného pohybu strojov

- posúdenie vplyvu technológie riadeného pohybu strojov po poli (CTF) na elimináciu degradácie pôdy – a to predovšetkým vodnej erózie,
- možnosti kombinácie pôdoochranej technológie obrábania pôdy s CTF technológiou,

### Zavlažovanie a manažment vody

- sledovanie priestorovej a líniovej variability infiltračnej schopnosti pôdy na pozemku, pri ktorom sa už viac ako 10 rokov aplikuje systém hospodárenia CTF,
- nasadzovanie úsporných technológií závlah pre zmiernenie účinku nadmerného prevláženia a efektívnosti zavádzania,
- aplikácia a sledovanie kvality práce zavlažovačov.

Na vybranom modelovom území (parcely „Pri Jeleneckej ceste“ o rozlohe 20h, v kat. území obce Koliňany, obhospodarovanej Vysokoškolským poľnohospodárskym podnikom) bola počas riešenia projektu prevádzkovaná technológia riadeného pohybu strojov po poli (tzv. CTF systém).

Na uvedenej parcele bola vytvorená sieť geografických monitorovacích bodov s rešpektovaním reliéfu daného územia. V rámci tejto siete bolo určované priestorové rozloženie vybraných fyzikálno-mechanických parametrov pôdy (penetrometrický odpor pôdy, elektromagnetická konduktivita, a pod.) s využitím kontinuálnych „on-the-go“ (kontaktných a bezkontaktných metód) a diskontinuálnych (tzv. „stop-and-go“) metód. V tejto časti bol sledovaný vplyv zvolenej technológie riadeného pohybu strojov (CTF systém) v kombinácii s pôdoochrannou technológiou obrábania pôdy na zhutnenie pôdy a vybrané úrodovotné parametre porastu za pomoci celoplošného mapovania úrody a využitím technológie DPZ.

## **Výsledky a diskusia**

V prvej časti bol sledovaný vplyv zvolenej technológie riadeného pohybu strojov (CTF systém) v kombinácii s pôdoochrannou technológiou obrábania pôdy na zhutnenie pôdy a

vybrané úrodotvorné parametre porastu za pomoci celoplošného mapovania úrody a využitím technológie DPZ. Výsledky vedeckého výstupu (**výstup č. 1**) v tejto časti poukazujú, že v kontexte klimatických zmien má technológia CTF v kombinácii s pôdoochranným obrábaním svoje opodstatnenie a poskytuje stabilizáciu dosahovaných úrod. Štatisticky preukázateľné rozdiely v dosahovaných úrodách pestovaných plodín (obilniny, olejninu, strukoviny) dosahuje CTF technológia (v porovnaní s technológiou náhodného pohybu strojov - RTF systém) najmä v klimaticky suchých rokoch. CTF technológia umožňuje znížiť deficit úrody, ktorý môže nastať pri konverzii z konvenčného na pôdoochranné obrábanie pôdy s využitím minimalizácie z 10% (Hůla, 2008 ) na 4%.

Z hľadiska určenia pôsobenia zvolených technológií bol riešený aj ich vplyv na zníženie degradácie pôdy vplyvom vodnej erózie a zvýšenia kapacity pôdy z hľadiska jej infiltračnej schopnosti. Na základe publikovaných výstupov (**výstup č. 2, 3**), možno konštatovať že využitie technológie CTF (v module 6m s komerčne dostupnými strojmi) umožňuje:

- otočiť pomer utlačenej a neutlačenej plochy pôdy (z pôvodných cca 66 % pojazdenej pôdy pri pôdoochrannej technológii na 64 % plochy nepojazdenej = neutlačenej, 14,6 % pojazdená 1x za sezónu, 21,6% pojazdená viacnásobne),
- na nepojazdenej pôde dochádza k zníženiu penetrometrického odporu pôdy a zvýšeniu infiltračnej schopnosti pôdy
- znížiť riziko vodnej erózie a odnosu pôdných častíc na pôde bez prejazdov oproti pôde ktorá je pojazdená a to pri výskyte intenzívnych (prívalových) zrážkach (simulované na 80 mm/hod.); na nepojazdenej pôde v systéme CTF bolo detekované:
  - o 2,5 násobné zníženie odtokového koeficientu (water runoff intensity) voči pojazdenej pôde,
  - o 50% pokles zachytených pôdných sedimentov oproti 1x pojazdenej pôde a 300% pokles oproti viacnásobne pojazdenej pôde,
  - o 1,7 násobný pokles hmotnosti pôdy (pôdne sedimenty), ktorá bola odnesená vodným zmyvom – voči pôde 1x pojazdenej; a 4,3 násobný pokles voči pôde s viacnásobnými prejazdami,
  - o s narastajúcim počtom prejazdov po pôde (narastajúci stupeň zhutnenia pôdy) klesá schopnosť infiltrácie vody do pôdy (**výstup č. 4**),

V praxi je vhodné kombinovať technológiu CTF aj so špeciálnymi pôdoochrannými technológiami napr. Strip-Till (pásovú obrábanie pôdy – pásová sejba), v rámci ktorého dochádza k intenzívnejšiemu využitiu potenciálu oboch technológií (dosahovania vyšších úrod a obmedzeniu vodnej erózie na ornej pôde) (**výstupy č. 5, 6, 7**).

### Zavlažovanie a manažment vody

#### ***Sledovanie priestorovej a líniovej variability infiltračnej schopnosti pôdy na pozemku, pri ktorom sa už viac ako 10 rokov aplikuje systém hospodárenia CTF (výstup č. 9)***

V danej čiastkovej úlohe sa porovnávali dve rôzne metódy monitorovania hydraulikkej vodivosti pôdy. Pre zhodnotenie nenásytenej hydraulikkej vodivosti pôdy sa použil Mini Disk Infiltrimeter (metóda prvá) a pre meranie nasýtenej hydraulikkej vodivosti sa aplikoval prstencový infiltrimeter (Double ring). Pre porovnanie výsledkov sa hodnoty prepočítali na výsledky nasýtenej vodivosti. Monitorovanie pre sledovanie zmien infiltračnej schopnosti pôdy v rámci utlačenej a neutlačenej línie prebiehalo na 20 ha parcele („Pri Jeleneckej ceste“ – špecifikovaná vyššie).

Zo štatistických výsledkov vyplýva, že najväčšie rozdiely hydraulikkej vodivosti medzi utlačenou pôdou technikou a neutlačenou pôdou sa preukázali pri odberných bodoch v pásmach raz každoročne utláčaných priečne s metódou koleso vedľa kolesa (len 1x prejazd do roka). Výsledky poukazujú na fakt a vplyv utlačenia pôdy na zníženú schopnosť následnej infiltrácie vody do pôdy.

#### ***Nasadzovanie úsporných technológií závlah pre zmiernenie účinku nadmerného prevlaženia a efektívnosti zavádzania (výstupy č. 8 a 10)***

V predkladanej čiastkovej úlohe A sa zameralo na zhodnotenie kvality práce a ekonomickú efektívnosť nasadenia závlahovej sústavy zlozenej z mikropostrekovačov – inovácia zavlažovacieho systému.

Z výsledkov možno konštatovať, že kvalita práce bola u jednotlivých uspokojujúca, avšak pre celkové zhodnotenie je treba zabezpečiť dostatočné prekrytie zavlažovaných oblastí. Štatistická analýza Anova nepreukázala významnú závislosť kvality práce od typu mikropostrekovača. Z hľadiska hodnotenia ekonomickej návratnosti sa nám investície preukázali ako opodstatnené s návratnosťou max. za 4.2 rokov.

V predkladanej čiastkovej úlohe B sa zameralo na aplikáciu kvapkovej závlahy pri závlahe zeleniny. Celkovo možno povedať, že kvapková závlaha je šetriaca technológia a nami namerané výsledky zodpovedajú požadovanej kvalite práce. Z nameraných údajov možno vyvodit' záver, že táto kvapková závlaha dostatočne postačuje na zavlažovanie pestovaných melónov. Pre zvýšenie kvality práce kvapkovej závlahy možno navrhnúť dôkladné prečistenie všetkých komponentov závlahy, najmä kvapkovačov a kvapkovacích hadíc, ale aj dôkladné prečistenie závlahovej vody a to ešte pred vstupom do systému.

#### ***Aplikácia a sledovanie kvality práce zavlažovačov (výstup 11 a 12)***

Novodobé prognózy ohľadom stavu a spotreby vody z hľadiska klimatických zmien poukazujú na potrebu zaoberať sa týmto javom podrobnejšie. Prevlaženie pôdy nadmerným množstvom vody spôsobuje jej degradáciu. Zavedenie modernej techniky alebo komponentov,

ktoré budú aplikovať vodu šetrnejšie a úspornejšie napomôžu tejto skutočnosti zo strany poľnohospodárstva.

Merania kvality práce boli hodnotené podľa normy koeficientom rovnomernosti postreku (CuH) pri širokzáberových (pásový a pivotových) zavlažovačov, ktoré su v poľ. rastlinnej výrobe najpoužívanéjšie. Na základe zistených skutočností, mnohé zavlažovacie systémy nedokážu pri svojej prevádzke dodržať požadované kvalitatívne parametre z hľadiska rovnomernosti zavlažovania. Na niektorých miestach pozemku dochádza k nadmernému inde k nedostatočnému aplikovaniu vody, čo vedie k vytváraniu stresových reakcií pestovaných rastlín, prípadne k degradácií pôdy.

Na základe výsledkov môžeme zhodnotiť, že pre zefektívnenie práce zavlažovačov a zníženie rizika degradácie pôdy je potrebné:

- vykonávať pravidelnú údržbu a odborné nastavenie celého systému,
- správne zosúladiť veľkosť otvorov dýz,
- využívať variabilnú aplikáciu vody vzhľadom na konkrétne podmienky danej parcely, tak aby bol zohľadnený: typ a druh pôdy, reliéf a svahovitosť danej parcely ako aj pestovaná plodina.

## Literatúra

Hůla, J.; Procházková, B. 2008. Minimalization of Soil Tillage (Minimalizace Zpracování Půdy); ProfiPress: Czech Republic, Prague, 2008; ISBN 978-80-86726-28-1.

Chamen, W.C.T. 2006. Controlled traffic farming. In Literature Review and Appraisal of Potential Use in the U.K.; HGCA Research Review No. 59; Agriculture and Horticulture Development Board: Kenilworth, UK, 2006. Available online: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.563.109&rep=rep1&type=pdf>

Kroulík, M.; Kumhála, F.; Huřla, J.; Honzík, I. 2009. The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologies. Soil Tillage Res. 2009, 105, 171–175.

SHMÚ. 2009. Climate normals of atmospheric rain fall for period 1981–2010 in Slovakia. In Slovak Hydrometeorological Institute, National Climatologic Program–Roll 15; Ministry of environment of Slovak Republic: Bratislava, Slovakia, 2009; ISBN 978-80-99929-04-4.

SHMÚ. 2022. Prechod klimatologických hodnotení a produktov Klimatologickej služby na nové štandardné normálové obdobie 1991 – 2020. Dostupné na internete: <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1197>

Tari, A.F. 2016. The effects of different deficit irrigation strategies on yield, quality, and water-use efficiencies of wheat under semi-arid conditions. *Agric. Water Manag.* 2016, 167, 1–10.

Publikované vedecké výstupy v rámci podaktivity:

- 1) Rataj, V.; Kumhálová, J.; Macák, M.; Barát, M.; Galambošová, J.; Chyba, J.; Kumhála, F. 2022. Long-Term Monitoring of Different Field Traffic Management Practices in Cereals Production with Support of Satellite Images and Yield Data in Context of Climate Change. *Agronomy* 2022, 12, 128. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010128> (PODIEL 0,5)
- 2) Macák, M.; Galambošová, J.; Kumhála, F.; Barát, M.; Kroulík, M.; Šinka, K.; Novák, P.; Rataj, V.; Misiewicz, P.A. 2023. Reduction in Water Erosion and Soil Loss on Steep Land Managed by Controlled Traffic Farming. *Land* 2023, 12, 239. <https://doi.org/10.3390/land12010239> (PODIEL 0,33)
- 3) Macák, M.; Galambošová, J.; 2023. Porovnanie pásovej a riadkovej sejby ozimného jačmeňa v technológii CTF. In *Conference Technoforum 2023* (PODIEL 1)
- 4) Jobbágy, J.; Krištof, K.; Angelovič, M.; Zsembeli, J. Evaluation of Soil Infiltration Variability in Compacted and Uncompacted Soil Using Two Devices. *Water*, 2023, 15, 1918. <https://doi.org/10.3390/w15101918> (PODIEL 0,5)
- 5) Macák, M.; Galambošová, J. 2023. Porovnanie pásovej a riadkovej sejby ozimného jačmeňa v technológii CTF. In *Technoforum 2023. „New Trends in Machines and Technologies for Biosystems“*. ISBN 978-80-552-2603-3, dostupné na internete: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055226033> (PODIEL 1)
- 6) MOJŽIŠ, Marek [34 %] - RATAJ, Vladimír [33 %] - JOBBÁGY, Ján [33 %]. Vplyv prejazdov strojov na utlačenie pôdy. In *Kolokvium ku grantovej úlohe VEGA č. 1/0609/20*. 1. vyd. 141 s. ISBN 978-80-228-3342-4. Kolokvium ku grantovej úlohe VEGA 1/0609/20. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2022, s. 121-127. (PODIEL 1)
- 7) Mojžiš, Marek – Rataj, Vladimír – Jobbágy, Ján. 2022. Analysis of Machnie effect on Cultivated Soil. In: *ICYS 2022, Proceedings of the, XXIV International Conference of Young Scientists*, 2022, 140 s., 115-121s., ISBN 978-80-552-2591-3, (PODIEL 0,9)
- 8) Jobbágy, Ján –Bulla, Matúš –Bullová, Tatiana. 2023. Application and efficiency of Microsprinkler Irrigation. In: *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 2023 (1), pp.6-11. DOI:10.2478/vjbsd-2023-0002 – v tlači jún-júl 2023 (PODIEL 1)
- 9) Jobbágy, J.; Krištof, K.; Angelovič, M.; Zsembeli, J. Evaluation of Soil Infiltration Variability in Compacted and Uncompacted Soil Using Two Devices. *Water*, 2023, 15, 1918. <https://doi.org/10.3390/w15101918> (PODIEL 1)
- 10) Jobbágy, Ján – Hodúl, Martin – Tkáč, Adam – Angelovič, Michal. 2023. Zhodnotenie kvality práce zostavy úspornej technológie závlah. In: *Technoforum 2023: New Trends in*



Machines and Technologies for Biosystems, 2023, s.59-66, ISBN 978-80-552-2603-3, DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055226033> (PODIEL 1)

- 11) Jobbágy, Ján–Krajanec, Marek–Krištof, Koloman – Bullová, Tatiana. 2023. Zhodnotenie kvality práce širokozáberevého zavlažovača Fregat. In: Technoforum 2023: New Trends in Machines and Technologies for Biosystems, 2023, s.67-73, ISBN 978-80-552-2603-3, DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055226033> (PODIEL 1)
- 12) JOBBÁGY, Ján - DANČANIN, Peter. Rovnomernosť postreku vybraných pásových zavlažovačov. In Mobilné energetické prostriedky - Hydraulika - Životné prostredie - Ergonómia mobilných strojov. 1. vyd. 276 s. ISBN 978-80-228-3279-3. . Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2021, s. 90-96. (PODIEL 1)

**Diplomové práce:**

**Janský, Matúš.** 2022. Zhodnotenie nasadenia moderného vertikálneho spracovania pôdy. Diplomová práca, 2022, 96 strán, SPU v Nitre. Školiteľ: prof. Ing. Ján Jobbágy, PhD.



Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Údajová a vedomostná podpora pre systémy rozhodovania a strategického plánovania v oblasti adaptácie poľnohospodárskej krajiny na klimatické zmeny a minimalizáciu degradácie poľnohospodárskych pôd“ (kód ITMS2014+313011W580), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

This publication is the result of the project implementation: „ Scientific support of climate change adaptation in agriculture and mitigation of soil degradation“ (ITMS2014+313011W580) supported by the Integrated Infrastructure Operational Programme funded by the ERDF.

Údajová a vedomostná  
podpora pre systémy  
rozhodovania  
a strategického plánovania  
v oblasti adaptácie  
poľnohospodárskej krajiny  
na klimatické zmeny a  
minimalizáciu degradácie  
poľnohospodárskych pôd

# URANOS

Nitra 2023



EURÓPSKA ÚNIA  
Európsky fond regionálneho rozvoja  
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



PROJEKT  
**URANOS**  
2019 – 2023

**PROJEKT:** <https://www.itms2014.sk/projekt?id=dc565117-a52e-4df4-b386-581ccdec73b2>