

# Presné poľnohospodárstvo a klimatické zmeny

Rataj, V., Galambošová, J., Macák, M.: Precision Farming and Climate Change. *Životné prostredie*, 2019, 53, 2, p. 108 – 115.

*The essential presumption for preservation of life on earth is environmental sustainability. However, the balance of nature is significantly disturbed by population growth, increased requirements for improved life standards and the development of production, traffic and natural mining sources which all contribute to environmental pollution. While water, air and food will always remain indispensable life resources, agriculture utilises these sources to produce food and it affects the countryside with both positive and negative impacts. Finally, human survival on Earth is possible only with sensible management; and the philosophy of precision agriculture provides one of the greatest possibilities for the preservation of our universe using environmental sustainability.*

*Key words: agriculture, landscape, weather, sustainability*

Presné poľnohospodárstvo je výrobná filozofia, kedy používané technológie rešpektujú lokálne vlastnosti a z nich plynúce požiadavky. Pracovné postupy a materiálové vstupy sú usmerňované tak, aby boli vykonané optimálnym spôsobom, v správnom čase a len na potrebnom mieste. Zjednodušene sa presné poľnohospodárstvo tiež nazýva *technológiou s priestorovo diferencovanými vstupmi*, kde pojem vstup treba chápať v materiálnej povahe, ale aj v intenzite realizovaní pracovných operácií (Rataj et al., 2014).

Problematikou presného poľnohospodárstva sa zaoberajú výskumné tímy renomovaných univerzít (napr. University of Minnesota, Cornell University, Purdue University (USA), University of New England (Austrália)), organizácie, poradenské centrá výskumných a univerzitných pracovísk (*International*

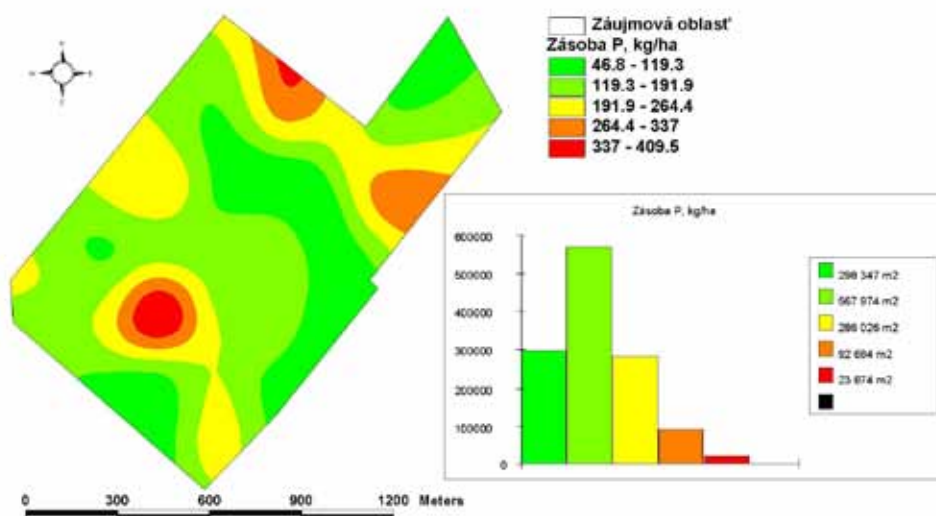
*Society of Precision Agriculture, American Society of Agronomy (USA), CTF Europe, National Centre for Precision Farming* na Harper Adams University (Veľká Británia)), ale aj uznávané vedecké časopisy – *Precision Agriculture, Biosystems Engineering* a pod.

Renomovaní odborníci (Gebbers, Adamchuk, 2010) definujú presné poľnohospodárstvo ako súbor technológií, ktorý kombinuje využitie senzorov, informačných technológií, modernej techniky a manažmentu s cieľom optimalizovať výrobu, pričom rešpektuje variabilitu a neistotu poľnohospodárskeho systému.

Na dokreslenie možno uviesť preklad pojmu *precision farming* v niektorých európskych jazykoch – *precizní zemědělství, Teilschlagbezogene Landwirtschaft, preciziós gazdálkodás, rolnictwo precyzyjne, Точное земледелие, precizna poljoprivreda* a pod. Na Slovensku sa v odbornej komunitě ustálil preklad *presné poľnohospodárstvo*.

## Presné poľnohospodárstvo ako výrobná filozofia

Základným predpokladom uplatnenia technológie presného poľnohospodárstva je poznanie variability vlastností prostredia, vplyvajúcich na rastlinnú výrobu, ktorá je svojím charakterom lokalizovaná na rôzne veľkých plochách v krajine, a teda na ňu pôsobí



Obr. 1. Informačná mapa priestorového rozloženia zásoby fosforu na vybranom záujmovom území (originálny výstup geografického informačného systému). Zdroj: Rataj a kol. (2014)

veľké množstvo vplyvov. Parcely majú rôznu terénnu expozíciu, pôdy na parcelách majú rôzne vlastnosti, rôznu obsah živín, rôznu schopnosť viazať vlahu, rôznu odpor pôdy proti vnikaniu pracovných orgánov, rôznu úrodnosť a pod. Proces výroby podlieha poveťernostným vplyvom a v rámci vývoja pestovaných plodín agronomickým, ochranárskym a technickým zásahom. Poznaním vonkajších vplyvov s často významnou variabilitou možno výrobné podmienky dávať do súladu s optimálnym stavom. Pre technológie presného poľnohospodárstva je dôležité túto variabilitu poznať a priestorovo určiť (geograficky lokalizovať). Pojem priestorová premenlivosť obsahuje poznanie variability sledovaných vlastností vo vzťahu k miestu ich výskytu.

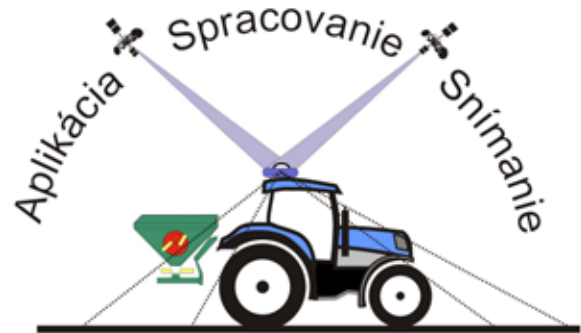
Rozdiel medzi klasickým obrábaním a obrábaním v systéme presného poľnohospodárstva je v tom, že pracovné zásahy a vstupy, určené hoci aj na základe potrieb pôdy a plodiny, sa nevykonávajú uniformne na celej parcele, ale rešpektujú zmeny vlastností, a teda aj úroveň rôznych vstupov, aj na viacerých miestach v rámci jednej parcely. Opäť aj tu je paralela so skúsenosťami našich predkov, ktorí poznali svoje políčka a vedeli, čo ktoré miesto vyžaduje. Princíp sa nezmenil, no situácia áno. Z malých, po generácie poznávaných políčok sú veľké až obrovské celky. Historické poznanie lokálnych potrieb sa stratilo a veľkovýrobné obrábanie smeruje k dosahovaniu optimálnej efektívnosti.

Aj v tomto bode, a to nielen na Slovensku, dobieha človeka jeho minulosť. Vraví sa, že „účel svätí prostriedky“. Platí to aj v poľnohospodárskej výrobe? Honba za ziskom vyžaduje znižovanie nákladov, jednou z ciest je zvyšovanie výkonnosti strojov cestou väčších pracovných záberov, ktoré vyžadujú vyššie ťahové sily. Pre výkonné stroje sú vhodné čo najväčšie plochy pokiaľ možno pravidelných tvarov. Pre ekonomiku podniku je vhodné pestovať komodity dobre realizovateľné na trhu, čím sa často vytráca overené pravidlo striedania plodín. Pestovanie, resp. striedanie monokultúr začína byť obvyklé.

Čo nato životné prostredie a pôda, ktoré sme síce „zdedili“ po predkoch, ale je zodpovednejšie konštatovať, že ich „máme len požičané od svojich detí“?

Pozitívne zmeny do veľkovýroby môže poskytnúť systém presného poľnohospodárstva. V súčasnej dobe nie je problém časovo, technicky ani ekonomicky určiť presnú geografickú polohu. Na jej základe možno v teréne vykonávať priestorovo diferencované pracovné zásahy alebo aplikácie.

Dosiahnutie ekologických, ale aj ekonomických efektov podmieňuje racionálna aplikácia chemických

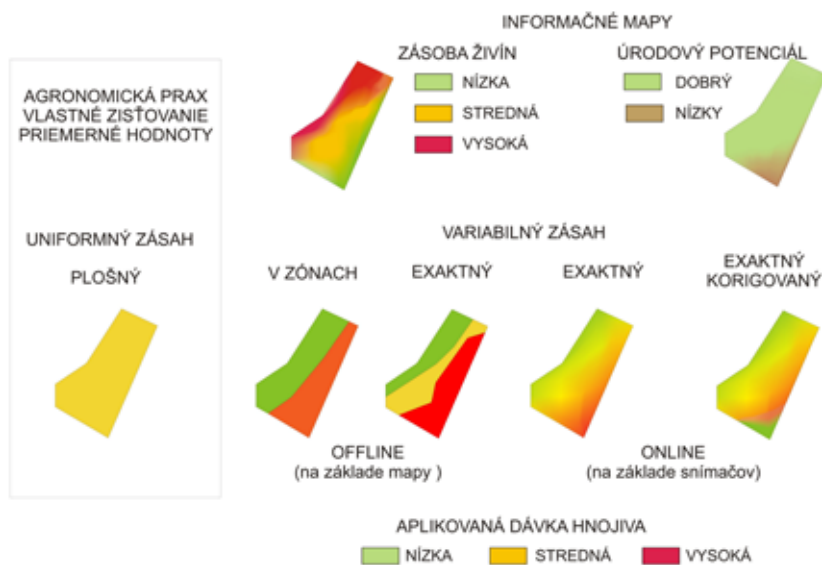


Obr. 2. Princíp online zisťovania a aplikácie hnojiva. Zdroj: Rataj a kol. (2014)



Obr. 3. Mapa úrodového potenciálu experimentálnej parcely Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU v Kolíňanoch. Zdroj: mapa spracovaná pre systém ISARIA firmou Fritzmeier Umwelttechnik GmbH & Co. KG

Vysvetlivky: stupnica potenciálu: hoch – vysoký, mittel – stredný, tief – nízky



Obr. 4. Princíp uniformného a variabilného doplnenia živín do pôdy. Zdroj: Rataj a kol. (2014)



Obr. 5. Sejba kukurice v systéme riadeného pohybu strojov (CTF) na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU v Kolíňanoch (apríl 2013). Foto: Vladimír Rataj

látok – hnojív a ochranných prostriedkov. Z vyššie uvedeného vyplýva, že plošná aplikácia nie je zvyčajne potrebná. Je zarážajúce, že napriek stavu, keď sú moderné aplikačné stroje technicky vybavené na variabilnú aplikáciu, nenachádza tento prístup u pestovateľov očakávanú odozvu.

V systéme presného poľnohospodárstva sa pri aplikácii hnojív najčastejšie používa spôsob *offline*. V tomto prípade variabilnej aplikácii hnojiva predchádza zistenie priestorového rozloženia živín v pôde, kedy pri odbere pôdnych vzoriek v teréne sú zaznamenané geografické súradnice odborných bo-

dov. Po spracovaní možno vytvoriť v prostredí GIS (geografického informačného systému) informačnú mapu priestorového rozloženia sledovanej zásoby (obr. 1). Na jej základe a podľa zámeru pestovateľa sa dajú určiť priestorovo diferencované dávky doplnenia tej-ktorej konkrétnej živiny.

Hnojenie počas vegetácie závisí od stavu konkrétneho porastu. V takomto prípade umožňuje systém presného poľnohospodárstva použiť spôsob *online*, kedy sa vlastnosť porastu, ktorá určuje potrebu hnojenia, získava a vyhodnocuje priamo počas jazdy aplikačného stroja (obr. 2). Riadiacou vlastnosťou býva sledovanie reflektancie – odrazenej časti vybraných vlnových dĺžok svetelného žiarenia od povrchu porastu.

Vývoj metód na presnú aplikáciu hnojív neustále napreduje hlavne v oblasti spresnenia rozhodovacích procesov. V súčasnosti sa využívajú spresnenia na základe tzv. produkčného potenciálu parcely. Ide o zmapované miesta parcely, kde z dlhodobého pozorovania možno určiť dobré, stredné alebo slabé úrody. Z týchto miest je následne vytvorená informačná mapa úrodového potenciálu, ktorá slúži na spresnenie rozhodovania o aplikačnej dávke. Najčastejšie sú mapy úrodového potenciálu spracované na základe viacročných satelitných snímok príslušnej parcely (obr. 3).

Vyvíjajú sa aj snímače, ktoré priamo počas jazdy stroja vyhodnocujú úroveň pôdnej reakcie (pH), obsah organickej hmoty

v pôde, stav elektrickej vodivosti pôdy a pod. Na ich základe bude možné variabilne riadiť ďalšie aplikácie a pracovné procesy (<https://veristech.com/the-sensors/msp3>).

Variabilné aplikácie možno robiť presne podľa bodov na aplikačnej mape, no možno ich vykonávať aj zonálne, kedy sa parcela rozdelí na zóny s podobne potrebnou dávkou (obr. 4).

Význam a efektívnosť variabilného prístupu v systéme presného poľnohospodárstva dokladajú mnohé práce zahraničných autorov, napr. Godwina et al. (2003); Dammera, Ehlerta (2006) a iných. Na

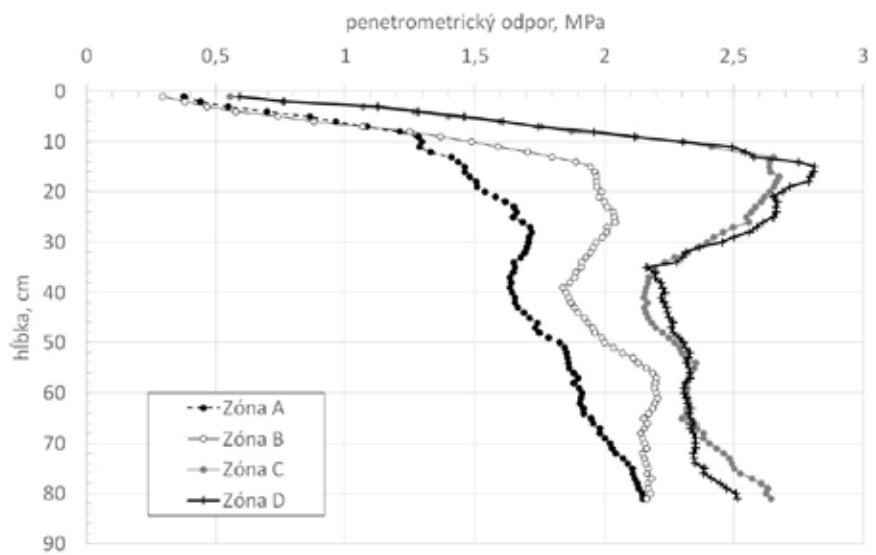
Katedre strojov a výrobných biosystémov Technickej fakulty SPU v Nitre sa zaoberáme problematikou presného poľnohospodárstva takmer 30 rokov. Z mnohých experimentov a štúdií vyplýva, že napr. pri úprave pôdnej reakcie (aplikácia CaO) možno ušetriť viac než 21 % materiálu. Pri každej forme variabilného hnojenia sa dá oproti uniformnému hnojeniu ušetriť až 30 % nákladov (Urbanovič, 2005).

Efekty variabilného hnojenia treba chápať aj v environmentálnej rovine, kde priamy efekt nemusí vždy znamenať úsporu aplikovaného množstva. V mnohých experimentoch sa potvrdilo, že variabilné dávky treba aplikovať na takmer všetkých pestovateľských plochách (Havránková, 2006, 2007; Rataj et al., 2010). Variabilita porastov pri hnojení dusíkatými hnojivami je závislá na rastovej fáze plodiny, ale z vykonaných experimentov možno konštatovať, že variabilita porastu sa dotýka významne veľkých plôch až do 20 %. Pri variabilnom hnojení dusíkom bolo dokázané zvýšenie úrody ozimnej pšenice o  $1,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Ingeli, 2015).

Očakávané dopady možno technicky a technologicky zabezpečiť. Skutočný efekt však významne ovplyvňuje ľudský faktor od pracovnej disciplíny pri výkone práce až po zásadné rozhodnutia smerujúce k ochrane životného prostredia.

### Technogénne faktory a ochrana pôdy

Neoddeliteľnou súčasťou systému presného poľnohospodárstva je aj ochrana pôdy, predovšetkým proti degradácii vplyvom utlačania. Zmena fyzikálnych vlastností pôdy vyvoláva na rastliny abiotické stresy, zhoršuje pôdne prostredie a vytvára podmienky na vodnú a veternú eróziu. Obrábanie pôdy je proces, kedy sa v pôde v potrebnom hĺbkovom horizonte pohybuje pracovný nástroj. Okrem špecifických vý-



Obr. 6. Penetrovacie odpor pôdy. Zdroj: Macák et al. (2018)

Vysvetlivky: A – neutlačená pôda, B – utlačenie pôdy jedným prejazdom, C a D – utlačenie pôdy viacnásobnými prejazdmi



Obr. 7. Infiltrácia vody v neutlačenej pôde. Foto: Vladimír Rataj

robných podmienok, ako je napr. výroba v uzatvorených vegetačných priestoroch alebo v záhonovo organizovanej výrobe s portálovým pohybom strojov, kde je pohyb strojov výrazne redukovaný, sú všetky poľné pracovné operácie naviazané na prejazd strojov po pôde. Podľa Páltika a kol. (2003) je jazdná dráha na obrábanie pôdy, ošetrovanie a zber obilnín cca  $25 - 35 \text{ km}\cdot\text{ha}^{-1}$  podľa použitej technológie. Od týchto údajov sa odvíja aj parameter (hmotnosť stroja  $\times$  dráha), čo je  $100 - 150 \text{ t}\cdot\text{km}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Na základe možnosti monitorovania pohybu strojov po poli sa problematikou pre-



Obr. 8. Infiltrácia vody v cielene utlačenej pôde. Foto: Vladimír Rataj



Obr. 9. Infiltrácia vody v pôde utlačenej viacnásobnými prejazdmi. Foto: Vladimír Rataj

jazdov zaoberali ďalší autori, kde napr. Kroulík et al. (2011) uvádzajú počas pestovania obilnín v jednom roku 1 – 10-násobné prejazdy kolies stroja po jednom mieste pozemku. Každý vstup na pôdu má vplyv na jej fyzikálne parametre. Medzi významné ukazovatele patrí objemová hmotnosť pôdy, optimálne hodnoty pre obilniny uvádza Bedrna (2002) v rozsahu 1,2 – 1,4 t.m<sup>-3</sup>, resp. pre pšenicu ozimnú autori uvádzajú 1,45 – 1,5 g.cm<sup>-3</sup> (Javůrek, Vach, 2008) a za rizikovú považujú hodnotu 1,6 g.cm<sup>-3</sup>. Zmeny fyzikálnych

vlastností ovplyvňujú podmienky na vývoj koreňových systémov rastlín, ovplyvňujú rozvoj pôdneho edafónu a pohyb voľnej vody a s ňou spojený transport živín.

Prejazdy strojov patria medzi technogénne faktory, s ktorými treba pri pestovaní plodín uvažovať. V aplikácii na technickú prax možno utlačenie pôdy posudzovať meraním penetrometrickeho odporu vo vertikálnom alebo horizontálnom smere. V podmienkach Slovenska sa na väčšine obrábaných plôch vyskytuje zhutnená (podorničná) vrstva. Jej hĺbka závisí od technológií obrábania ako dôsledku dlhoročného obrábania pôdy do rovnakých hĺbok. Napriek tomu však platí, že najväčšie zhutnenie pôdy vyvolá prvý prejazd.

Eliminovať utlačenie pôdy prejazdom strojov možno v zásade dvomi cestami. Jedna cesta je úprava konštrukčného riešenia podvozkov napr. použitím špeciálnych nízkotlakových pneumatík s veľkou styčnou plochou, využívaním „podhustenia“ existujúcich pneumatík na nižšie tlaky, použitím pásových alebo kombinovaných podvozkov a pod. s cieľom dosiahnuť čo najmenší tlak na pôdu.

Druhá cesta je zmena organizácie práce pri pohybe strojov. Obmedzenie voľných a často zbytočných prejazdov cez parcely, rýchle otáčanie na úvratiach s hnutím pôdy,

výber vhodného termínu na vstup na pozemok hlavne z pohľadu vlhkosti pôdy.

V rámci organizácie práce možno využiť aj technológiu riadeného pohybu strojov po poli (*Controlled Traffic Farming* – CTF). Táto technológia sa vo svete úspešne používa, napr. v Austrálii je podľa údajov aplikovaná na viac než 1 mil. ha (Havránková, 2006). V princípe ide o postup, kedy všetky stroje jazdia po poli vždy po tých istých stopách. Tieto stopy sa však štandardne obrábajú. Očakávaný efekt je v trvalom

oddelení pôdy utlačenej prejazdami strojov a vyčlenenie pôdy bez prejazdov. Systém CTF vyžaduje, aby boli zosúladené rozchody kolies a šírky pneumatík strojov. Treba tiež používať rovnaký pracovný záber strojov, resp. jeho násobok. Vo svete sa na tento účel používa úprava rozchodu kolies (napr. pri traktoroch sú to 3 m), čo však prináša problém pri preprave po verejných komunikáciách. Vo Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU v Kolíňanoch bol v roku 2009 na ploche 16 ha založený experiment s využívaním CTF. S odstupom desiatich rokov sa ukázalo, že ide o unikátny experiment, ktorý podľa našich poznatkov nemá v Európe obdobu. Základnou myšlienkou bolo využiť komerčne používané stroje bez technických úprav. Pracuje sa v module 6 m záberov (Galambošová et al., 2017) a dosahuje sa efekt 64 % neutlačenej plochy (obr. 5). Priebežne sú sledované parametre pôdy, porastov aj úrody. Vo všetkých ukazovateľoch dochádza k signifikantnému zlepšeniu. Výsledky penetrometrického odporu pôdy po desaťročnom aplikovaní systému CTF uvádza obr. 6 (Macák et al. 2018).



Obr. 10. Infiltrácia vody v systéme riadeného pohybu strojov, tzv. *Controlled Traffic Farming*. Foto: Vladimír Rataj

### Hospodárenie s vodou v pôde

V ostatných rokoch do poľnohospodárskej výroby, osobitne do poľnej rastlinnej výroby vstupuje ďalší fenomén – klimatické zmeny s výraznými výkyvmi počasia.

Merania teploty vzduchu potvrdili, že v strednej Európe sa od konca 19. stor. zvýšili priemery teploty vzduchu tak v teplom, ako aj v chladnom polroku približne o 2,0 °C. Rast teploty v posledných 37 rokoch (od roku 1980) bol výrazne najvyšší za celú éru meteorologických meraní v strednej Európe (od roku 1775) a je zrejme najvyšší aj za posledných 2000 rokov za rovnaký čas. Úhrny zrážok nemajú od konca 19. stor. v strednej Európe významný trend, zvýšila sa ale ich premenlivosť (Lapin, 2017).

Podľa Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) bola v roku 2018 na doteraz najväčšom počte pozorovacích staníc v rámci Slovenska dosiahnutá priemerná ročná teplota vzduchu 12 až 13 °C, pričom niektoré teploty boli zaznamenané vôbec prvýkrát v histórii meteorologických meraní na Slovensku ([www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=972](http://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=972)). Uvedené teploty a nerovnomerné, resp. podpriemerné zrážky sa podpísali pod pôdne sucho, pričom SHMÚ uvádza, že situácia bola počas roka 2018 premenlivá. V období tvorby úrody väčšina poľných plodín bolo extrémne sucho na 16 % územia. Počas leta sa situácia lokálne zlepšila, no zhoršenie nastalo v priebehu septembra, kedy bolo extrémne sucho najmä na krajnom

východe Slovenska. Deficit pôdnej vlhky na krajnom východe dosiahol hodnotu až  $-100$  mm ([www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=967](http://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=967)). Podobné scenáre sa objavili aj v rokoch predchádzajúcich a súčasný vývoj počasia (jar 2019) vrátane slabších zásob vody po zimných mesiacoch indikuje podobný vývin. Problémy so vzchádzaním mali porasty repky a ozimín.

Základom je teda vytvoriť podmienky na zachytenie dostatočného množstva vody v pôde po zime. Každý pôdny druh má iné vlastnosti. Podľa obsahu a veľkosti pôdnych častíc je vytvorených niekoľko klasifikácií. Najdostupnejšia je klasifikácia podľa Nováka (Antal a kol., 2018), ktorú využíva aj klasifikácia podľa bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek BPEJ ([www.podnemapy.sk/portal/verejnost/bpej/bpej.aspx](http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/bpej/bpej.aspx)). Schopnosť pôdy udržať vodu je limitovaná práve pôdnym druhom. Možnosť využitia vody v pôde rastlinami ohraničujú hodnoty hydrolimitov, pri ktorých hodnota poľnej vodnej kapacity predstavuje ľahko dostupnú vodu a hodnota, kedy je voda v pôde viazaná veľkou silou a koreňový systém rastlín už nedokáže túto vodu prijať, sa nazýva bod vädnutia. Priestor medzi týmito dvoma úrovňami sa definuje ako využiteľná voda v pôde. Problematiku princípov, zisťovania a zákonitostí pohybu vody v pôdnom profile spracovalo množstvo autorov. Stanovenie hodnôt možno určiť laboratórne alebo pomocou pedo-transferých funkcií (Šútor, Štekauerová, 2003). Proces vnikania vody do pôdneho prostredia v závislosti na čase charakterizuje infiltrácia (Igaz, Šiška, 2003). Pri infiltrácii cez povrch pôdy významnú úlohu zohráva jej štruktúra.

Z mnohých experimentov a skúseností plynie, že utlačanie pôdy vplyvom technogénnych faktorov (napr. prejazdov a pohybu strojov) proces infiltrácie ovplyvňuje. Ako príklad možno uviesť experimenty s využitím ekologického farbiva. Na ohraničenej ploche  $2 \times 0,5$  m, bolo aplikované množstvo vody predstavujúce  $100$  mm zrážok. Experiment prebiehal začiatkom júna 2017 počas Celoslovenských dní poľa v Dvoroch nad Žitavou. Rok 2017 patril k ročníkom s výrazným deficitom zrážok. Podľa pozorovania v SHMÚ Hurbanovo bol deficit v jednotlivých mesiacoch od  $-10$  až do  $-75$  mm dlhodobého normálu. Na neutlačenej ploche prebiehalo vsakovanie vody (infiltrácia) rovnomerne. Plné nasýtenie vykazoval horizont  $8 - 10$  cm. Vplyvom koreňov rastlín bolo možné zaznamenať zreteľnú infiltráciu do hĺbky  $30$  cm. V jednotlivých kapilárach je farbivo zreteľné aj v hĺbke  $60$  cm, čo je hĺbka výkopu (obr. 7).

Pre porovnanie bola pripravená plocha, ktorá bola (v čase marec – máj) päťkrát utlačená prejazdom traktora so závažím, čo modeluje technologické prejazdy počas vegetácie porastu. V utlačenej pôde bolo možné vizuálne identifikovať vertikálne praskliny do hĺbky cca  $30$  cm. Relatívne rovnomerná infiltrácia na po-

vrchu bola merateľná do hĺbky cca  $3$  cm. Z odkopanej sondy je zreteľné, že voda sa dostávala do hlbších horizontov až do hĺbky  $60$  cm, ale len pozdĺž vytvorených vertikálnych prasklín (obr. 8).

Ako extrém bola infiltrácia testovaná aj na ploche, na ktorej boli realizované viacnásobné prejazdy. Táto plocha môže reprezentovať úvrate alebo „dopravné cesty“, ktoré si často vytvára na parcelách obsluha strojov. Na tejto ploche vsakovanie vody nebolo možné (obr. 9). Jediná voda, ktorá sa do pôdy dostala, vtekala pozdĺž vertikálnych prasklín. Ostatná voda zostala na povrchu a postupne sa odparila, samozrejme, so všetkými negatívnymi dôsledkami, ako je prísušok a pod.

Na dokumentovanie vplyvu utlačenia pôdy na infiltráciu možno použiť pohľad na vodnú eróziu, ktorá sa objavila po rýchlom topení snehu. Pri pozorovaní stavu na parcele s uplatneným systémom CTF je zreteľné, že v trvalej stope, po ktorej sa stroje pohybujú, je infiltrácia spomalená. Napriek tomu v priestore bez utlačenia, vzdialenom len niekoľko decimetrov, sa erózia nenachádza a pôda bola schopná vodu infiltrovať (obr. 10).

\* \* \*

Definícia presného poľnohospodárstva popisuje situáciu a na jej základe dáva odporúčania na efektívne hospodárenie. Ekonomické efekty bývajú priamo vyčísliteľné, dostávajú sa v relatívne krátkom čase (napr. pestovateľský rok), a preto majú väčšiu šancu na ich zavedenie. Rovnako dôležité sú aj efekty environmentálne. Efekty presného poľnohospodárstva vplyvajúce na udržanie dobrého životného prostredia, ktoré sa dotýkajú pôdy, vodnej bilancie, kontaminácie spodných vôd a v konečnom dôsledku aj tvorby krajiny, sa však dostavia až po dlhšom čase. V období klimatických zmien s množiacimi sa úkazmi, ako sú napr. privalové dažde, ľadovec, prudký vietor alebo dlhotrvajúce obdobie vysokých teplôt a sucha, z ktorých sú mnohé často výrazne lokálneho charakteru, je každé opatrenie smerujúce k obmedzeniu ich negatívnych dopadov žiaduce a nevyhnutné. Žiadne opatrenie nie je univerzálne. Pri rozhodovaní treba vychádzať z lokálnych podmienok.

V rámci pravidiel systému presného poľnohospodárstva sa zavádzajú nové alebo „znovu objavené“ výrobné technológie a spôsoby hospodárenia. Ide napríklad o pásové obrábanie (Brant a kol., 2016), melioračné úpravy a riadenie zavlažovania (Jobbagy a kol., 2017), využívanie medziplodín, v oblastiach ohrozených eróziou znižovanie plôch monokultúr (Havel, 2018) a pod.

Negatívne javy, ktoré prinášajú straty a utrpenie sa prejavujú často ako súhra náhod. Mnohokrát však majú základ v rozhodovaní človeka. Každý máme

svoju zodpovednosť – od strategických manažérov až po technika za volantom stroja. Hoci to tak v prvej chvíli nevyzerá, každý svojim rozhodovaním a činom ovplyvňujeme budúci vývoj.

*Práca vznikla s príspevom projektov ITEPAG Aplikácia informačných technológií na zvýšenie environmentálnej a ekonomickej udržateľnosti produkčného agrosystému ITMS 26220220014 a projektu Vybudovanie výskumného centra AgroBioTech ITMS 26220220180.*

## Literatúra

- Antal, J., Bárek, V., Čimo, J., Halaj, P., Halászová, K., Horák, J., Igaz, D., Jurík, L., Muchová, Z., Novotná, B., Šinka, K.: Hydrologia poľnohospodárskej krajiny. 2. vydanie. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2018, 371 s.
- Bedrna, Z.: Environmentálne pôdoznanectvo. Bratislava: Veda, vydavateľstvo SAV, 2002, 352 s.
- Brant, V., Bečka, D., Cihlář, P., Fuksa, P., Hakl, J., Holec, J., Chyba, J., Jursík, M., Kobzová, D., Krček, V., Kroulík, M., Kusá, H., Novotný, I., Pivec, J., Prokinová, E., Růžek, P., Smutný, V., Škeříková, M., Záborský, P.: Pásové zpracování půdy (strip tillage): klasické, intenzivní a modifikované. Praha: ProfiPress, spol. s r.o., 2016, 135 s.
- Dammer, K. H., Ehlert, D.: Variable-Rate Fungicide Spraying in Cereals Using a Plant Cover Sensor. Precision Agriculture, 2006, 7, p. 137 – 148.
- Galambošová, J., Macák, M., Rataj, V., Antile, D. L., Godwin, R. J., Chamen, W., Žitňák, M., Vitázková, B., Ďudák, J., Chlpík, J.: Field Evaluation of Controlled Traffic Farming in Central Europe Using Commercially Available Machinery. Transactions of the ASABE, 2017, 60, 3, p. 657 – 669.
- Gebbers, R., Adamchuk, V.: Precision Agriculture and Food Security. Science, 2010, 327, 5967, p. 828 – 831. DOI: 10.1126/science.1183899
- Godwin, R. J., Wood, G. A., Taylor, S. M., Knight, S. M., Welsh, J. P.: Precision Farming of Cereal Crops: A Review of a Six Year Experiment to Develop Management Guidelines. Biosystems Engineering, 2003, 84, 4, p. 357 – 391.
- Havel, P.: 30 hektarů a dost. Reflex, 2018. ([www.reflex.cz/clanek/zpravy/90499/30-hektaru-a-dost-obri-zemedelske-lany-monokultur-ktere-nici-pudu-a-vysousi-krajinu-skonci.html](http://www.reflex.cz/clanek/zpravy/90499/30-hektaru-a-dost-obri-zemedelske-lany-monokultur-ktere-nici-pudu-a-vysousi-krajinu-skonci.html))
- Havránková, J.: Vplyv priestorovo diferencovaných vstupov na efektívnosť výroby poľných plodín. Dizertačná práca. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2006, 170 s.
- Havránková, J.: The Evaluation of Ground Based Remote Sensing Systems for Canopy Nitrogen Management in Winter Wheat. Degree of Master of Philosophy (MPhil). Cranfield, United Kingdom: Cranfield University, 2007, 132 p.
- Igaz, D., Šiška, B.: Vplyv hnojenia substrátom po kontinuálnej výrobe bioplynu na infiltračnú schopnosť pôdy. In: Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. (eds.): Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatologických systémoch. Zborník odborných referátov z bioklimatologických pracovných dní 2. – 4. 9. 2003, Račkova dolina. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2003, s. 1 – 8. (<http://www.cbks.cz/sbornikRackova03/sections/4/Igaz.pdf>)
- Ingeli, M.: Parametre variability pôdy a porastu využiteľné na priestorovo diferencované zásahy. Dizertačná práca. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015, 109 s.
- Javůrek, M., Vach, M.: Negativní vlivy ztuhnutí půd a soustava opatření k jejich odstranění: Metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., 2008, 26 s.
- Jobby, J., Krištof, K., Bárek, V.: Meliorácie v poľnohospodárstve. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017, 252 s.
- Kroulík, M., Kvíz, Z., Kumhála, F., Hůla, J., Loch, T.: Procedures of Soil Farming Allowing Reduction of Compaction. Precision Agriculture, 2011, 12, 3, p. 317 – 333.
- Lapin, M.: Fyzikálny mechanizmus klimatickej zmeny a jej možné dôsledky (1. časť). Veda na dosah, 2017. (<http://vedanadosah.cvtisr.sk/fyzikalny-mechanizmus-klimatickej-zmeny-a-jej-mozne-dosledky-1-cast>)
- Macák, M., Rataj, V., Barát, M., Galambošová, J.: Comparison of Two Sowing Systems for CTF Using Commercially Available Machinery. Agronomy Research, 2018, 16, 2, p. 523 – 533. DOI: doi.org/10.15159/AR.18.060
- Páltyk, J., Findura, P., Polc, M.: Stroje pre rastlinnú výrobu (obrábanie pôdy, seba). Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2003, 241 s.
- Rataj, V., Galambošová, J., Ingeli, M.: Assessment of Real Time Variable Application of Nitrogen Using Remote Sensing Sensors: Perspectives in Slovakia. In: XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering, 2010, p. 1 – 8. ([www.csbe-scgab.ca/docs/meetings/2010/CSBE101105.pdf](http://www.csbe-scgab.ca/docs/meetings/2010/CSBE101105.pdf))
- Rataj, V., Galambošová, J., Macák, M., Nozdrovický, L.: Presné poľnohospodárstvo. Vysokoškolská učebnica. Praha: ProfiPress, 2014, 157 s.
- Šútor, J., Štekauerová, V.: Stanovenie hydrolimitov pôdy PVK, BZD a BV zo zrnitostného zloženia pôdy. In: Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. (eds.): Funkcia energetickej a vodnej bilancie v bioklimatologických systémoch. Zborník odborných referátov z bioklimatologických pracovných dní 2. – 4. 9. 2003, Račkova dolina. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2003, s. 1 – 5. ([www.cbks.cz/sbornikrackova03/sections/4/sutor.pdf](http://www.cbks.cz/sbornikrackova03/sections/4/sutor.pdf))
- Urbanovič, A.: Využitie informačného systému v manažmente techniky pri pestovaní repky olejnej. Dizertačná práca. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, 173 s.

**prof. Ing. Vladimír Rataj, PhD.,** [vladimir.rataj@uniag.sk](mailto:vladimir.rataj@uniag.sk)

**doc. Ing. Jana Galambošová, PhD. MPhil.,**

[jana.galambosova@uniag.sk](mailto:jana.galambosova@uniag.sk)

**Ing. Miroslav Macák, PhD.,** [miroslav.macak@uniag.sk](mailto:miroslav.macak@uniag.sk)

**Katedra strojov a výrobných biosystémov Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra**