

# Informační listy 43

půda, voda, krajina



Vychází pro vnitřní potřebu pracovníků Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., členů Odboru vodního hospodářství a Odboru pedologie České akademie zemědělských věd, a České pedologické společnosti.



**ČA ZV**

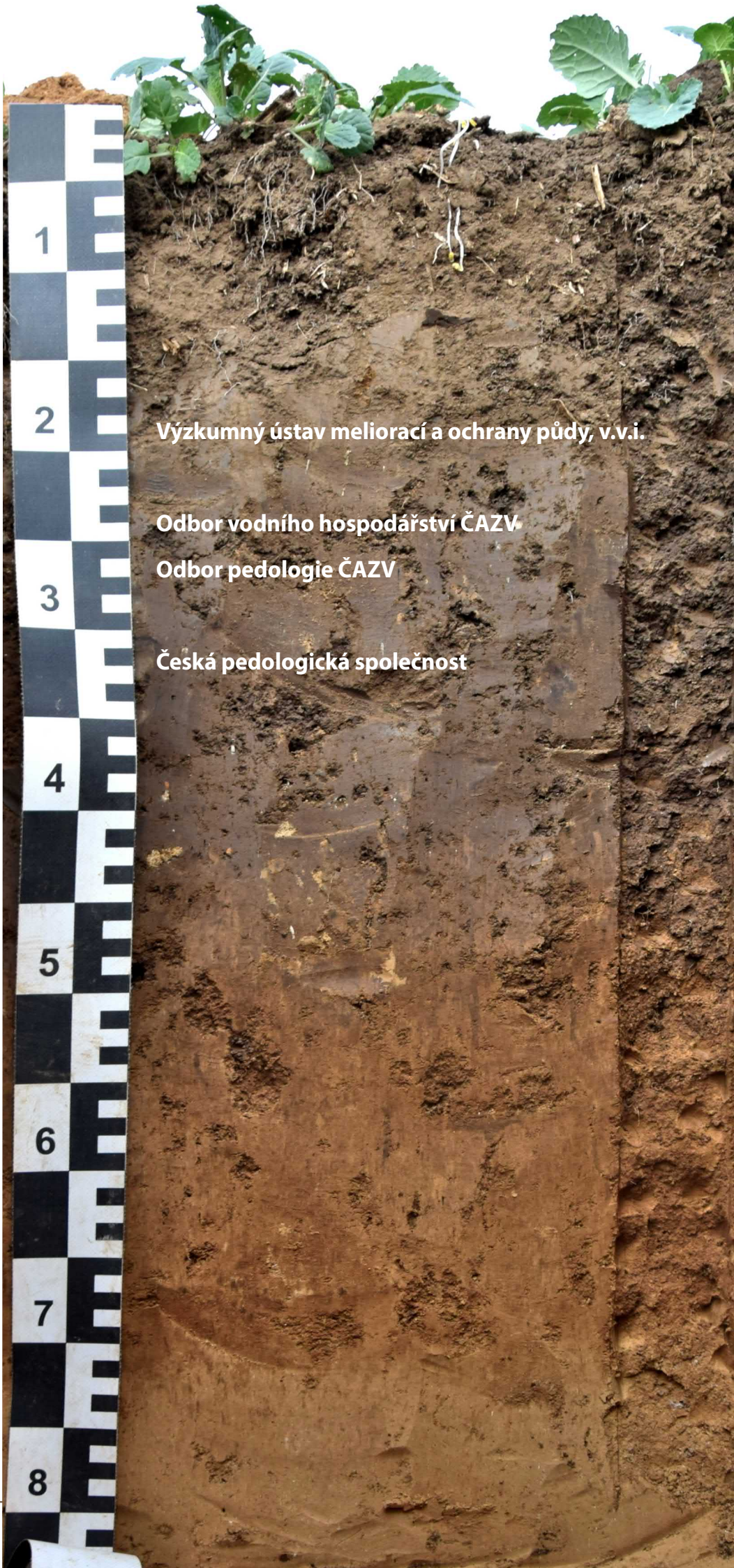


připravila redakční rada ve složení:

prof. Ing. Radim Vácha, Ph.D. (předseda),  
prof. Ing. Radka Kodešová, CSc.,  
RNDr. Pavel Novák, Ph.D.,  
doc. Ing. Vít Penížek, Ph.D.,  
doc. Ing. Eduard Pokorný, Ph.D.,  
RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.,  
prof. Ing. Jan Váchal, CSc.,  
doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.,  
Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.  
(odpovědný redaktor)

Adresa redakce:

Výzkumný ústav meliorací a ochrany  
půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27  
Praha 5 – Zbraslav  
[www.vumop.cz](http://www.vumop.cz)



Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Odbor vodního hospodářství ČA ZV

Odbor pedologie ČA ZV

Česká pedologická společnost

# Obsah

- 3 Úvodní slovo**  
*prof. Ing. Radim Vácha, Ph.D.*
- 4 Kritérium "brownfield" jako součást vybraných operací Programu rozvoje venkova ČR**  
*Ing. Jarmila Čechmánková, Ph.D.*
- 6 Aplikace dusíkatých hnojiv v precizním zemědělství**  
*Ing. Renata Duffková, Ph.D.*
- 10 Pozemkové úpravy – nástroj k realizaci adaptačních opatření – příklad dobré praxe**  
*Mgr. Petr Karásek*
- 16 Nová generace hydrologických map ve VÚMOP**  
*doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.*
- 20 Jak může pomoci dálkový průzkum Země při mapování půdních vlastností**  
*Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.*
- 24 Historie a současnost závlah v ČR, výstupy projektu NAKI II**  
*doc. Ing. Zbyněk Kulhavý, CSc.*
- 26 Zalesnění zemědělsky využívané půdy**  
*doc. RNDr. Pavel Formánek, Ph.D.*
- 29 Kalkulačka vláhové potřeby – současný stav a perspektivy dalšího vývoje**  
*Ing. Renata Duffková, Ph.D.*
- 32 Mapa erozně ohrožených ploch se zohledněním zemědělské produkce v období 2016–2021**  
*Mgr. Zbyněk Janoušek, Ph.D.*
- 38 Webová aplikace „Návrh protierozních travních pásů v zemědělské krajině“**  
*Mgr. Petr Karásek*
- 40 Multikriteriální analýza území pro výběr efektivního způsobu hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území**  
*Ing. Tomáš Hejduk, Ph.D.*
- 42 SMART FARMING – Využití detailního průzkumu půdy k precizní aplikaci hnojiv**  
*Ing. Ondřej Holubík, Ph.D.*
- 46 Voda v krajině**  
*RNDr. Lenka Tlapáková, Ph.D.*
- 50 Nové mapy půdních vlastností zemědělských půd v České republice vytvořené pomocí digitálního mapování půd**  
*Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.*
- 54 Informace o studiích řešených v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce v období 2015–2022**  
*Mgr. Antonín Zajíček, Ph.D.*
- 58 Stručné črty ze Světového pedologického kongresu v Glasgow**
- 60 Tradiční setkání českých a slovenských pedologů**
- 62 Neuvěřitelné: prof. Kozák osmdesátiletý**
- 63 Rozhovor s prof. Ing. Josefem Kozákem, DrSc., dr. h. c.**
- 65 RNDr. Luděk Šefrna, CSc. – 70 let**
- 66 Laudatio Rožnovský**
- 67 Vzpomínka za panem Zdeňkem Vašků**
- 68 Pedologické aktuality**
- 69 Kalendář akcí na rok 2023**
- 70 Novinky v knihovně VÚMOP, v.v.i.**

## Slovo úvodem

prof. Ing. Radim Vácha, Ph.D.



Vážené kolegyně, vážení kolegové,

jsme rádi, že se nám po delší odmlce podařilo vydat nové číslo Informačních listů. Poslední číslo listů 42 vyšlo již v roce 2018. Další chystané číslo v roce 2019 bylo zkomplikováno průběhem pandemie COVID 19 a k jeho vydání nakonec nedošlo.

Zvažovali jsme změnu formátu Informačních listů, který by více odpovídal současným grafickým standardům. Tohoto úkolu se ujal Mgr. Dan Žížala, Ph.D., který dal současné verzi periodika novou podobu. Ta umožňuje mimo jiné i lepší zpra-

cování obrazových příloh, které se v posledních letech staly výrazným prvkem Informačních listů. V nově vydaném čísle jsme zachovali tradiční strukturu, do které jsme zařadili několik nových prvků, např. rozhovory s významnými osobnostmi naší pedologie, hydrologie, klimatologie atd., kalendář významných akcí nebo novinky v knihovně VÚMOP, v.v.i.

Doufáme, že nový formát Informačních listů přijmete pozitivně a my se budeme snažit dále rozvíjet formální i obsahovou stránku tohoto tradičního periodika. Zároveň mi dovoluňte popřát všem úspěšný a pokud možno klidný rok 2023.

## Kritérium „brownfield“ jako součást vybraných operací Programu rozvoje venkova ČR



Ing. Jarmila  
Čechmánková,  
Ph.D.

cechmankova.jarmila  
@vumop.cz  
vedoucí oddělení  
Hygieny půd

Problematikou zemědělských brownfieldů se Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. dlouhodobě zabývá. Výzkumné aktivity v modelových územích byly zaměřeny na inventarizaci a kategorizaci zemědělských brownfieldů a definování jejich typických atributů. Na základě výsledků pilotních studií došlo ke spolupráci s Ministerstvem zemědělství, která vyústila v implemetaci kritéria „zemědělský brownfield“ do pravidel k vybraným operacím Programu rozvoje venkova ČR (PRV). VÚMOP, v.v.i. se následně stal posuzovatelem podkladů pro přidělování preferenčních bodů za splnění tohoto kritéria žadatelům o dotaci v rámci vybraných operací PRV.

Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i. byl stanoven postup pro podání žádosti a získání potvrzení, že stavbu a dotčené pozemky lze považovat za „zemědělský brownfield“, tedy za součást zemědělské lokality s prioritní potřebou regenerace nebo zemědělské lokality v procesu regenerace ve fázi asanace. Cílem zavedení kritéria „zemědělský brownfield“ je získání preferenčních bodů v rámci žádostí o dotaci. Kritérium „**zemědělský brownfield**“ se stalo součástí několika operací:

- Investic do zemědělských podniků, tedy investic

v živočišné a rostlinné výrobě vedoucí ke snížení výrobních nákladů, modernizaci nebo zlepšení jakosti vyráběných produktů, zvýšení účinnosti využívání výrobních faktorů a snadnějšímu přístupu k novým technologiím.

- Podpory operačních skupin a projektů EIP, vycházející z iniciativy Evropského inovačního partnerství Produktivita a udržitelnost zemědělství (EIP). Cílem operace je podpořit fungování operačních skupin, které svou činností pod EIP spadají. Poskytuje zároveň podporu na přímé výdaje související se zavedením inovace u podnikatelského subjektu působícího v odvětví zemědělství a potravinářství.
- Podpory agroturistiky, tedy investic na diverzifikaci činností pro zemědělské subjekty v oblasti agroturistiky, vedoucí k zajištění diverzifikace příjmů, vytváření pracovních míst i pro nekvalifikované pracovní síly, k podpoře širšího využití zemědělských farem a využití venkovských brownfields.
- Zahájení činnosti mladých zemědělců, umožňující zahrnutí výdajů pro živočišnou a rostlinnou výrobu, vedoucí ke stimulaci zahájení aktivního podnikání mladých zemědělců v zemědělských podnicích prostřednictvím podpory realizace

○ Zemědělský brownfield – ruiny bývalého zemědělského objektu



## Zemědělský brownfield jako potenciální zdroj kontaminace

podnikatelského plánu.

- Investic do nezemědělských činností, tedy do založení nebo rozvoje nezemědělských činností vedoucí k diverzifikaci příjmů zemědělských podnikatelů, vytváření nových pracovních míst a posílení ekonomického potenciálu ve venkovských oblastech, a to podporou vybraných ekonomických činností.
- Podpory vývoje nových produktů, postupů a technologií v zemědělské prvovýrobě se zaměřením na projekty, které zavádějí nové nebo významně zlepšené produkty, postupy nebo technologie s ohledem na jejich charakteristiky nebo zamýšlené užití. Technologie, produkty nebo procesy musí být tedy minimálně pro podnik nové (nebo podstatně zdokonalené).

V rámci podávání žádostí do pátého až čtrnáctého kola operací Programu rozvoje venkova bylo posouzeno a vydáno stanovisko k více než 2000 žádostem.

Pro splnění kritéria „zemědělský brownfield“ je nutné splňovat možnost zařazení do dvou kategorií, a to zemědělská lokalita/stavba/plocha s prioritní potřebou regenerace – jedná se o lokality, které lze s velkou pravděpodobností označit za brownfieldy se vztahem k zemědělské činnosti, tedy jedná se o pozůstatky po zemědělské prvovýrobě či zpracování zemědělských produktů, nebo zemědělská lokalita/stavba/plocha v procesu regenerace ve fázi asanace – tedy lokality, kde již došlo k úplnému či částečnému odstranění objektů. Zásadními faktory pro zařazení lokality do dané kategorie jsou jednak nevyhovující stavebně-technický stav zemědělského objektu a dále identifikace stagnace činnosti v zemědělském areálu (objektu). Ke každému faktoru jsou stanoveny zásadní a doplňkové indicie, v prvním případě například chátrání a degradace zastřešení objektů, degradace dalších stavebních konstrukcí atd. Ve druhém případě se jedná o posouzení vývoje aktivit v areálech, dle kterého hodnotitel posoudí, zda dochází k útlumu zemědělské činnosti, rozvíjí se činnost nezemědělská, případně se rozvíjí negativní činnosti jako černé skládky apod. V tomto případě je silnou indicií zejména nulová aktivita v posuzovaném areálu.

V prvním kole (5. kolo), kdy bylo do vybraných operací zařazeno kritérium „zemědělský brownfield“, byly jedním z faktorů také majetkové poměry v posuzované lokalitě. Tento faktor byl v dalších kolech pominut.

Aktuálně probíhají práce na rozsáhlé aktualizaci Metodického postupu, kdy dojde v rámci této aktualizace k implementaci nových poznatků z předcházejících období a na jaře 2023 bude vyhlášeno další kolo příjmu žádostí. Informace pro žadatele budou zveřejněny na stránkách <https://limitypudy.vumop.cz>.



## Aplikace dusíkatých hnojiv v precizním zemědělství



**Ing. Renata Duffková, Ph.D.**

duffkova.renata@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i., oddělení  
Hydrologie a ochrany vod

**Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D.**

Mendelova Univerzita

**Ing. Petr Fučík, Ph.D.**

VÚMOP, v.v.i.

### Úvod

Principy precizního zemědělství (PZ) vycházejí z předpokladu, že efektivita materiálových vstupů do zemědělství (hnojiv, pesticidů, osiv atd.) může být zvýšena, pokud je při nakládání s nimi zohledněna půdní a výnosová variabilita zemědělského pozemku (van Alphen, 2002). Průzkum plošné variability pozemku zahrnuje kromě tradičních bodových odběrů a analýz půdních vzorků také plošná měření tzv. spektrální odrazivosti porostu pomocí dálkového průzkumu Země (DPZ), který kromě leteckých a satelitních snímků využívá i bezpilotní prostředky (UAV). Schopnost porostu odrážet elektromagnetické záření v různých částech elektromagnetického spektra má úzkou návaznost na jeho fyziologický stav a nárůst biomasy. Měření odrazivosti ve viditelné (VIS) a blízké infračervené části (NIR) spektra poskytuje informace o obsahu chlorofylu (resp. dusíku N) v plodinách a množství nadzemní biomasy. Odrazivost ve VIS klesá se vzrůstajícím obsahem chlorofylu (resp. N) a naopak odrazivost NIR stoupá s obsahem N a množstvím biomasy. Informace o odrazivosti porostu jsou transformovány do tzv. vegetačních indexů, z nichž nejčastěji užívaným je normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI), který je citlivý zejména vůči obsahu chlorofylu. Jinou alternativou je vegetační index EVI (Enhanced vegetation index), který více reaguje na strukturální změny porostu vč. množství biomasy. Díky zvýšení prostorového rozlišení, frekvence pořizování a bezplatné dostupnosti družicových snímků v poslední době (Sentinel 2A, B; pixel 10 x 10 m, 5–8 dní) bude využitelnost postupů PZ narůstat.

Principy PZ nacházejí své uplatnění vedle zpracování půdy nejčastěji při hnojení, kdy dávkování hnojiv není rovnoměrné, ale mění se plošně na základě zjištěné variability pozemku. Zatímco variabilní aplikace fosforečných a draselných hnojiv a vápenatých hmot je relativně jednoduchá, neboť je založena na jednorázovém diskrétním vzorkování půdy, správné určení dávky N pro zemědělské plodiny vyžaduje náročnější postupy. Cílem variabilního hnojení N je podpořit efektivitu využití této živiny pro tvorbu výnosu a omezení ztrát N vyplavením do povrchových a podzemních vod. Celková spotřeba N hnojiv při precizní aplikaci však nemusí být vždy nižší než u rovnoměrného (uniformního) hnojení, jeho spotřeba je však optimalizována. Ideálními plodinami pro variabilní hnojení jsou obiloviny z důvodu hustě zapojeného porostu, jehož stav je pomocí DPZ dobře postihnuteľný. Variabilní aplikaci N hnojiv lze provést na základě dlouhodobého výnosového potenciálu, aktuálního stavu porostu nebo ideálně kombinací obou. Výnosový potenciál jednotlivých půdních bloků či jejich dílů je vymezen pomo-

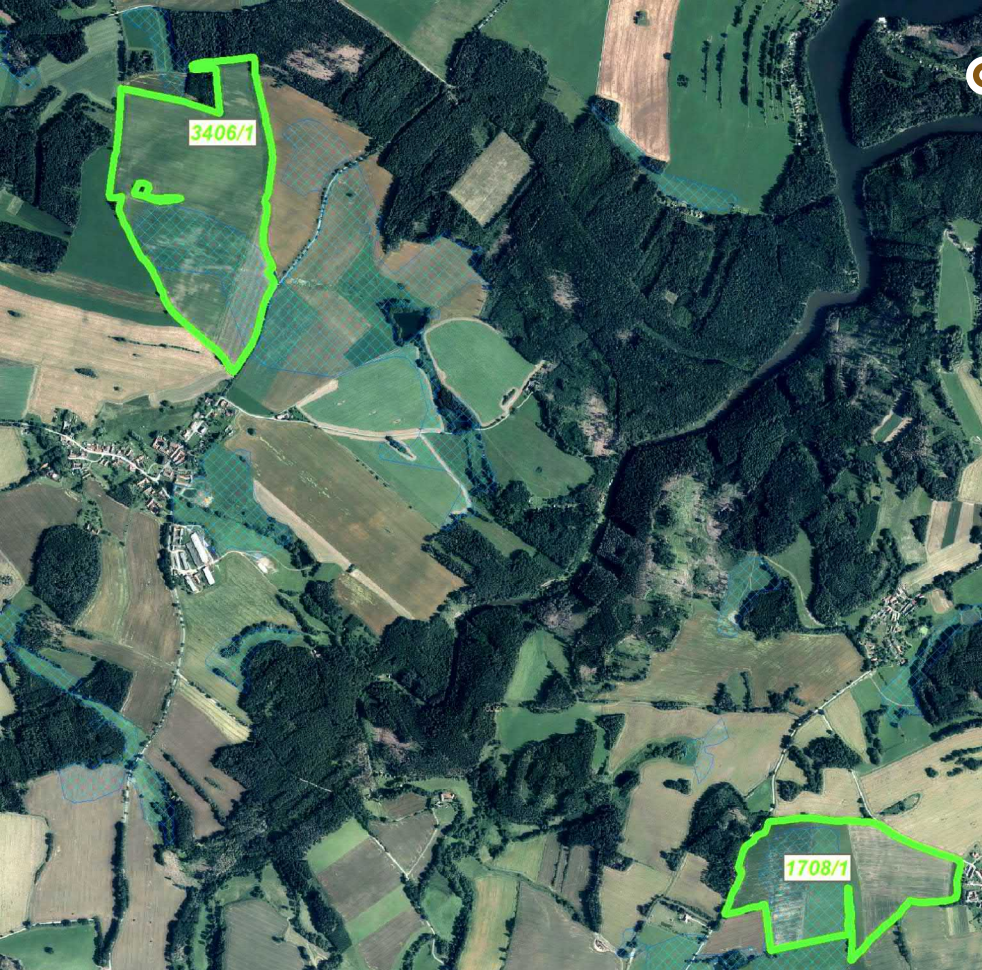
cí tzv. produkčních (management) zón, které představují části pozemků se stejnou produkční schopností. Výnosový potenciál je produktem několikaleté řady určitého vegetačního indexu z leteckých, družicových či UAV snímků pořízených ve vhodných termínech vegetačního období (květen, červen). Jelikož existuje časová prodleva mezi identifikací výnosového potenciálu a vlastní aplikací hnojiva, jedná se o tzv. off-line systém (Lukas a Neudert, 2016). Pokud je výnosový potenciál užívan jako jediný podklad pro variabilní hnojení, je v podobě tzv. aplikační mapy nahrán do palubního počítače traktoru vybaveného GPS a využit pro jednotlivá přihnojení. Části pozemku s vyšším výnosovým potenciálem vyžadují obecně vyšší zásobenost živinami ve srovnání s méně úrodnými částmi pozemku. Hnojení podle aktuálního stavu může být provedeno pomocí aplikační mapy na základě UAV a družicových snímků pořízených pár dní před vlastní aplikací nebo pomocí senzorů umístěných na traktoru, kdy v jedné operaci probíhá měření spektrální odrazivosti, jeho vyhodnocení řídicí jednotkou a aplikace hnojiva (tzv. on-line systém, Lukas a Neudert, 2016). Dávkování hnojiva podle senzorů je obvykle vyšší u horších porostů a naopak. Pro zvýšení efektivity přihnojení dusíkem je vhodné zkombinovat dlouhodobý výnosový potenciál s aktuálním stavem porostu, a to buď v podobě aplikační mapy u off-line systémů nebo kombinací online senzorového měření a podkladové mapy výnosového potenciálu (tzv. map-overlay). Při tomto kombinovaném přístupu je horší porost podpořen zvýšenou dávkou pouze tam, kde je očekáván vyšší výnos a naopak tam, kde je dobrý porost na místě s nižším očekávaným výnosem, tak je dávka snižována.

V příspěvku je vyhodnocena efektivita variabilní aplikace dusíkatého hnojiva pro tvorbu výnosu obilnin (jarní ječmen a ozimá pšenice) v rámci dvouletého polního pokusu (2016–2017) v oblasti Českomoravské vysočiny.

### Pokusná činnost VUMOP, v.v.i. v rámci precizního zemědělství

#### a) Metody

Pro precizní aplikaci hnojiv byly v letech 2016–2017 vybrány 2 půdní bloky (PB 1–2) s výrazně heterogenními půdními podmínkami v bramborářské výrobní oblasti na Českomoravské vrchovině u obcí Dehtáře a Svěpravice (tab. 1, obr. 1). Půdní blok 1 je systematicky odvodněn drenážním systémem na 1/3 plochy. V roce 2016 byl na PB 1 pěstován jarní ječmen, v roce 2017 na obou PB ozimá pšenice.



Obrázek 1. Půdní blok 1 (1708/3, Dehtáře) a půdní blok 2 (3406/1, Svěpravice) pro precizní aplikaci dusíku na Českomoravské Vysočině.

Tabulka 1. Půdní bloky vybrané pro precizní (variabilní) aplikaci minerálního dusíku v bramborářské výrobní oblasti na Českomoravské Vysočině

Půdní blok	PB 1 (1708/3)	PB 2 (3406/1)
Plocha [ha]	25,3	41,4
Nadmořská výška [m n. m.]	524	531
Průměrný sklon [°]	4,2	2,6
Půdní typy	KAm, KAg, KAr, PGm	KAm, KAmg', KAs, Pgm, RNK

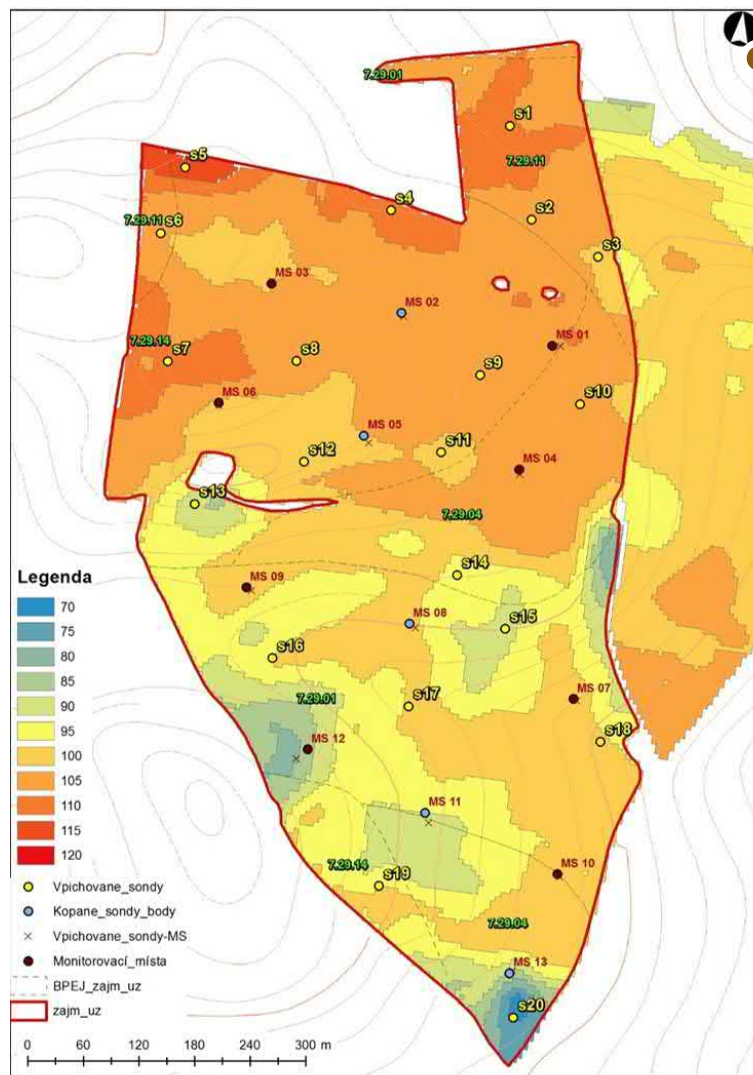
Vysvětlivky: KAm kambizem modální, KAg kambizem oglejená, KAmg' kambizem modální slabě oglejená, PGm pseudoglej modální, KAr kambizem arenická, KAs kambizem rankerová, RNK ranker kambický

Průměrný dlouholetý roční úhrn srážek pro danou oblast je 660 mm, během vegetačního období 350-450 mm. Výnosový potenciál byl pro oba PB vymezen pomocí vegetačního indexu EVI, a to z 8leté řady vybraných družicových snímků LANDSAT 5 a 8 (bezoblačné dny v období květen a červen, obr. 2 a 3). Hodnota EVI každého pixelu ve snímku byla vztažena k průměrné hodnotě EVI celého pozemku. Dále byly všechny vybrané družicové scény zkombinovány a medián každého pixelu byl považován za konečnou hodnotu výnosového potenciálu.

Na obou půdních blocích byly pro pokusné účely vymezeny části s variabilní vs. uniformní aplikací N hnojiv v relativně stejných půdních podmínkách tak, aby mohla být porovnáována efektivita aplikovaných dávek pro tvorbu výnosu (zrna). Na obr. 2 je uveden příklad pokusného polygonu na PB 1 z roku 2016. Variabilní aplikace hnojiv byla v obou letech provedena v rámci 2. a 3. přihnojení (před setím bylo hnojeno na celé ploše uniformně), a to pomocí aplikační mapy s vymezenými produkčními zónami podle výnosového potenciálu vytvořené v GIS prostředí, která byla nahrána do palubního počítače traktoru (obr. 4). Změna dávky byla vždy prováděna ručně na displeji rozmetadla traktoristou, a to podle aktuální pozice rozmetadla zobrazené na aplikační mapě.

Obrázek 2. Výnosový potenciál (64-171 %) pro PB 1 (1708/3, Dehtáře) s červeně vyznačeným polygonem rozděleným na dva pásy v roce 2016 (severní část – uniformní dávky dusíku, jižní část - variabilní dávky dusíku).





Obrázek 3. Výnosový potenciál (70–120 %) pro PB 2 (3406/1, Svěpravice)

v části polygonu s variabilní aplikací prokázána vyšší účinnost využití N pro tvorbu výnosu, tzn. že na 1 kg aplikovaného N bylo vyprodukováno více zrna (60 kg) ve srovnání s uniformní aplikací (56 kg). Variabilní aplikace N byla provedena i v nižší části PB 1, tj. na jih od pokusného polygonu (obr. 5). Tato část měla převážně o 20–30 % nižší výnos než je průměrný výnos PB 1. Přesto se v roce 2016 výnos v této méně hnojené části pozemku výrazně nelišil od výnosově nadprůměrné a více hnojené 120 % zóny (6,6 t.ha<sup>-1</sup> vs. 7,2 t.ha<sup>-1</sup>). Důvodem bylo, že do dolní části pole byl v průběhu zimy 2015/2016 splaven půdní minerální N z vyšších částí pole (listopad 2015 – březen 2016 = 189 mm srážek), a to navíc po předchozí suché vegetační sezóně 2015, kdy v půdě zůstalo po sklizni nahromaděno velké množství reziduálního minerálního N. Tudiž snížená výnosnost dolní části pozemku daná vysokou utužeností půdy a zhoršenou zásobeností kořenového systému kyslíkem byla v roce 2016 touto vyšší dostupností N částečně kompenzována.

V roce 2017 byl v kritickém období května a června nedostatek srážek (PB 1 = 73 mm, PB 2 = 86 mm), který zapříčinil sníženou efektivitu využití N ve srovnání s rokem 2016 (tab. 2). Výnosy i efektivita využití N byla přibližně stejná na částech pozemků s uniformní i variabilní aplikací minerálního N (tab. 2). Kromě nedostatku vody byla na PB 1 na počátku vegetační sezóny dostupnost půdního minerálního N pro pšenici nižší ve srovnání s rokem 2016. Navíc rozklad ječné slámy, která zůstala na poli z předchozí sklizně, poutal minerální N potřebný pro mikrobiální činnost. Nedostatek vody snížil výnosy i na PB 2 (Svěpravice). Zde byly aplikovány nižší dávky N hnojiv, protože předplodina (řepka ozimá) byla na podzim 2015 hnojená vysokými dávkami hnoje (40 t/ha). Pro naplnění předpokládaných přínosů precizní aplikace hnojiv, tj. zlepšené efektivitu využití N, nebyly vytvořeny vhodné podmínky, a to v souvislosti zejména s nedostatečnou dostupností půdní vláhy.

Produkční zóny s vyšším výnosovým potenciálem obdržely vyšší dávky hnojiva a naopak. Např. 120 % produkční zóna obdržela o 20 % hnojiva více ve srovnání se 100 % produkční zónou s průměrným výnosem. Aby byl získán přehled o plošné variabilitě výnosů PB, byly obiloviny v obou letech sklizeny kombajnem vybaveným kvantimetrem a GPS se záznamem výnosů zrna každých 5 m pojezdu.

## b) Výsledky

V roce 2016 spadlo během vegetační sezóny na PB 1 (Dehtáře) 355 mm srážek, což odpovídá dlouhodobému průměru. Porost ječmene byl v kritických měsících května a června, kdy se tvoří základy výnosu zrna, optimálně zásoben srážkami v množství 130 mm. Tyto vláhové podmínky zajistily účinné využití minerálního N aplikovaného v daném roce, případně N uvolněného mineralizací z půdní organické hmoty. V rámci pokusného polygonu PB 1 zvýšila variabilní aplikace N hnojiv výnos jarního ječmene o 8 % (6,9 vs. 6,6 t/ha v uniformní části, tab. 2), a to při nižších celkových dávkách hnojiv ve srovnání s uniformní aplikací (115 kg N/ha ve variabilní vs. 118 kg N/ha v uniformní části). V důsledku toho byla

Tabulka 2. Průměrný výnos obilovin, celková dávka dusíkatých hnojiv a efektivita využití dusíku v pokusných polygonech PB 1 a PB 2.

PB	Rok	Plodina	Varianta hnojení (průměr produkčních zón %)	Průměrný výnos (t/ha)	Dávka dusíku (kg/ha)	Efektivita využití N (kg zrna/kg N)
PB 1	2016	Ječmen jarní	UNI (100 %)	6,6	118	56,0
PB 1	2016	Ječmen jarní	VAR (97 %)	6,9	115	60,0
PB 1	2017	Pšenice ozimá	UNI (100 %)	6,8	162,0	41,7
PB 1	2017	Pšenice ozimá	VAR (104 %)	6,8	165,3	41,1
PB 2	2017	Pšenice ozimá	UNI (100 %)	6,2	148,5	41,8
PB 2	2017	Pšenice ozimá	VAR (100,3 %)	6,1	148,8	41,0

UNI – uniformní aplikace dusíkatých hnojiv, VAR – variabilní aplikace dusíkatých hnojiv





Obrázek 4. Precizní aplikace dusíkatého hnojiva podle aplikační mapy [Foto P. Fučík]

### c) závěr

Efektivita využití aplikovaného dusíku závisí na půdních podmínkách daného pozemku, tj. na jeho vodním, tepelném a vzdušném režimu. V podmínkách optimálního vodního režimu v období tvorby základu budoucí sklizně (květen – červen 2016) byla efektivita využití precizně (variabilně) aplikovaného N pro tvorbu výnosu vyšší ve srovnání s uniformní (stejnou) aplikací dusíku. To má pozitivní vliv nejen na ekonomiku zemědělského podniku, ale i na ochranu životního prostředí. V rámci

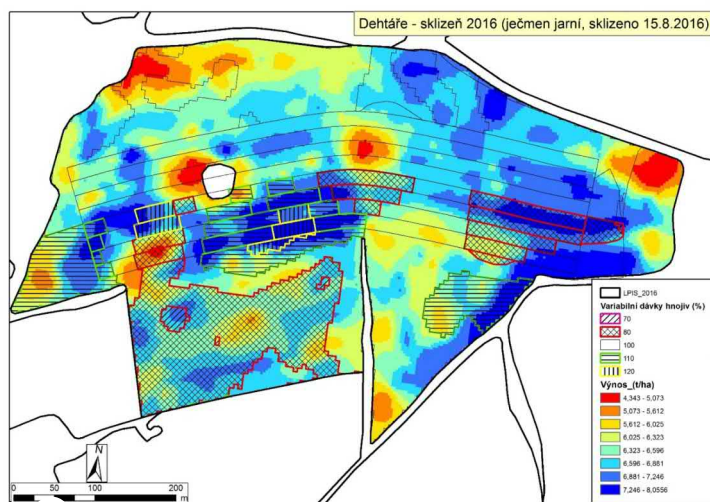
precizní aplikace dusíku musí rovněž být respektovány terénní podmínky (svažitost), kdy obzvláště po předchozí suché vegetační sezóně a vlhké zimě dochází ke splavování půdního reziduálního N do nejnižších částí pozemku podpovrchovým odtokem a dávky aplikovaného N musí být v této části půdních bloků adekvátně sníženy nebo i vypuštěny. To přispěje nejen k úspoře drahých minerálních hnojiv, ale i k ochraně povrchových a podzemních vod před znečištěním dusíkem.

### Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektů H2020 n. 633945 Farming Tools for external nutrient Inputs and water Management, TAČR TH02030133 „Zemědělský systém hospodaření integrující efektivní využití živin plodinami a ochranu vod před plošnými zdroji znečištění“ a institucionální podpory MZE RO0218.

### Literatura

- Lukas V., Neudert L. 2016. Senzorové měření porostů zemědělských plodin pro variabilní aplikaci hnojiv a pesticidů. Certifikovaná metodika pro praxi. Mendelova univerzita v Brně. 51 s. ISBN 978-80-7509-460-5.
- van Alphen, B.J. 2002. A case study on precision nitrogen management in Dutch arable farming. Nutrient Cycling in agroecosystems 62: 151-161.



Obrázek 5. Produkční zóny a rozložení výnosu ječmene jarního na PB 1 (Dehtáře, 2016)

# Pozemkové úpravy – nástroj k realizaci adaptačních opatření – příklad dobré praxe



**Mgr. Petr Karásek**

karasek.petr@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i., oddělení  
Pozemkové úpravy a  
využití krajiny

**Doc. Ing. Jana  
Podhrázká, Ph.D.**  
VÚMOP, v.v.i.

**Ing. Jana Konečná, Ph.D.**  
VÚMOP, v.v.i.

**Ing. Josef Kučera**  
VÚMOP, v.v.i.

**Ing. Michal Pochop**  
VÚMOP, v.v.i.

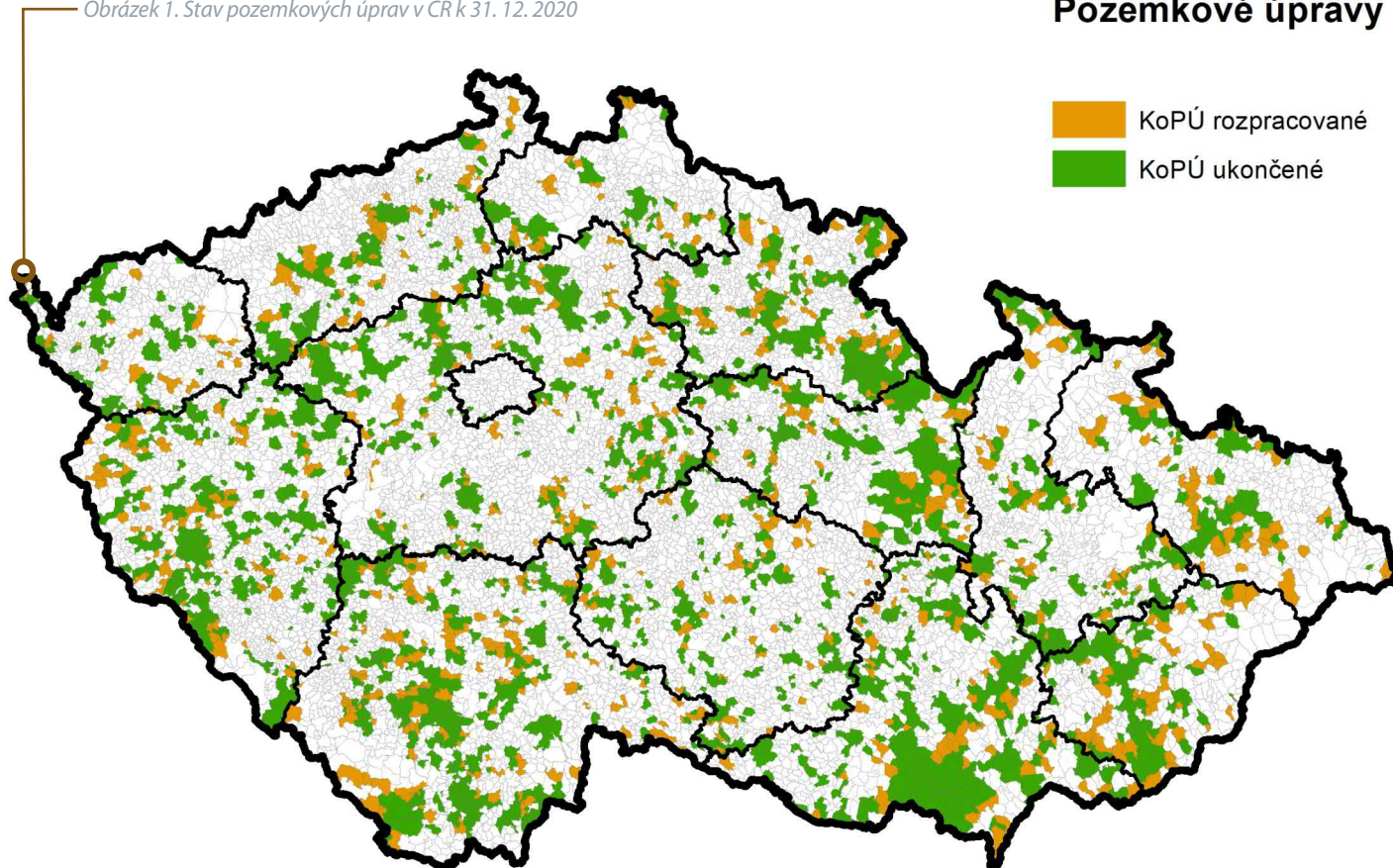
## Úvod

Oddělení Pozemkové úpravy a využití krajiny Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. se dlouhodobě věnuje výzkumné, metodické a realizační činnosti v oboru pozemkových úprav. Účelem pozemkových úprav je mimo jiné potřeba reagovat na aktuální potřeby naší krajiny. Zejména jsou to negativní dopady intenzivního zemědělského využívání půdy, spojené s rozvojem erozních procesů, znečištěním povrchových vod, úbytkem rozptýlené zeleně, zhoršenou prostupností krajiny. V posledních letech k uvedeným problémům přibývá otázka nutnosti prosazení a realizace adaptačních opatření, zejména v reakci na narůstající riziko sucha posledních let. Tato problematika je v současnosti akcentována v odborných, laických i politických kruzích. Prostřednictvím pozemkových úprav mohou být prostorově a funkčně vymezeny pozemky určené pro tzv. společná zařízení. Společná za-

řízení zahrnují soustavu opatření k ochraně půdy před erozí, vodohospodářská opatření sloužící k úpravě hydrologických poměrů v území včetně zvýšení reten-  
ce vody v krajině, polní cesty zpřístupňující jednotlivé pozemky a umožňující lepší prostupnost krajiny, a v neposlední řadě opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí – rozptýlená zeleň v krajině, síť územních systémů ekologické stability, doprovodné vegetační prvky podél liniových staveb atd.

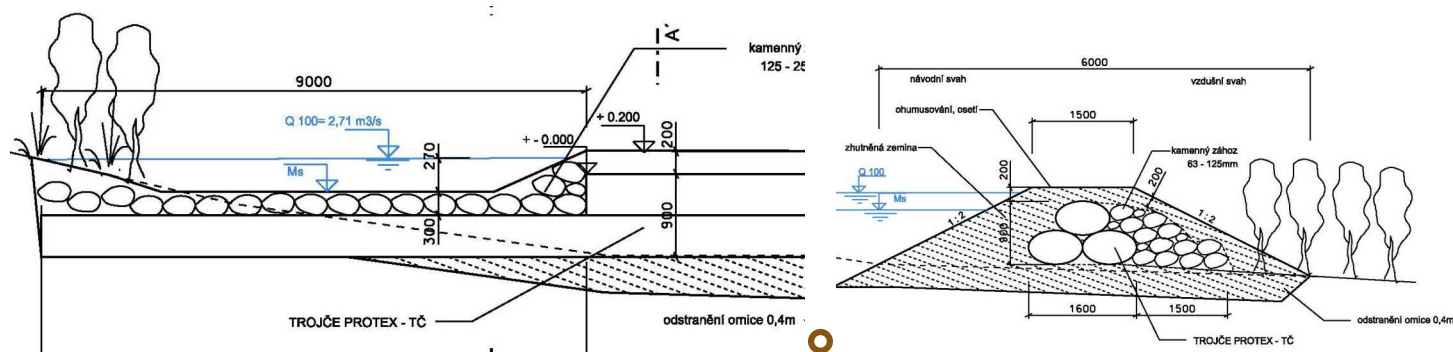
Pozemkové úpravy (komplexní nebo jednoduché) byly doposud realizovány na cca 5000 katastrálních územích (obr. 1). To v počtu katastrálních území v ČR (13 100) dává obrovský prostor k dalšímu řešení na velké části České republiky.

Obrázek 1. Stav pozemkových úprav v ČR k 31. 12. 2020



## Pozemkové úpravy

- KoPÚ rozpracované
- KoPÚ ukončené



Obrázek 2. Vzorový podélný a příčný řez přehrázkou PROTEX

### Příklad dobré praxe – jednoduchá pozemková úprava Hustopeče–Starovice

V letech 2001–2003 proběhla jednoduchá pozemková úprava (JPÚ) na ploše cca 292 ha na části k. ú. Hustopeče u Brna a k. ú. Starovice (Jihomoravský kraj). Stěžejním cílem JPÚ bylo navrhnout komplexní systém protierozních a vodohospodářských opatření na svažitém bloku orné půdy. V dotčeném území byla navržena soustava mezí s průlehy přerušujícími dlouhý svah, zatravněná údolnice, retenční nádrž se svodným průlehem. Ohrožení území větrnou erozí bylo řešeno prostřednictvím návrhu dvou větrolamů. Protierozní a vodohospodářská opatření byla doplněna sítí polních cest (s cílem lepší přístupnosti vlastnických parcel).

V roce 2006 byl zrealizován suchý poldr doplněný svodným průlehem. Srážkové vody ohrožující intravilán k. ú. Hustopeče u Brna byly převedeny do sousedního povodí v k. ú. Starovice do retenčního prostoru nádrže. Nádrž i průleh byly doplněny výsadbou křovin a dřevin. Realizován byl větrolam na jihový-

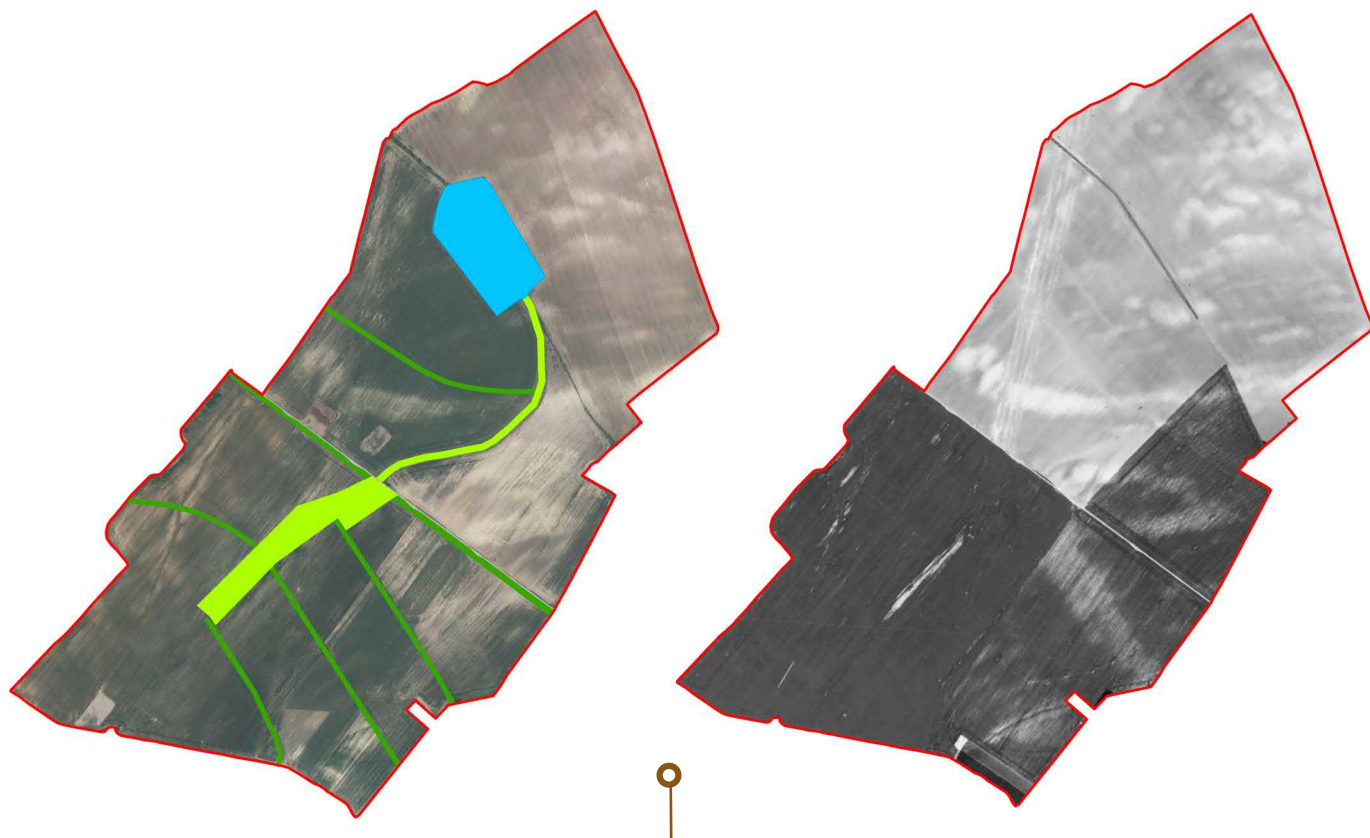
chodní hranici obvodu pozemkové úpravy. Má poloprodouavý charakter a vyhovuje požadavkům ochrany proti větrné erozi.

V rámci výzkumného projektu Technologické agentury ČR (TA04020886) byly v letech 2014–2017 zrealizovány ve spolupráci se zemědělským podnikem zbývající prvky protierozních a vodohospodářských opatření. V roce 2015 byla v části bloku orné půdy nad měrným profilem zatravněna údolnice a v ní vybudována protierozní přehrážka s využitím technologie PROTEX firmy KOEXPRO Ostrava, a.s. (obr. 2). Přehrážka sestává ze tří textilních vaků plněných environmentálně přijatelnou směsí (využití místních zdrojů zeminy a kameniva), umístěných pyramidově na sobě, překrytých geotextilií a přehnutých zeminou, která je oseta travní směsí. Maximální výška přehrážky činí 1,1 m, bezpečnostní přeliv je stabilizován kamenným záhozem a je umístěn v levé části přehrážky. Minimální výška zadržené vody je 0,67 m. Při vyšším zadržetí voda přechází přes přeliv až do výšky 100leté vody (max. 0,94 m) při průtoku  $2,71 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Přehrážka zpomaluje odtok, zadržuje vodu a zvyšuje retenční potenciál území (obr. 3).

V roce 2016 byla ve spolupráci VÚMOP, v.v.i., obce Starovice,

Obrázek 3. Pohled zatravněnou údolnicí na protierozní přehrážku PROTEX





Obrázek 4. Stav zájmové lokality před zahájením pozemkové úprav (stav v roce 1990 vpravo) a po realizaci adaptačních opatření v roce 2019 (vlevo)

Města Hustopeče a zemědělské společnosti ZEMOS, a.s. dokončena realizace společných zařízení na experimentálním povodí soustavou čtyř zatravněných zasakovacích pásů. Ty byly založeny v poloze původně navržených záchytných průlehů. Celková plocha zatravnění (zatravněná údolnice a zatravněné zasakovací pásy) činí 7,6 ha. Z toho zatravněná údolnice 5,4 ha a 4 zasakovací pásy o šířce 20 m zabírají plochu 2,2 ha. Zrealizované zatravnění má pozitivní vliv na retenci vody a celkové oživení místní krajiny. Z historického leteckého snímku (obr. 4) lze vidět, že před realizací pozemkové úpravy tvořily celé

řešené území pouze 2 půdní bloky o rozloze větší než 200 ha. Krajina tohoto typu není schopna odolávat přírodním živlům – ať už erozním procesům, nebo hrozbě sucha. Cílené zatravnění a výsadba doprovodných dřevin významně přispěly ke komplexní ochraně půdy a vody a současně ke zvýšení ekologické stability i estetiky území (obr. 5 až 7).

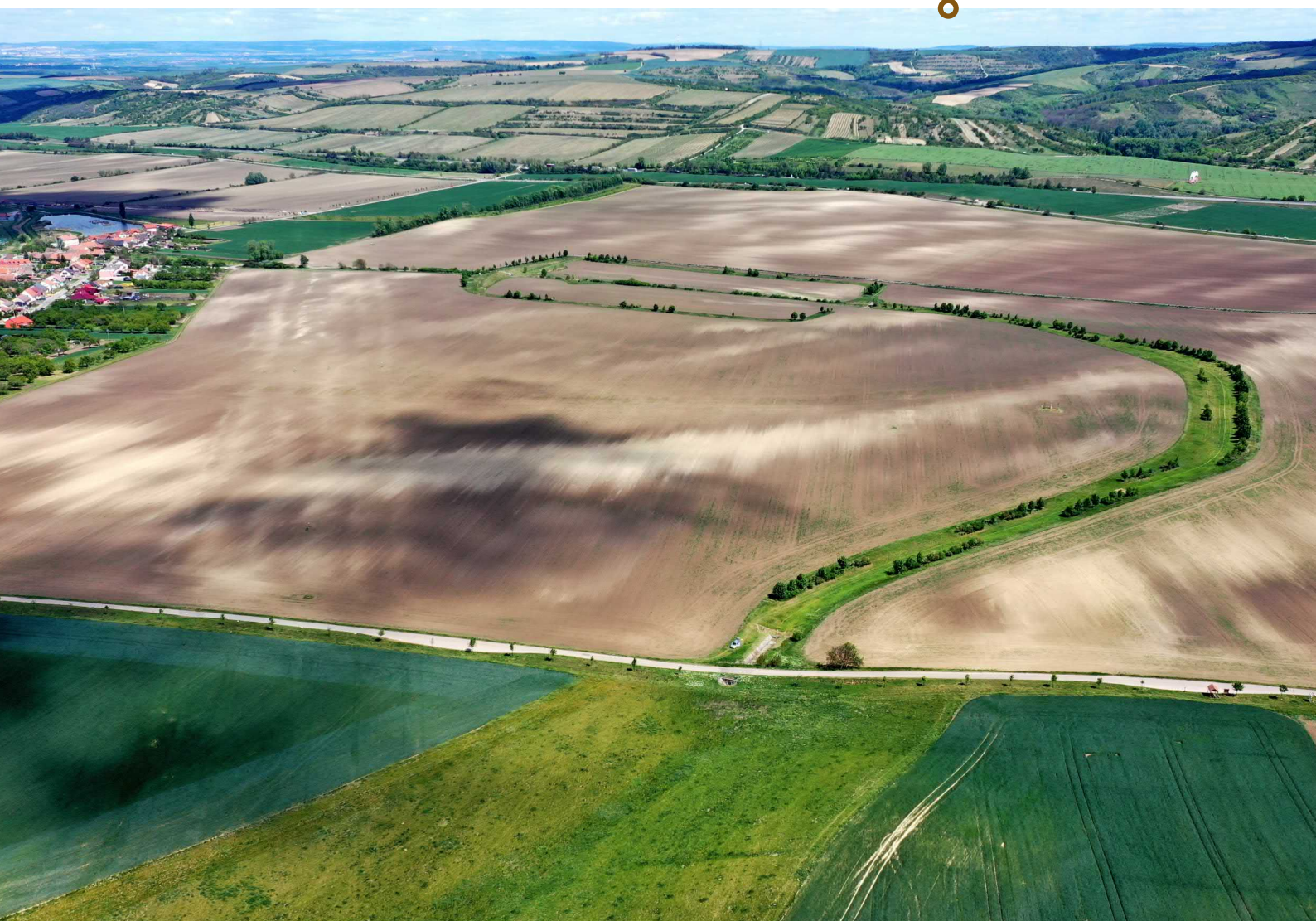
Obrázek 5. Pohled na zrealizovaný retenční travní pás





Obrázek 6. Letecký pohled na jižní část zájmové lokality (zatravněná údolnice a retenční travní pásy)

Obrázek 7. Pohled na zrealizovanou suchou retenční nádrž a svodný průleh



Obrázek 8. Stav zájmového území před realizací prvků PSZ z roku 2007 (zdroj: LPIS)

## Měření účinnosti zrealizovaných opatření

Od roku 2008 provádí VÚMOP, v.v.i. kontinuální monitoring tohoto území (obr. 8). Cílem je vyhodnotit účinnost zrealizovaných opatření s ohledem na snížení eroze a vodohospodářské poměry v území. V povodí je zřízen Thomsonův přeliv s UZV sondou pro měření průtoků, automatickým vzorkovačem plavenin, srážkoměrem a dataloggerem pro záznam a archivaci dat (obr. 11). Dále jsou v území pravidelně prováděny experimenty pomocí přetlakových infiltrometrů a přenosného simulátoru deště s cílem ověřit vliv zrealizovaných opatření na retenci srážkové vody v povodí (obr. 12).

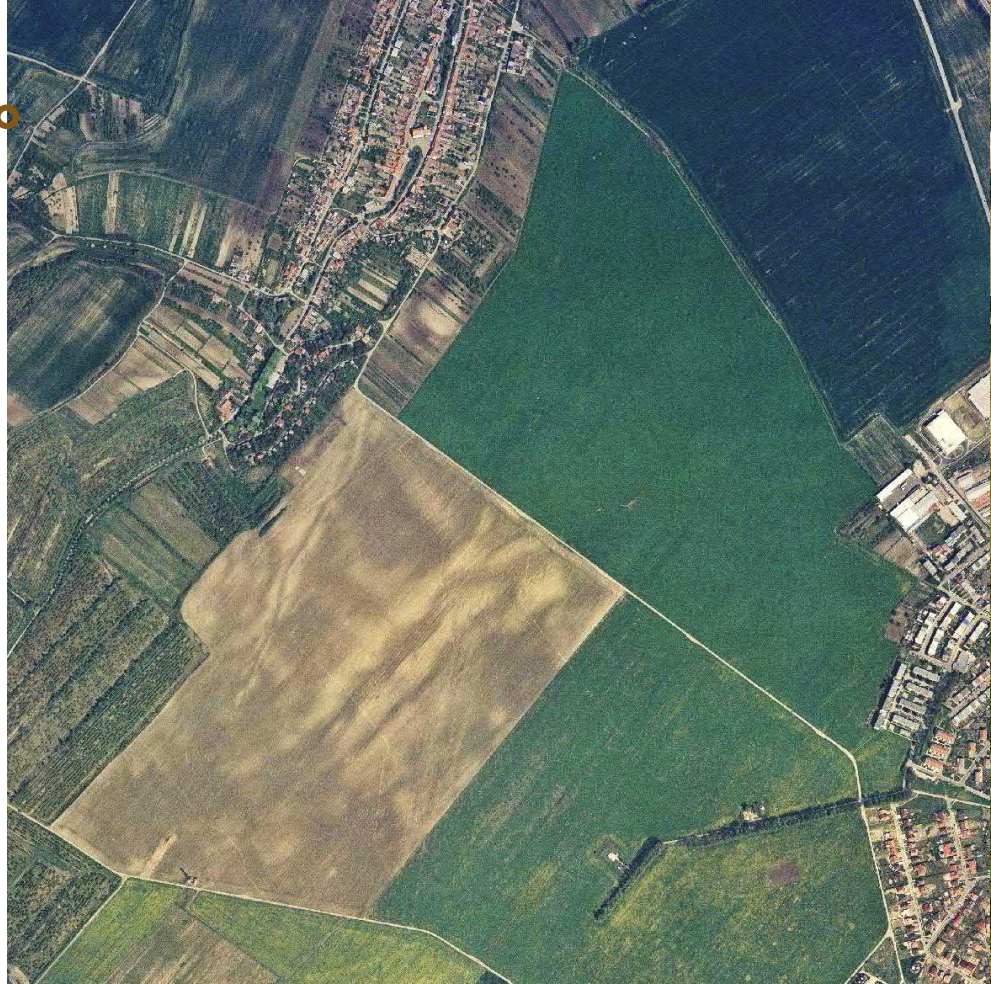
Monitoring srážkoodtokových událostí a obsahu nerozpuštěných látek nesených stoupající částí povodňové vlny je prováděn kontinuálně od roku 2008. Ve sledovaném období 2008 až 2018 byla jako nejvýznamnější zaznamenaná událost 12. 6. 2012, kdy intenzivní dešťová srážka vyvolala maximální odtok  $431 \text{ l.s}^{-1}$  a během stoupání povodňové vlny prošlo profilem zhruba 106 tun nerozpustných látek. Vysoký transport plavenin vyvolaly epizody tání sněhu v roce 2009 a 2013. Eroze z tání sněhu vytvořila náplavové těleso nad sběrným zařízením odtoku do profilu. Z měření vyplynulo, že v úpatí svahu se usadilo 34,6 t půdních částic a v korytě profilu 7,6 t. Ze součtu těchto hodnot s údaji o transportu plavenin v odtoku vyplývá, že v důsledku tání sněhu bylo oderodováno 67,7 t půdních částic, což znamená plošnou ztrátu půdy  $2,4 \text{ t.ha}^{-1}$ . Výsledky měření po realizaci opatření (od r. 2016) dokumentují jejich vysokou účinnost. Srážky srovnatelného objemu a intenzity vyvolávají v měrném profilu odtok o 75 % nižší a transport nerozpuštěných látek je velmi slabý.

S cílem zrekapitulovat působení erozních jevů v dlouhodobém měřítku byl za použití Universální rovnice ztráty půdy (USLE) a metodami GIS modelován erozní smyv před realizací soustavy

Tabulka 1. Bilance dlouhodobé průměrné ztráty půdy pro stav před a po JPÚ

Stav	Erozní smyv $\text{t.rok}^{-1}$	Objem eroze $\text{m}^3.\text{rok}^{-1}$	Objem odnosu $\text{m}^3.\text{rok}^{-1}$
Před pozemkovou úpravou	2 253	1 325	927,5
Po realizaci adaptačních opatření	430	258	180,6

Obrázek 10. Lokalizace měřicího profilu VÚMOP, v.v.i. ve svodném průlehu



opatření a po jejich realizaci. Pozitivní efekt je zřetelný z tabulky 1.

Při odhadu erozního smyvu  $2\,253 \text{ t.rok}^{-1}$  lze konstatovat, že v časovém horizontu 50 let (od doby scelení pozemků v území po současnost) mohlo být erozí potenciálně odneseno cca 113 tisíc tun ornice. Výsledky opakovaného pedologického průzkumu potvrdily degradaci půdy v důsledku dlouhodobého masivního smyvu: ztrátu humusového horizontu, změny fyzikálních a chemických vlastností.

Výzkum retenčního potenciálu (obr. 10) v řešeném území jednoznačně prokázal pozitivní vliv travních porostů na zadržování vody v krajině. Zapojený travní porost má až o desítky procent vyšší míru retence srážkové vody oproti okolní orné půdě. Realizace retenčních travních pásů ve směru po vrstevnici znamenala změnu způsobu hospodaření - usměrnění obhospodařování půdních bloků ve směru vrstevnic. To se sebou přineslo další snížení erozní ohroženosti.





Obrázek 9. Stav zájmového území po realizaci prvků PSZ z roku 2018 (zdroj: LPIS)

## Závěr

Po realizaci Jednoduché pozemkové úpravy Hustopeče–Starovice došlo k vyčlenění parcel pro protierozní a vodohospodářské patření. Jejich postupná realizace znamenala celkovou a zásadní proměnu krajiny. V okolí nádrže a svodného průlehu jsou dnes již vzrostlé stromy a keře. Rozčleněním stohektarového bloku orné půdy soustavou retenčních travnatých pásů a široké údolnice bylo docíleno nových funkčně estetických vlastností krajiny. Okolí protierozní přehrážky je nově osázeno skupinami keřů a stromů a přehrážka samotná slouží jako prvek zadržující vodu v krajině. Lokalita, dříve působící dojmem kulturní pouště, ožila nejen díky nové zeleni, ale i hojnějším výskytem drobné a spárkaté zvěře. Efekt pozemkových úprav byl docílen zejména díky

ochotě a spolupráci všech zainteresovaných subjektů – Státního pozemkového úřadu, zastupitelstva obce Starovice a města Hustopeče, zemědělské společnosti ZEMOS, a.s., Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy a jeho spoluřešitelů projektu TAČR. Uvedené území je jasným důkazem, že pozemkové úpravy jsou jedinečným nástrojem pro prosazení a realizaci adaptačních a mitigačních opatření v naší krajině.



Obrázek 11. Vybavení měřicího profilu (přeliv, UZV sonda, srážkoměr, datalogger, vzorkovač vody - vlevo v opevnění běhu)



Obrázek 12. Měření infiltračních charakteristik v zájmovém území

## Nová generace hydropedologických map ve VÚMOP, v.v.i.



**doc. Ing. Jan Vopravil, Ph.D.**

vopravil.jan@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i., vedoucí  
oddělení Pedologie a  
ochrany půdy

**Ing. Tomáš Khel**  
VÚMOP, v.v.i.

**Ing. Darina  
Heřmanovská, Ph.D.**  
VÚMOP, v.v.i.

### Úvod

Člověk nemusí být odborník, aby si nevšimnul změn klimatu, které se na území České republiky projevují především v posledním desetiletí. Z dat Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) vyplývá, že průměrné teploty vzduchu postupně rostou, úhrn srážek se drží na svém průměru, avšak mění se jejich rozložení v roce, kdy stejné množství srážek spadne v rámci menšího počtu srážkových událostí. Rostlinám jsme schopni dát dostatek živin, umíme je ochránit před škůdci a chorobami, nedokážeme jim však zajistit potřebnou vodu při déletrvajícím suchu. Výjimkou jsou půdy zavlažované, těch je ale jenom 4 % z celkové plochy zemědělského půdního

fondy a i těchto ploch se dotýká sucho hydrologické, kdy není-li kde vodu brát, nemůže se zavlažovat. S vláhou v půdě je tedy potřeba se naučit hospodařit. Je třeba podpořit infiltraci a retenci vody v půdě, práce s půdou musí přispívat k zadržení vody, nikoliv její ztrátě a musíme si celkově zvyknout, že nemůžeme spoléhat, že vláha bude během roku dostatek. Jakou roli hraje v koloběhu vody půda? Na tuto otázku se řešitelé z oddělení Pedologie a ochrany půdy pokusili odpovědět v rámci řešení projektu QJ1520026 „Optimalizace využívání zemědělské půdy z pohledu podpory infiltrace a retence vody s dopady na predikci sucha a povodní v podmínkách České republiky“ v rámci něhož vznikla nová generace map hydropedologických funkcí navazující a zpřesňující své předchůdce z roku 2007.

### Mapové vymezení hydrologických funkcí půd ČR

V roce 2007 byly pro celé území ČR vytvořeny první mapy hydropedologických parametrů půd (Novák a kol., 2007). Hodnoty RVK, VVK a propustnosti byly vytvořeny na podkladě systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), kdy byly jednotlivé charakteristiky definovány pro hlavní půdní jednotky (HPJ). Mapy definovaly parametry kromě zemědělských půd také pro půdy nezemědělské na podkladě hydrogeologické klasifikace půdotvorných substrátů (Tomášek, 2002). Hodnoty byly odvozeny z dostupných pedologických databází. V roce 2011, resp. 2012 byly MZe certifikovány Národní mapy hydrolimitů (Matula a kol., 2011), resp. Mapa ČR – odhad zásoby půdní vody dostupné pro rostliny (Matula a kol., 2012). Mapy byly vytvořeny za pomoci vypočtených pedotransferových funkcí vycházejících z dostupných databází retenčních křivek v ČR. Mapy navazovaly na projekt HYPRES (HYdraulic PRo-

perties of European Soils) a doplňovaly informace pro Českou republiku. Plošné celorepublikové vymezení hydrologických parametrů bylo provedeno s využitím podkladových map popisujících zrnitostní ráz orníčního horizontu a zrnitostních map charakteru půdotvorného substrátu (Kozák a kol., 2010). Mapa využitelné vodní kapacity definuje vlhkostní stav půdy mezi hodnotami potenciálu -50 a -15000 cm. V roce 2018 byly Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i., oddělením Pedologie a ochrany půdy, aktualizovány mapy z roku 2007. Pro potřeby tvorby mapových výstupů byly využity veškeré dostupné databáze plněné řešením projektů VaV a zakázek realizovaných pro MZe, nebo MŽP. Tato data odrážejí aktuální stav půdy v České republice a byla nashromážděna během posledních 10 let. Využity byly sondy s přesnou taxonomickou a bonitační kategorizací a k nim dostupné analýzy popisující především fyzikální stav půdy (zrnitost, P, MKVK, RVK, OHR, kvalita půdní struktury, Ksat) minimálně ve svrchních 3 půdních horizontech.

### Mapa hydrologických skupin půd (HSP)

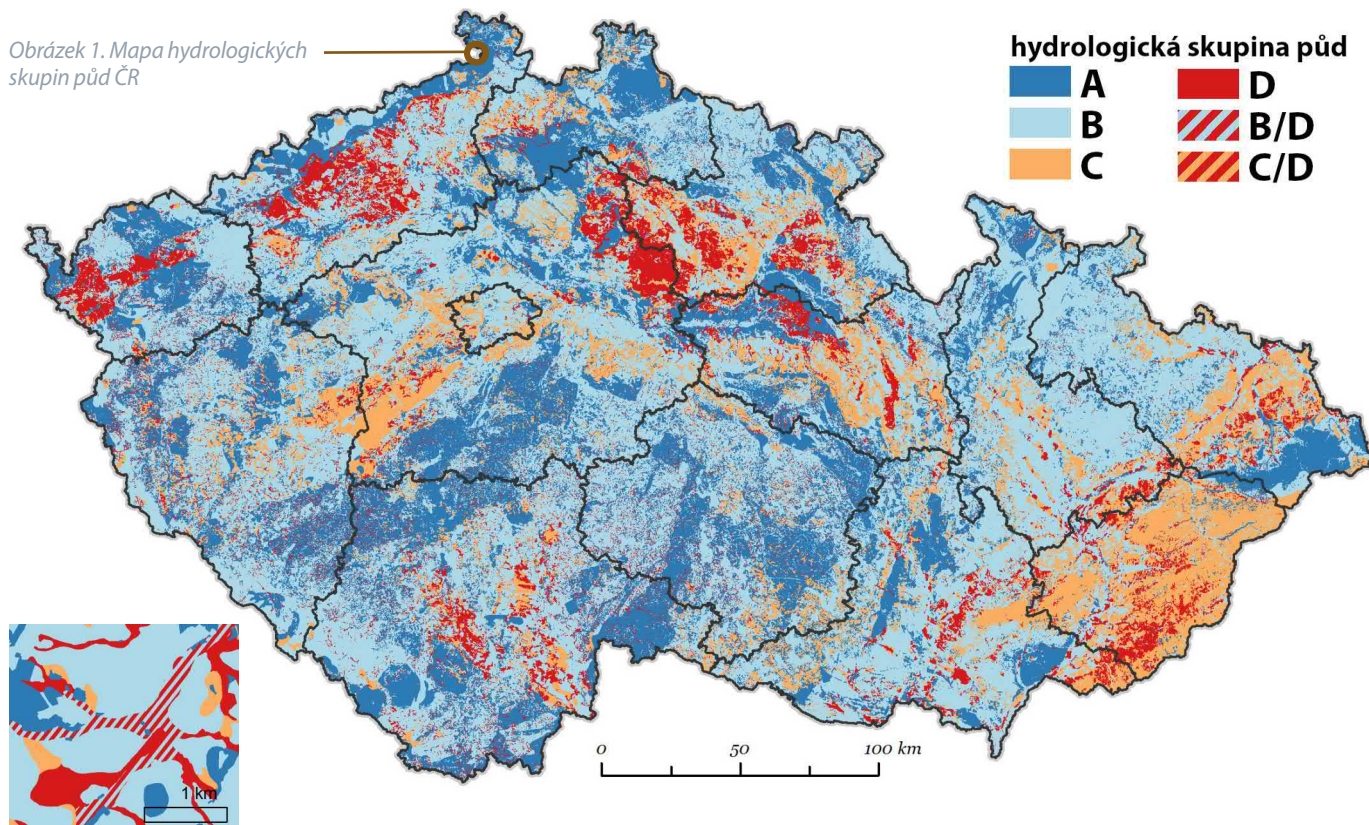
Mapa metodicky vychází z definic HSP podle USDA (2009) a je vystavěna především na systému bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Skupiny jsou v souladu s metodikou definovány podle hloubky uložení nepropustné vrstvy, hloubky uložení hladiny podzemní vody a nejnižší hodnoty nasycené hydraulické vodivosti (Ksat v  $\mu\text{m/s}$ ) stanovené v půdním profilu. Zahrnuty byly i vyšší obsah skeletu, kvalita půdní struktury a hloubka půdy. Díky dostupnosti dat pro 3 po sobě jdoucí horizonty bylo možné požadavky metodiky konfrontovat s parametry půdního profilu o mocnosti 1 m (identifikace nepropustných horizontů apod.). Pro potřeby ověření primární kategorizace půd do HSP byly dále využity terénní měření prováděná za pomoci simulátoru deště, kdy se na rozdíl od laboratorních měření (plocha  $\text{cm}^2 - \text{dm}^2$ ) jedná o stanovení nasycené hydraulické vodivosti (simulace srážky po předchozím zadržetí) na ploše 21  $\text{m}^2$ . Primárně byly vymezeny 4 skupiny (A – D). Charakteristiky některých půd však splňovaly definice tzv. duálních hydrologických skupin půd (B/D, C/D). Pokud jsou tyto půdy odvodněné, vykazují lepší hydraulické parametry a mohou tak být zařazeny do „propustnější“ HSP.

Tabulka 1. Kategorizace HSP pro mapové zobrazení

HSP	$\mu\text{m/s}$	slovní popis
A	>10	vysoká
B	4-10	střední
C	0,4-4	nižší střední
D	<0,4	nízká



Obrázek 1. Mapa hydrologických skupin půd ČR



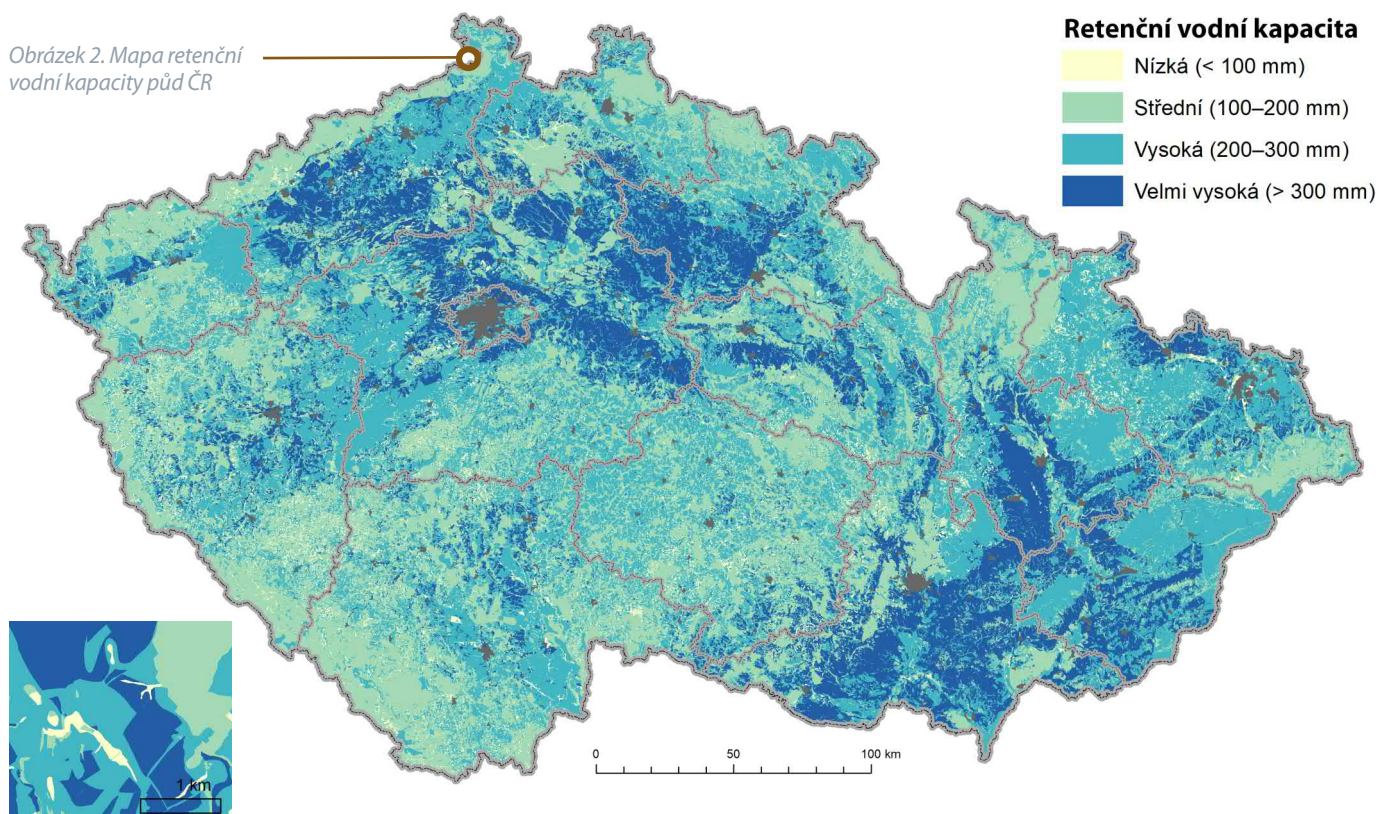
### Mapa retenční vodní kapacity

Pro vymezení této hydrologické funkce byly využity shodné datové zdroje uvedené výše. Základem se opět stal systém BPEJ a využita byla i klasifikace substrátů podle Tomáška (2003). Výsledná hodnota RVK je součtem retence jednotlivých horizontů, kdy je tak zahrnuta pro některé půdy typická profilová zrnitostní heterogenita i pedogenetický proces. V souladu s Novákem a kol. (2007) byly zohledněny hloubka profilu, hydromorfismus i odvodnění půdy.

Tabulka 2. Kategorizace RVK pro mapové zobrazení

RVK (mm)	slovní popis
<100	nízká
100-200	střední
200-300	vysoká
>300	velmi vysoká

Obrázek 2. Mapa retenční vodní kapacity půd ČR

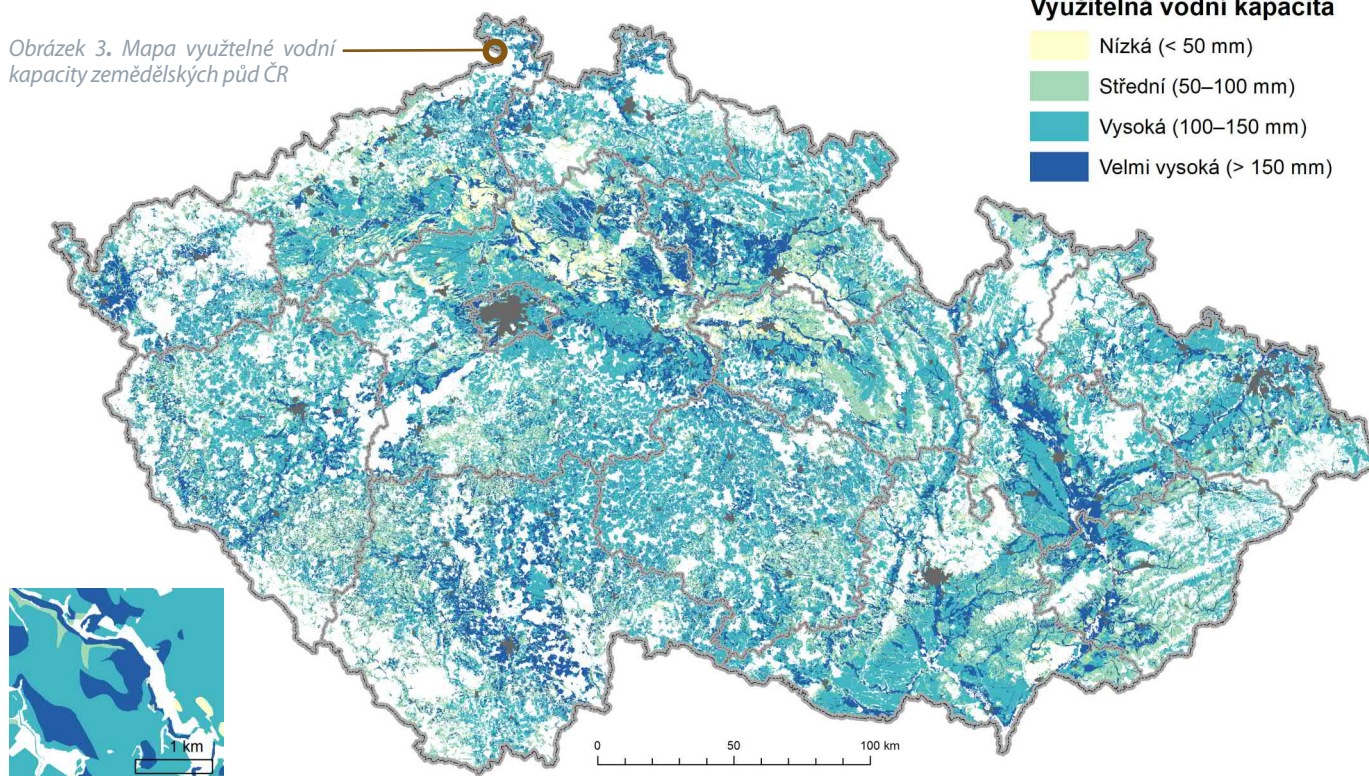




## Mapa využitelné vodní kapacity zemědělských půd

Přes množství odebraných vzorků se díky časové náročnosti měření i omezeným finančním kapacitám nepodařilo nashromáždit hodnoty BV pro všechny HPJ bonitační soustavy. Pro dopočet hodnoty BV u těchto HPJ tak byla využita pedo-transferová funkce vycházející z dat odebraných v rámci specifických podmínek ČR (Miháliková a kol., 2013 a 2014) a tato hodnota byla vzata do výpočtu VVK. Výpočet opět respektoval charakteristiku celého půdního profilu a reálně tak hodnota VVK odpovídá dostupné vodě v půdě.

Obrázek 3. Mapa využitelné vodní kapacity zemědělských půd ČR



Tabulka 3. Kategorizace VVK pro mapové zobrazení

VVK (mm)	slovní popis
<50	nízká
50-100	střední
100-150	vysoká
>150	velmi vysoká

### Využitelná vodní kapacita

- Nízká (< 50 mm)
- Střední (50–100 mm)
- Vysoká (100–150 mm)
- Velmi vysoká (> 150 mm)

### Poznámka na závěr

V rámci vyhodnocení stovek měření byl potvrzen předpoklad negativního vlivu utužení především na hodnotu VVK. V důsledku této degradace se mění poměr pórů v půdě, kdy se navyšuje množství pórů jemných (kapilárních), na úkor pórů hrubších (větších – nekapilární, semikapilární). Především u středně těžkých/těžkých půd se tímto však zvyšuje i bod vadnutí, tedy objem vody nedostupné rostlinám, neboť ty nejsou schopny z jemných pórů silně vázanou vodu využít. Proto byly pro některé naše nejúrodnější půdy stanoveny hodnoty VVK nižší, než se původně předpokládalo. Řešení projektu tak potvrdilo předpoklad, že modelování či odhad hydrologických funkcí pouze na podkladě vybraných půdních charakteristik (zrnitost, Cox atd.) nemusí vést k popisu skutečného stavu půdy a využití archivních dat tak nemusí přinášet reálná čísla o stavu půd v ČR z pohledu hydrologických funkcí.

### Použitá literatura

- Kozák, J., Němeček, J., Borůvka, L., Kodešová, R., Janků, J., Jacko, K., Hladík, J., 2010. Soil Atlas of the Czech Republic. 1st Ed. Czech University of Life Sciences, Prague.
- Matula, S., Miháliková, M., Špongrová, K., Janků, J., Kozák, J.,

Němeček, J., Němeček, K., 2011. National Maps of Hydrolimits. Certified by Ministry of Agriculture of the Czech Republic on May 25, 2011, Czech University of Life Sciences Prague, Prague.

- Matula, S., Miháliková, M., Bátková, K., Doležal, F., Vopravil, J., 2012. Mapa ČR - odhad zásoby půdní vody dostupné pro rostliny. Česká zemědělská univerzita v Praze. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Certifikováno MZe ČR 26.11.2012.
- Miháliková, M., Matula, S., Doležal, F., 2013. HYPRESCZ – database of soil hydrophysical properties in the Czech Republic. Soil and Water Research, 2013, roč. 8, č. 1, s. 34-41. ISSN: 1801-5395.
- Miháliková, M., Matula, S., Doležal, F., 2014. Application of k-Nearest Code for the Improvement of Class Pedotransfer Functions and Countrywide Field Capacity and Wilting Point Maps. Soil & Water Res., 9, 2014 (1): 1–8.
- Novák, P., Vopravil, J., Chramostová, B., Lagová, J., Veříšková, D., 2007. Analýza a mapování infiltračních a retenčních schopností půd České republiky. Závěrečná zpráva projektu VaV 1D/1/5/05. VÚMOP, Praha.
- Tomášek, M., 2002. Hydrogeologická charakteristika půdotvorných substrátů ČR. Podkladová mapa k řešení projektu, archiv VÚMOP.
- USDA, 2009. Hydrologic Soil Groups – National Engineering Handbook, chapter 7. Part 630 Hydrology. 13 p.

# Jak může pomoci dálkový průzkum Země při mapování půdních vlastností?



**Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.**

*zizala.daniel@vumop.cz*  
vedoucí laboratoře DPZ  
a pedometrie



**Mgr. Robert Minařík, Ph.D.**

*minarik.robert@vumop.cz*

## Úvod

Mapy půdních vlastností jsou jedním z klíčových podkladů pro správné rozhodování v oblasti ochrany půdního fondu, udržitelného zemědělství či krajinného plánování. Představují geografickou reprezentaci rozmanitosti půdních typů a půdních vlastností. Obvykle jsou výsledkem procesu půdního průzkumu, během kterého je zjišťována variabilita půdního pokryvu a jeho charakteristiky. Jeho výsledky jsou prezentovány ve srozumitelné a interpretovatelné formě pro řadu uživatelů, jimiž mohou být zemědělci, složky ochrany půdního fondu, státní správa či vědecká, ale i laická veřejnost. Se zvyšováním požadavků na přesné informace pro rozhodování o správném managementu je zapotřebí získávat podklady v podrobném měřítku. Konvenční způsoby půdního vzorkování, laboratorních analýz a

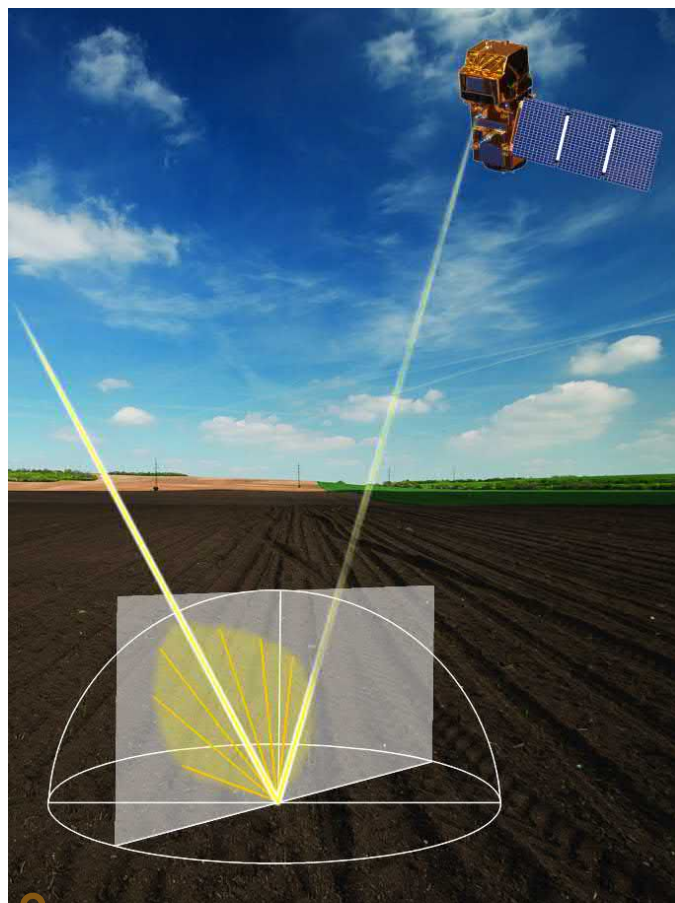
monitoringu vývoje půdních vlastností však nemohou efektivně poskytovat takovéto informace s dostatečným prostorovým i časovým rozlišením vzhledem k stále narůstajícím nákladům na půdní průzkum a jeho časovou náročnost. V současné době jsou tak často využívána archivní data a především jsou vyvíjeny způsoby, jak informace o půdním prostředí získávat efektivně. Ruku v ruce s technologickým pokrokem v posledních letech v oblasti informačních technologií, geografických informačních systémů a statistických a matematických metod zpracování dat jsou stále více využívány v půdním mapování principy digitálního mapování půd. Jedná se o metody využívající různé matematické a statistické metody (včetně metod strojového učení), bodová půdní data a další prostorově určené proměnné (digitální model terénu či mapy různých přírodních podmínek) pro mapování půdních vlastností. Velice efektivním vstupem do těchto procesů se stávají data dálkového průzkumu Země. Zmíněná data a metody tak mohou překonat limity konvenčních metod půdního průzkumu a poskytnout nový vhled do mapování půdních vlastností.

Dálkový průzkum Země (DPZ) využívá elektromagnetickou energii světla v různých vlnových délkách k určení vlastností cílového objektu pomocí vzdáleného pozorování. Objektem zájmu je v našem případě půda, respektive svrchní vrstva půdy, která se zářením interaguje. Výhodou využití dat a metod DPZ je jejich efektivita, flexibilita, opakovatelnost a časový i prostorový rozsah. Z poměrně nákladné záležitosti, se v nedávné do-

bě díky uvolnění celého archivu dat Landsat a volnému poskytování dat z družic Sentinel v programu Copernicus, stala data DPZ navíc i dostupnou položkou. Nicméně, ze surových dat obvykle nelze přímo odvozovat kýžené výsledky. Je tak nutné kalkulovat i s poměrně náročným předzpracováním dat (atmosférické korekce, detekce oblačnosti, detekce holých půd a odstranění vlivu vegetace) a jejich vyhodnocením vyžadující na jedné straně technické zabezpečení (výkonnou infrastrukturu, datové úložiště, software pro zpracování) a na straně druhé kvalifikovanou odborně zdatnou obsluhu. Následně nám může DPZ přinést kvalitní výsledky.

## Mapování variability půdních vlastností pro precizní zemědělství

Data DPZ lze využít pro mapování půdních vlastností. Elektromagnetický signál, který u pasivních (optických) senzorů představuje sluneční záření, reaguje s povrchem půdy. V závislosti na složení půdy dojde k pohlcení či odrazu záření, které je následně senzorem detekováno. Ve viditelném segmentu záření můžeme vlivy složení půdy pozorovat vlastním okem jako změnu v barvě půdy, která je jedním ze základních morfolo-

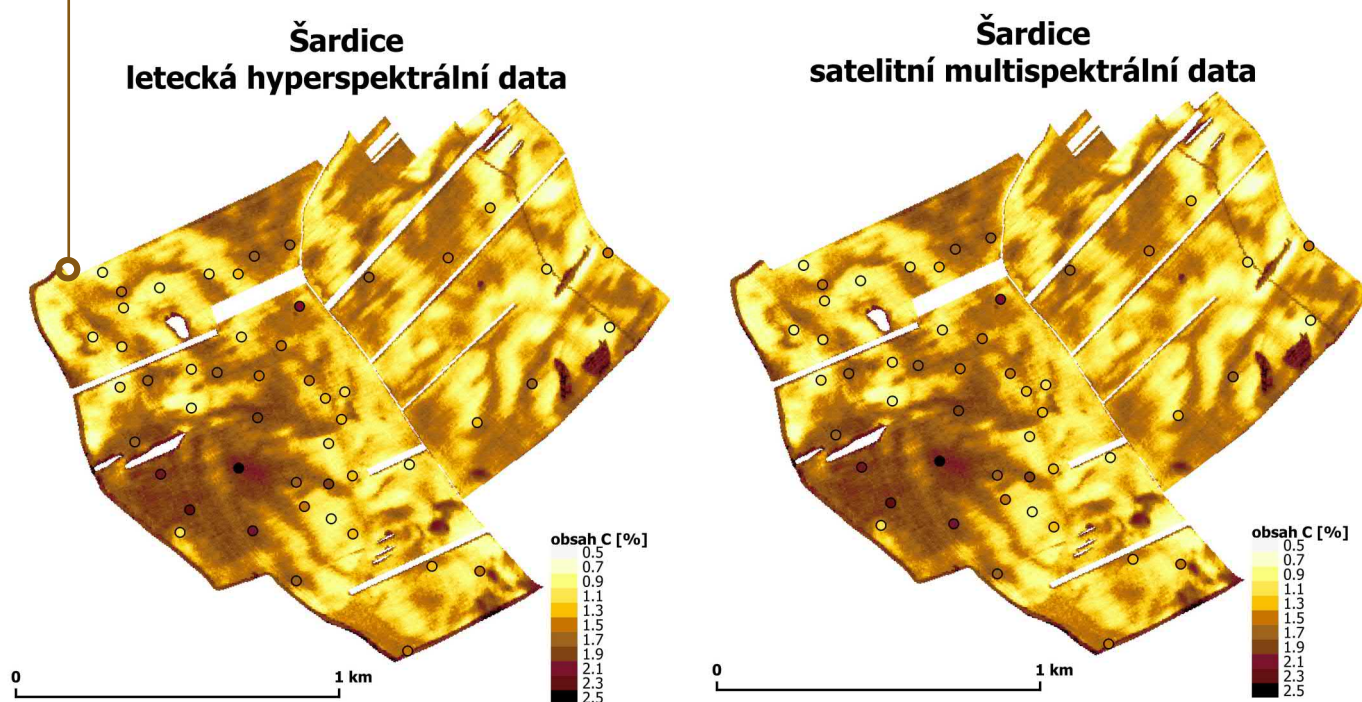


princíp měření odrazivosti povrchu půdy satelitním senzorem

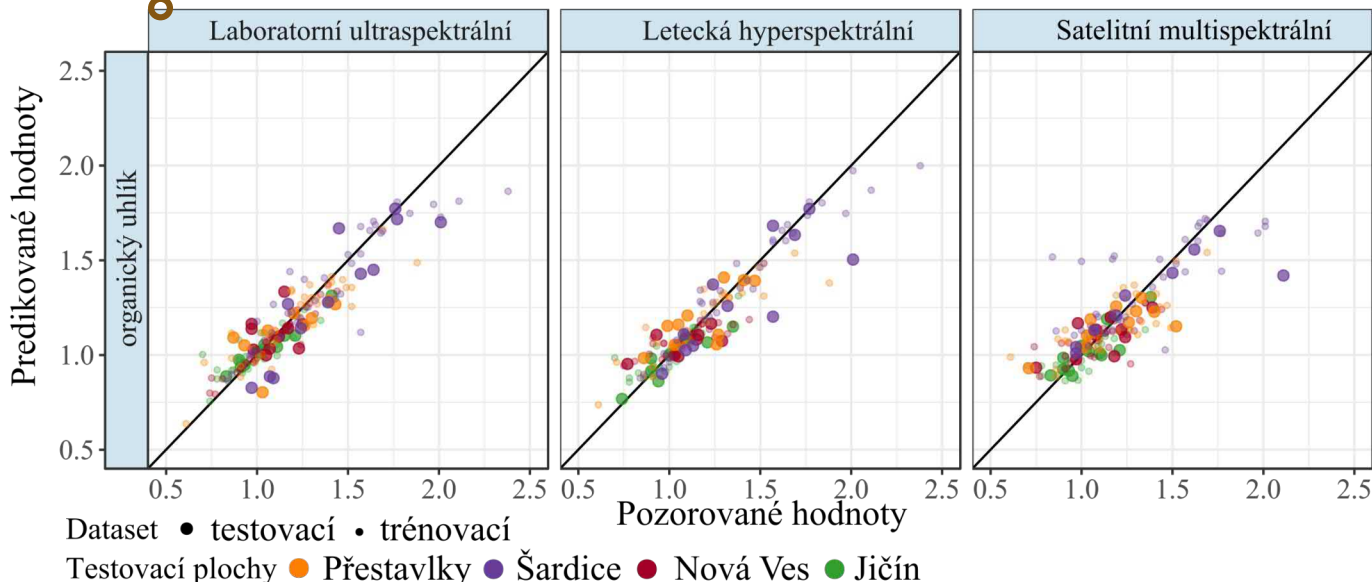
gických znaků při půdním průzkumu. Různé multispektrální či hyperspektrální senzory nám však umožňují pracovat i s jinými částmi spektra, kde rovněž dochází k pohlcování energie v závislosti na přítomnosti některých půdních komponent. Mezi tzv. spektrálně aktivní komponenty z chemického pohledu můžeme zařadit organickou hmotu, jíl, vodu, uhličitany, oxidy železa. Dále je odrazivost ovlivňována i fyzikálně vlivem drsnosti povrchu, množstvím a formou ovlhčení a zrnitostním složením. Jelikož jsou však interakce v komplexním prostředí, jaké půda představuje, složité, většinou nelze využít jednoduchých metod pro přímé odvození jednotlivých půdních vlastností a to ani v kontrolovaných laboratorních podmínkách na upravených vzorcích snímaných hyperspektrálními spektrometry. K získání potřebné informace je tak využíváno pedometrických metod, kdy na základě kalibračních dat z pozemního průzkumu a obrazových spektrálních dat jsou

empirickým přístupem vytvořeny modely predikce či klasifikace zájmových vlastností. Využívá se celé řady mnohorozměrných kalibračních metod včetně nástrojů strojového učení. Mezi námi využívané můžeme zmínit metody jako Random Forest (regresní stromy), Support Vector Machine (regrese pomocí podpůrných vektorů) či neuronové sítě. Aplikací těchto modelů na obrazová data získáme mapové vyjádření variability půdních vlastností, přičemž s využitím validačních dat můžeme ohodnotit kvalitu výstupů a jejich nejistotu. Obecně se dá říci, že čím větší spektrální a prostorové rozlišení dat, tím jsme schopni dosáhnout přesnějších výsledků. Nicméně naše analýzy (Žížala et al. 2018; Gholizadeh et al. 2018) ukázaly, že i s využitím volně dostupných multispektrálních dat ze satelitu Sentinel-2 je možné dosáhnout velice dobrých výsledků, např. při mapování organického uhlíku. S využitím leteckých hyperspektrálních dat však můžeme dosáhnout ještě větší přesnosti.

Ukázka mapování obsahu organického uhlíku pomocí leteckých hyperspektrálních a satelitních multispektrálních dat, lokalita Šardice



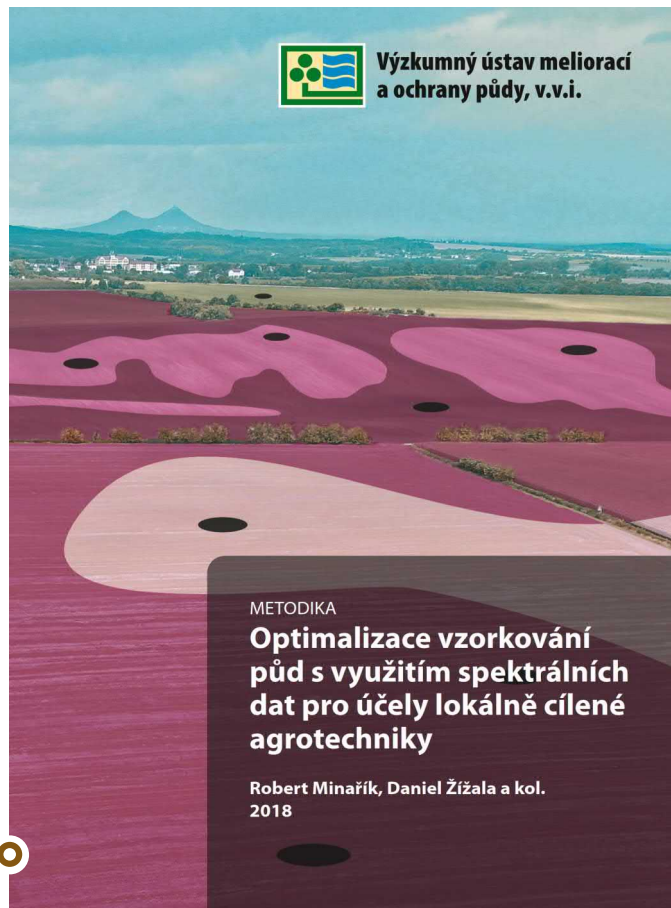
Úspěšnost modelů predikce organického uhlíku s využitím různých vstupních spektrálních dat



## Návrh vzorkovací sítě půd s využitím spektrálních dat

Rozvíjející se metody precizního zemědělství silně závisí na efektivitě a přesnosti metod pro stanovení půdních vlastností. Tyto informace jsou pro zemědělce kritické z hlediska stanovení správného množství vstupů pro zajištění nejlepších podmínek pro růst plodin a zároveň snížení environmentální zátěže. Mimo mapování půdních vlastností mohou data DPZ sloužit i při návrhu optimální vzorkovací sítě právě pro potřeby lokálně cílené agrotechniky. Námi navržený postup optimalizace vzorkování na bázi dat DPZ a digitálního modelu terénu, tedy volně dostupných dat je prezentovaný v metodice Minařík et al. (2018) dostupné na adrese <https://knihovna.vumop.cz>. Postup využívá spektrální data (např. volně dostupná data z družice Sentinel-2) a vlastnosti reliéfu k popisu variability prostředí a pomocí metod fuzzy shlukové analýzy a metody utříděného náhodného schématu vzorkování cLHS – condition latin hypercube sampling (Minasny a McBratney, 2006). Metoda umožňuje návrh optimální vzorkovací sítě, případně redukci stávající tak, aby byla popsána variabilita půdních vlastností co nejlépe a zároveň byly ušetřeny náklady na vzorkování vzhledem k optimálnímu počtu vzorků dostačujících pro popis variability na pozemcích.

*Titulní strana metodiky "Optimalizace vzorkování půd s využitím spektrálních dat pro účely lokálně cílené agrotechniky"*



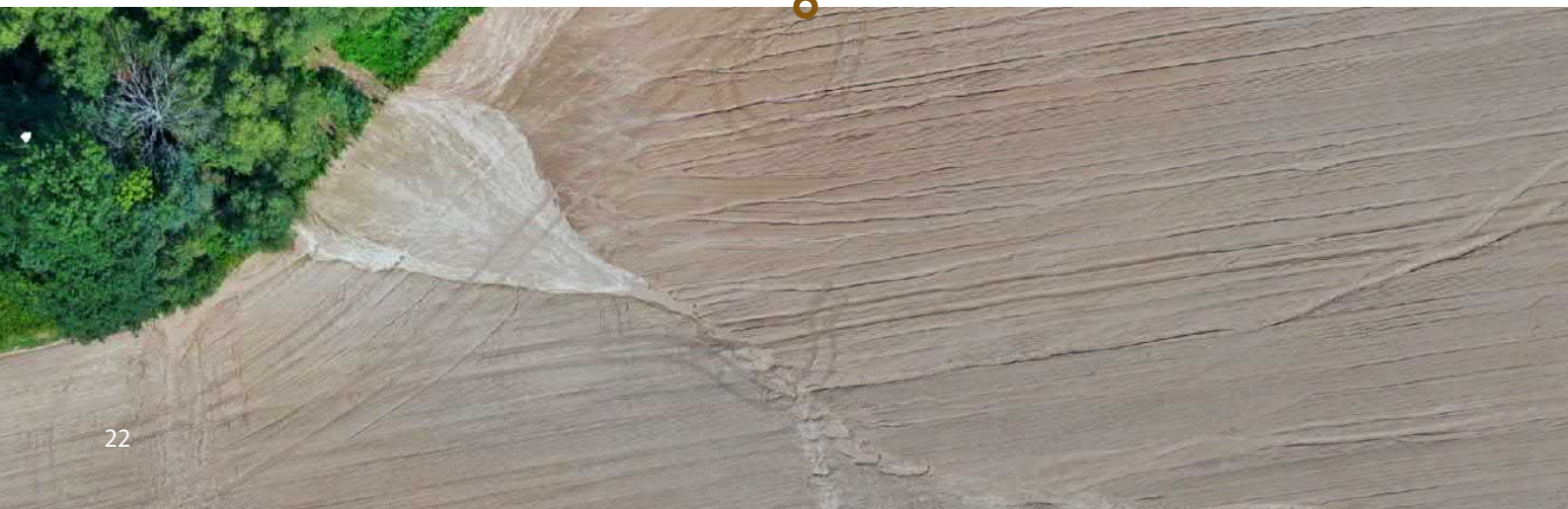
## Mapování dlouhodobého erozního poškození půd regionálním měřítku

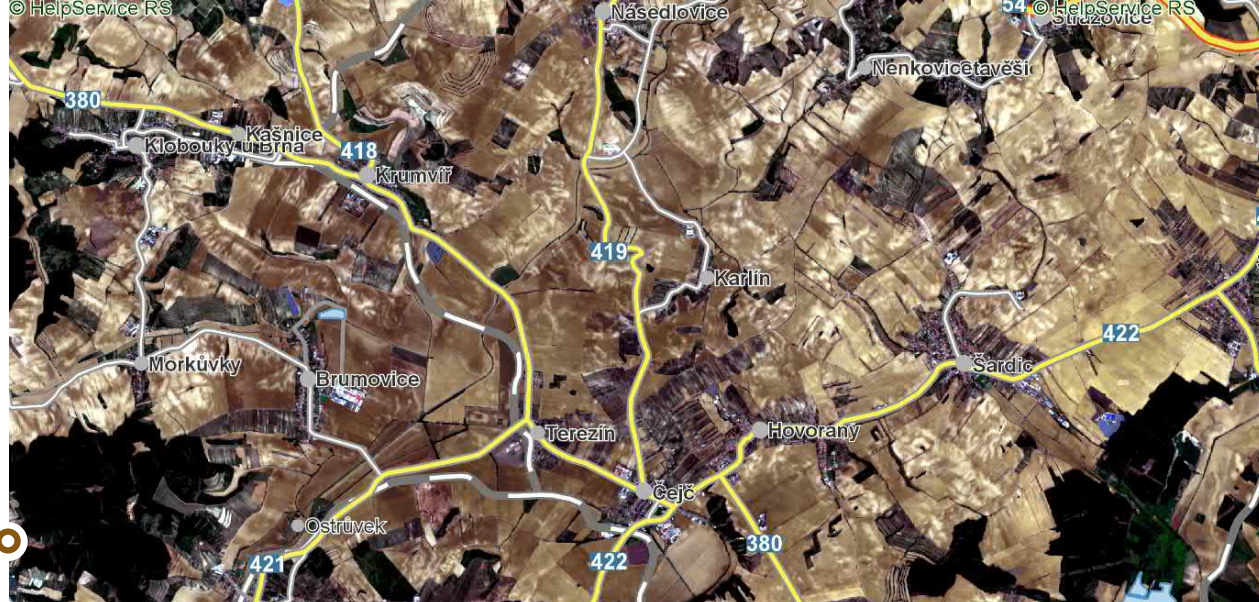
Na základě hypotézy, že eroze ovlivňuje půdní vlastnosti a tím i spektrální vlastnosti půd, je v určitých případech možné mapovat erozní poškození půd. Vlivem erozně-akumulačních procesů může docházet ke změnám v chemických a fyzikálních vlastnostech povrchové vrstvy půdy. Dochází k preferenčnímu odnosu lehkých částic ať už minerálních či organických, což ovlivňuje především obsahy organické hmoty a půdní texturu. Další změny například v obsahu karbonátů či oxidů železa pak mohou být spojeny s odnosem orniční vrstvy a následným přioráváním spodních horizontů. Tyto vlastnosti, jež mají svůj odraz v měřeném spektru, lze tak využít jako indikátory erozního poškození.

Kromě analýz možností využití tohoto přístupu v různých půdních regionech jsme provedli mapování silně erodovaných půd v černozemní oblasti jihovýchodní Moravy v oblasti Ždánického lesa (Žížala et al. 2018). Jako kalibrační set pro

klasifikaci, respektive přesněji jako podpůrná data pro řízenou kategorizaci v rámci post-processingu následující po neřízené klasifikaci pomocí algoritmu ISODATA, bylo využito informací z celkem 203 bodů z detailních terénních kampaní. Pro validaci výsledků bylo využito dalších 115 vzorků rozmístěných v celé oblasti. Jako vstupní data pro klasifikaci sloužily jednotlivé snímky z družice Sentinel-2, které byly standardně předzpracovány. Byla vymaskována oblačnost a byly odstraněny plochy s vlivem vegetace na základě prahových hodnot vegetačních indexů individuálně pro každý snímek. Výsledky, které byly dále zpřesněny manuální vektorizací nad časovou řadou leteckých ortofotosnímků (©ČÚZK), ukázaly, že je možné tímto způsobem rozlišit silně erodované půdy od půd neerodovaných a to s úhrnnou přesností 86,9 %. V případě podrobnější klasifikace se zahrnutím středně erodovaných a akumulovaných půd přesnost klesla na 55,2 %. Analýzou bylo zjištěno, že 18 % půd z celé oblasti je silně poškozeno erozí a dalších 38 % může být poškozeno mírně. Blíže ve článku Žížala et al. (2018).

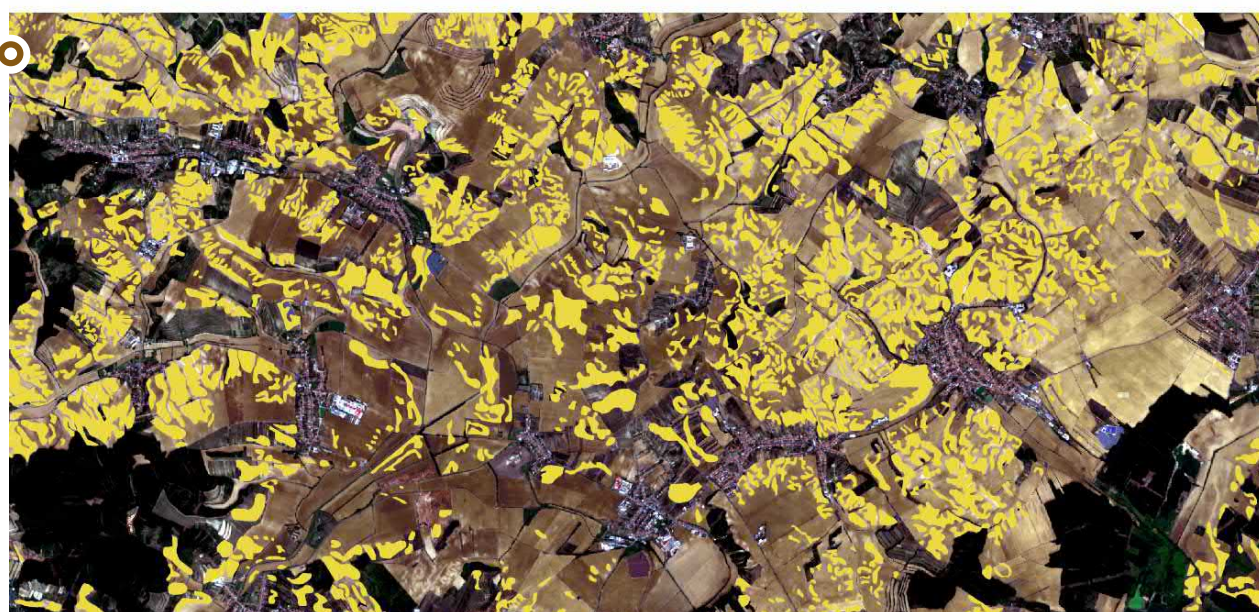
*snímek erozní rýhy a akumulačního kužele pořízený z dronu*





Mapování erodovaných půd v černozemní oblasti JV Moravy.

kompozit holých půd z časové řady snímků Sentinel-2



klasifikované silně erozně ovlivněné půdy.

## Využití dronů pro kvantifikaci erozních událostí

Dalším nástrojem DPZ mohou být bezpilotní prostředky (drony). Jedním z využití je sledování erozních událostí. Materiály z těchto prostředků lze využít nejen k sestavování přesných ortofotosnímků, které umožní přesné mapování jednotlivých událostí, ale rovněž vytvoření 3D mračna bodů a z něj přesného modelu jednotlivých erozních rýh. Kolegové z katedry Hydromeliorací a krajinného inženýrství ČVUT, se kterými blíže v této problematice spolupracujeme, vyvinuli nástroj pro odvození objemu rýh (Báčová et al., 2019; Žížala et al., 2016). Na základě tohoto algoritmu a nasnímaných zpracovaných dat jsme schopni kvantifikovat odnesený materiál z erozních událostí.

## Závěrem

I přes významné výhody, které bezesporu použití dat a metod DPZ přináší, je však potřeba mít stále na paměti, že pro kalibraci a validaci veškerých postupů s využitím dálkově pořízených dat je nezbytné i pořizování pozemních referenčních dat o půdním pokryvu. Terénní průzkum tak vždy musí být neoddělitelnou součástí metod DPZ.

## Použitá literatura

- Báčová, M., Krása, J., Devátý, J., Kavka, P., 2019. A GIS method for volumetric assessments of erosion rills from digital surface models. *European Journal of Remote Sensing*. 52 (sup1). 96–107. doi: 10.1080/22797254.2018.1543556
- Minasny, B., McBratney, A.B., 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computers & Geosciences*. 32 (9). 1378–1388. doi: 10.1016/j.cageo.2005.12.009
- Gholizadeh, A., Žížala, D., Saberioon, M., Borůvka, L., 2018. Soil organic carbon and texture retrieving and mapping using proximal, airborne and Sentinel-2 spectral imaging. *Remote Sensing of Environment*. 218. 89–103. doi: 10.1016/j.rse.2018.09.015
- Žížala, D., Krása, J., Báčová, M., Zelenková, K., Laburda, T., Novotný, I., 2016. Monitoring erozního poškození půd v ČR nástroji dálkového průzkumu Země. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. ISBN: 978-80-87361-63-4.
- Žížala, D., Juřicová, A., Zádorová, T., Zelenková, K., Minařík, R., 2018. Mapping Soil Degradation using Remote Sensing Data and Ancillary Data - South-East Moravia, Czech Republic. *European Journal of Remote Sensing*. 1–15. doi: 10.1080/22797254.2018.1482524

## Historie a současnost závlah v ČR, výstupy projektu NAKI II



**doc. Ing. Zbyněk  
Kulhavý, CSc.**

*kulhavy.zbynek@vumop.cz*  
VÚMOP, v.v.i., oddělení  
Hydrologie a ochrany  
vod

**Mgr. Igor Pelíšek,  
Ph.D.**

VÚMOP, v.v.i.

V závěru letošního roku bude ukončen projekt výzkumu na podporu národní a kulturní identity (NAKI II) s názvem Závlahy – znovuobjevované dědictví, jejich dokumentace a popularizace. Projekt je řešen týmy VÚV, v.v.i., Masarykovy univerzity Brno a VÚMOP, v.v.i. v letech 2020–2022.

Cílem projektu je popularizovat historii závlah v ČR, včetně části průmyslu spojeného s jejich realizací. V rámci publikovaných výsledků je poukázáno na vybrané příklady velmi propracovaných a komplexních systémů závlah, které jsou v současnosti dostupné často již jen na základě studia archiválií a dokumentování torz objektů v terénu. Pro získání komplexních poznatků byly využívány metody, mezi které se řadí snímkování pomocí dronů, šetření mezi pamětníky a zejména dohledávání dokumentů v archivech. Dosažené vý-

sledky jsou publikovány na stránkách projektu (<https://heis.vuv.cz/projekty/zavlahy>), rozšířením obsahu databáze Informačního systému melioračních staveb - ISMS (<https://meliorace.vumop.cz>), tištěnými tematickými mapami, uspořádáním několika výstav (Hostětín, Kroměříž, Olomouc, Brno) v měsících říjen až prosinec 2022 včetně jejich vybavení tištěným kritickým katalogem a bannery/plakáty, a v neposlední řadě odbornými články.

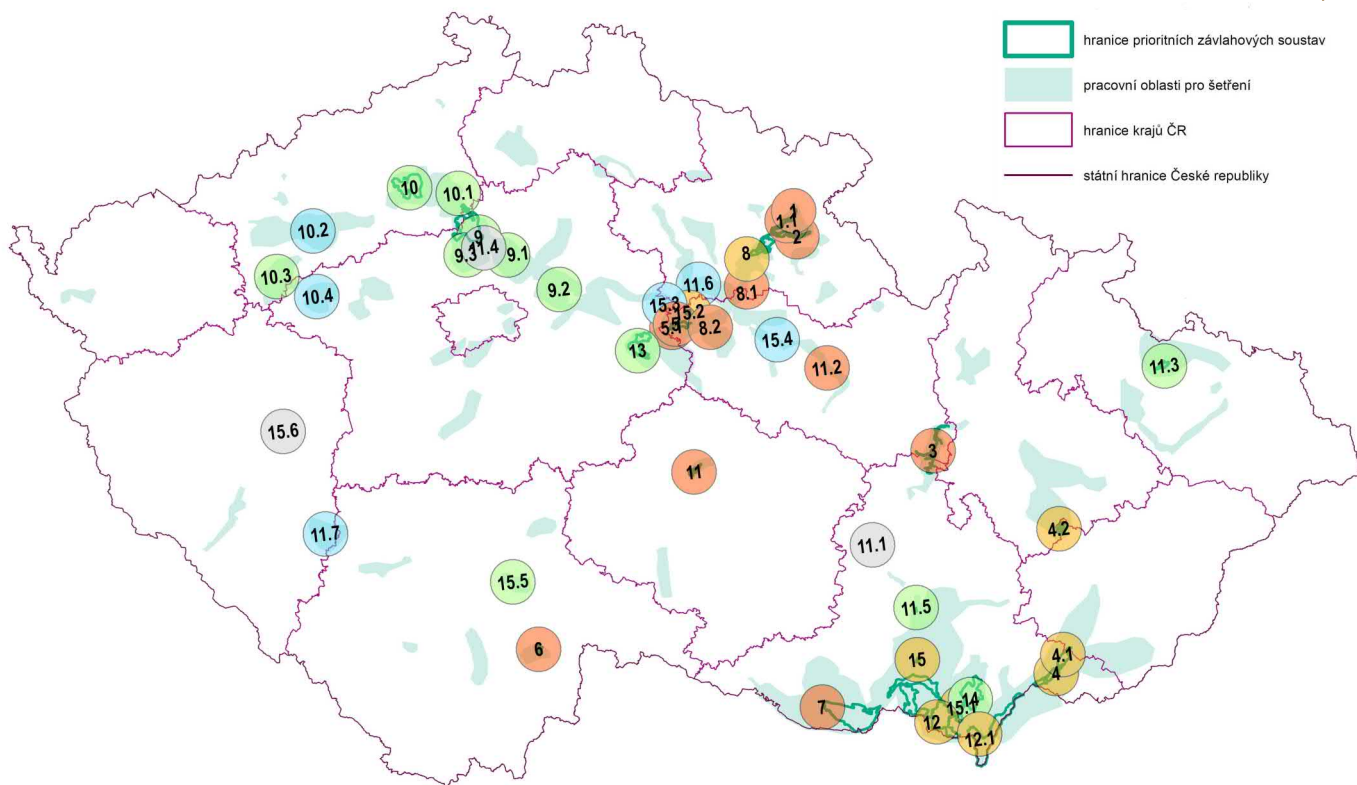
Současný stav můžeme posuzovat jednak v úzkém vztahu k dochovaným anebo obnovitelným závlahám, ale také ve vztahu k budoucí potřebnosti závlah, v řadě oblastí k budoucí nezbytnosti závlah. V různém stupni modernizace a provozuschopnosti je k dispozici přes 50 % z dohledaných dosud vybudovaných a z malé části zaniklých závlahových staveb. Ve vztahu k zavlažovatelným pozemkům s různě funkčními a dochovanými objekty závlah lze v tomto případě hovořit o vztahu k ploše cca do 200 tis. hektarů. Téma budoucnosti závlah se pak dotýká celé řady oblastí.

*Pohled na soustavu akumulčních nádrží stavby závlah odpadními vodami v lokalitě Šmolovy (okr. Havl. Brod) realizovaná v 60. letech minulého století (autor: Petr Karásek).*

*Historický pohled z doby realizace nádrží staveb závlah odpadními vodami v lokalitě Šmolovy (okr. Havl. Brod) - zdroj: archiv autorů.*







priorita památkového potenciálu	popis priority
●	1 stavba významná, regionální až nadregionální význam, zachovaná v původní technologii, logice a významné ploše, příp. jedinečná na území ČR (v dochovalosti či řešení stavby)
●	2 stavba významná, regionální význam, zachovanost významná až částečná, s významným podílem typových objektů
●	3 stavba významná, regionální až lokální význam, zachovanost původní technologie střední, příp. logika stavby významně změněna, významný podíl typových objektů
●	4 stavba středně významná, spíše lokální význam, zachovanost původní technologie střední, příp. logika stavby významně změněna, významný podíl typových objektů, avšak málo četná na území ČR
●	9 stavba významná, regionální až lokální význam, avšak z velké části nebo zcela zaniklá či poškozená, jedinečné řešení



Označení v mapě	Název stavby	Typ závlahy
1	Ratibořice	přeron
1.1	Úpa	přeron
2	Metuje	přeron
3	Malá Haná	výtopa
4	Vnorovy-Strážnice	výtopa
4.1	Veselí n. Moravou	výtopa
4.2	Chropyně	výtopa
5	Kladruby n. Labem	přeron
5.1	Selmice	přeron
6	Třeboň	výtopa
7	Křhovice-Hevlín	postřik
8	Jaroměř	postřik
8.1	Březhrad	výtopa
8.2	Opatovický kanál	postřik
9	Vtava V.	postřik
9.1	Čelákovice-Všetaty	postřik
9.2	Sedlčánky-Mochov	postřik
9.3	Vtava III.	postřik
10	Okře I.	postřik
10.1	Vtava VII.	postřik
10.2	Ohře V. a VPZH	postřik
10.3	Bílšany-Petrohrad	bodová závlaha
10.4	Rakovnicko	bodová závlaha
11	Šmolovy	postřik
11.1	Tišnov	přeron
11.2	Cerekvice	přeron
11.3	Branka u Opavy	postřik
11.4	Neratovice	postřik
11.5	Modřice	postřik
11.6	Kosíčky	postřik
11.7	Horáždovice	postřik
12	Brod-Bulhary-Valtice	postřik
12.1	závlahy lužních lesů	povodňování
13	St. Kolín-K.Hora	bodová závlaha
14	Podivín-Lužice	postřik
15	Uherčice	regulač. drenáž
15.1	Podivín II.	regulač. drenáž
15.2	Kolesa-Vápno	regulač. drenáž
15.3	Radovesnice	drenážní závlaha
15.4	Platěnice	drenážní závlaha
15.5	Mažice	drenážní závlaha
15.6	Sedlec	drenážní závlaha

## Zalesnění zemědělsky využívané půdy



**doc. RNDr. Pavel Formánek, Ph.D.**  
formanek.pavel@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i.,  
oddělení pedologie a  
ochrany půdy

**Ing. Ondřej Holubík, Ph.D.**  
VÚMOP, v.v.i.

### Úvod

Zalesnění vybraných zemědělsky využívaných ploch je v České republice dotováno a má řadu přínosů. Kromě produkce dřeva a sekvestrace uhlíku mohou lesy ovlivňovat lokální i regionální klima; je například uváděno, že lesy mají chladičí vliv na klima v tropických oblastech, v mnoha oblastech Evropy atd. (viz úvodní část publikace Vopravil et al., v tisku). Lal a Cummings (1979) například uvádí, že odlesnění tropického deštného lesa v jižní části Nigérie vedlo ke zvýšení maximální teploty vzduchu o 5–8 °C a maximální teploty půdy v hloubce 1 cm o 25 °C. Je rovněž uváděno, že albedo (odrazivost) lesních porostů je nižší v porovnání se zemědělsky využívanými plochami (z přirozených povrchů má například čerstvý sníh albedo až 90 % a vodní plocha asi 10 %); hodnoty albeda lesů se pohybují v rozmezí 8–22 % (v případě luk je uváděno 18–30 %). V případě zdravých lesních porostů je velká část dopadajícího slunečního záření spotřebována pro výpar vody (evapotranspirace) a hodnoty transpirace se liší i v závislosti na lesních dřevinách. V případě zemědělsky využívané půdy závisí hodnoty teploty

povrchu i energetických toků i na pěstovaných plodinách. Zalesnění zemědělské půdy tedy má vliv i na teplotu půdy; v době vegetační sezóny je půdní teplota vyšší na orné půdě v porovnání s lesy. Zalesnění zemědělsky využívané půdy může mít vliv na rozdílnou distribuci půdní organické hmoty a objemovou hmotnost i pórovitost (a podíl makropórů). Kupka a Podrázský (2010) například uvádí nižší objemovou hmotnost redukovanou a vyšší pórovitost i minimální vzdušnou kapacitu ve svrchních 10 cm minerální půdy na zalesněných plochách. Lokální klimatické podmínky, půdní typ a textura i lesní dřeviny mohou mít vliv na změny obsahu uhlíku v půdě zalesněných ploch; zalesnění může vést i ke snížení obsahu organické hmoty v půdě. Vlastnosti zemědělsky využívaných půd mohou přetrvávat delší dobu i po zalesnění. Na zalesněných plochách dochází postupně k tvorbě horizontů nadložního humusu, zalesnění se z hlediska sekvestrace uhlíku projevuje příznivě i díky akumulaci biomasy porostu. Zemědělsky využívané půdy jsou naopak méně acidifikované a vyznačují se orničním horizontem. Opad lesních dřevin může podléhat rychlému rozkladu v případě dostatečného obsahu dusíku či poměru C/N < 30; dřeviny je možné rozdělit podle rychlosti rozkladu opadu na dřeviny se snadno rozložitelným opadem (např. jilm, jasan) i s pomaleji rozložitelným opadem (např. dub, buk) a ještě hůře rozložitelným opadem (např. borovice, douglaska, smrk). Organické materiály na povrchu zalesněné půdy mohou poupat

Obrázek 3. Experimentální plochy poblíž Hovorčovic v okrese Praha-východ

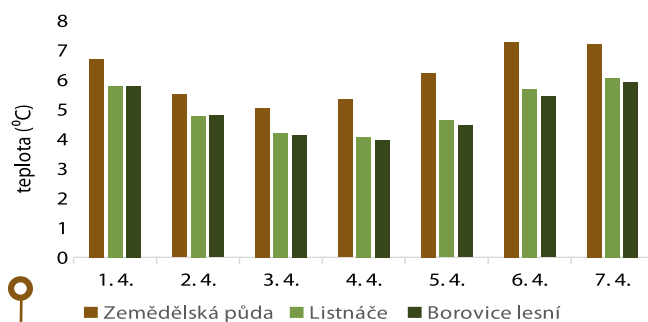


vodu a dochází k redukci odtoku. Tyto materiály jsou vystaveny účinkům deště (nikoliv půdní agregáty) a není redukována infiltrace vody do půdy; jednotlivé lesní dřeviny se liší i podílem interceptce srážek atd. Lesy tedy mají vliv na koloběh vody; mezi další funkce lesa je možné zařadit funkci půdoochrannou (protierozní, protisesuvnou atd.) i například vlivy na proudění vzduchu a filtraci ovzduší. V České republice je například vodní erozi ohroženo přes 50 % zemědělské půdy a postiženo 40 % orné půdy; větrnou erozi je poškozeno přibližně 10 % orné půdy. Vodní erozi je poškozeno 5–10 % lesní půdy (i vlivem používání těžkých dopravních prostředků na rozmoklém povrchu, rozježděných cest atd.), lesní půdy zpravidla nejsou ohroženy větrnou erozí. Někteří autoři se zabývají i vlivem zařazení různých dřevin – např. dubu červeného (*Quercus rubra* L.) s původním výskytem v Severní Americe. Ferré a Comolli (2020) například popisují pokles pH půdy, vyšší poměr C/N a zásobu uhlíku i zvýšenou akumulaci organické hmoty na půdním povrchu v případě dubu červeného. Jsou zmíněny i snížené obsahy draslíku a dusíku a například neprůkazné rozdíly v obsahu uhlíku, vápníku, hořčíku, fosforu i poměru C/P v čerstvém opadu (listy). Jsou rovněž uváděny snížené obsahy půdního uhlíku, dusíku i například změny v obsahu celkových i přístupných živin (i v závislosti na jednotlivých horizontech), vody; je zmiňován i vliv na objemovou hmotnost redukovanou, změny podrostu atd. Základní principy zalesňování zemědělsky využívaných půd jsou popsány v metodice Vopravil et al. (2017). Pro zalesňování takových půd se jako vhodné jeví dřeviny s pionýrskou strategií (slunné, případně polostinné); není vhodné zejména na orné půdě vysazovat smrk ztepilý.

## Experimenty k zalesnění zemědělsky využívané půdy

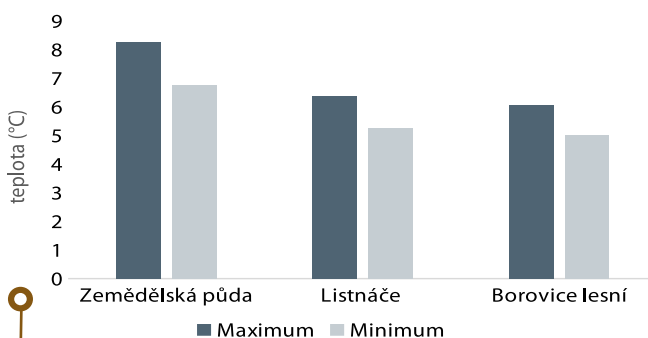
### a) Získané poznatky

Vliv zalesnění zemědělsky využívané půdy byl studován na plochách, které byly vytýčeny poblíž Hovorčovic v okrese Praha-východ – teplý, mírně suchý klimatický region České republiky. Průměrná roční teplota v dané oblasti se pohybuje v rozmezí 8–9 °C, průměrná hodnota ročního úhrnu srážek je v rozmezí 500–600 mm a suma teplot > 10 °C se pohybuje v rozmezí 2600–2800. Zalesnění bylo realizováno s využitím různých dřevin (*Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. + *Quercus rubra* L. + *Acer platanooides* L., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) a na různých půdách (černozem modální, kambizem modální) – viz Vopravil et al. (2021b). V rámci studia vlivu zalesnění půdy (černozem modální) směsí listnáčů (*Quercus robur* L., *Quercus rubra* L. a *Acer platanooides* L.) a borovicí lesní (*Pinus sylvestris* L.) byla například zjištěna nižší průměrná (i maximální a minimální) teplota půdy (období duben – začátek listopadu) v hloubce 20–60 cm na devět let zalesněných plochách v porovnání s plochou intenzivně zemědělsky využívanou (viz Vopravil et al., 2021a). Studium vlivu zalesnění na daných plochách (deset let po zalesnění) ukázalo i pokles průměrné teploty vzduchu (období duben až začátek listopadu) 20–60 cm nad povrchem v porovnání se zemědělsky využívanou půdou, a také pokles maximální teploty vzduchu (a zvýšení minimální teploty vzduchu) 20–60 cm nad povrchem vlivem zmíněného zalesnění (Vopravil et al., v tisku). Výsledky získané v roce 2022 také ukázaly nižší průměrnou teplotu půdy v hloubce 20 cm na daných jedenáct let zalesněných plochách v porovnání se zemědělsky využívanou půdou (např. v období



Obrázek 1. Ukázka průměrných teplot půdy v hloubce 20 cm v období 1. až 7. dubna 2022

od 1. do 7. dubna, viz Obr. 1) a rozdíly mezi maximálními a minimálními teplotami byly v daném období rovněž vyšší na zemědělsky využívané půdě; rozdíly v průměrné teplotě mezi listnáči a borovicí lesní byly malé (0,01–0,25 °C). Příklad maxi-



Obrázek 2. Příklad maximální a minimální denní teploty půdy získané na začátku dubna roku 2022 v hloubce 20 cm

mální a minimální denní teploty půdy získané na začátku dubna roku 2022 v hloubce 20 cm je uveden na Obr. 2. Studium výše zmíněného devítiletého vlivu zalesnění (viz Obr. 3) ukázalo i pokles průměrné hodnoty objemové vlhkosti půdy v hloubce 40–60 cm na zalesněných plochách a menší rozdíly mezi maximální a minimální vlhkostí půdy, přičemž minimální objemová vlhkost půdy v hloubce 20 cm byla na zalesněných plochách 0,24 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (v porovnání se zcela vyschlou půdou na zemědělsky využívané ploše) – viz Vopravil et al. (2021a). Jak je popsáno v publikaci Vopravil et al. (2021a), v případě porovnání vlivu různých lesních dřevin byla zjištěna nižší průměrná vlhkost půdy v hloubce 20–40 cm a redukce rozdílu mezi maximální a minimální vlhkostí půdy v hloubce 20–60 cm na ploše zalesněné výše zmíněnou směsí listnáčů (v porovnání s borovicí lesní). Na zalesněných plochách byl rovněž zjištěn průkazný vliv na některé fyzikální vlastnosti půdy pouze v hloubce 20–40 cm (nikoliv v hloubce 60 cm). Studium vlivu zalesnění bylo realizováno i v dalších částech České republiky (okresy Benešov, Rokycany, Plzeň-sever, Hodonín, Český Krumlov, Uherské Hradiště, Strakonice) – různé půdy a lesní dřeviny. Například v rámci těchto studií (realizovaných v okresech Benešov, Rokycany a Strakonice) bylo zjištěno, že desetileté zalesnění zemědělsky využívané půdy (kambizem modální) s využitím *Quercus robur* L. a *Pinus sylvestris* L. (Obr. 4) vedlo k neprůkazně vyšší pórovitosti (s vyšším podílem makropórů) a nižší objemové hmotnosti redukované na zalesněných plochách.



Obrázek 4. Zalesnění zemědělské půdy (10 let) s využitím *Pinus sylvestris* L. a *Quercus robur* L.

## b) Závěry

Z doposud získaných poznatků vyplývá, že vliv zalesnění na obsah organické hmoty v půdě (a fyzikální půdní vlastnosti, a to například na objemovou hmotnost redukovanou a pórovitost) závisí i na typu půdy – dané zjištění potvrdilo naše hypotézy o možném vlivu půdního typu na stabilitu a množství uhlíku v půdě. Získané poznatky rovněž potvrzují naše hypotézy o chladičím vlivu lesa; v lese je nižší průměrná teplota půdy i vzduchu (období vegetační sezóny) a jsou redukovány rozdíly mezi maximálními a minimálními teplotami. Půda v hloubce 20 cm v lese zcela nevysychá a zejména v případě zalesnění směsí listnáčů (*Quercus robur* L., *Quercus rubra* L. a *Acer platanoides* L.) byla zjištěna relativně stálá vlhkost půdy v období duben až polovina listopadu. Získané poznatky potvrzují příznivé vlivy lesa.

## Použitá literatura

- Ferré, C., Comolli, R., 2020. Effects of *Quercus rubra* L. on soil properties and humus forms in 50-year-old and 80-year-old forest stands of Lombardy plain. *Annals of Forest Science*, 77(1): 2–19.
- Kupka, I., Podrázský, V. 2010. Vliv druhového složení porostů na zalesněné zemědělské půdě na pedofyzikální vlastnosti a poutání uhlíku v povrchových horizontech. In: Knott, R., Peňáz, J., Vaněk, P. (eds.): *Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních*. Křtiny 6. – 8. 9. 2010. Brno, LDF Mendelu, 71–76.
- Lal, R., Cummings, D.J., 1979. Clearing a tropical forest I. Effects on soil and micro-climate. *Field Crops Research*, 2: 91–107.
- Vopravil, J., Formánek, P., Heřmanovská, D., Khel, T., Jacko, K., 2021a. The impact of agricultural land afforestation on soil water content in Central Bohemia. *Journal of Forest Science*, 67: 512–521.
- Vopravil, J., Formánek, P., Janků, J., Holubík, O., Khel, T. 2021b. Early changes in soil organic carbon following afforestation of former agricultural land. *Soil and Water Research*, 16: 228–236.
- Vopravil, J., Formánek, P., Heřmanovská, D., Khel, T., Jacko, K. The impact of agricultural land afforestation on air temperatures near the surface. *Journal of Forest Science* (v tisku).
- Vopravil, J., Podrázský, V., Holubík, O., Vacek, S., Beitlerová, H., Vacek, Z., 2017. *Principy zakládání porostů na bývalé zemědělské půdě v rámci ploch vymezených k zalesnění: Metodika pro praxi*. Praha, VÚMOP.

# Kalkulačka vláhové potřeby – současný stav a perspektivy dalšího vývoje



Ing. Renata  
Duffková, Ph.D.

duffkova.renata@vumop.cz

VÚMOP, v.v.i., oddělení

Hydrologie a ochrany vod

Ing. Jiří Holub, Ph.D.

Ing. Petr Fučík, Ph.D.

doc. Ing. Zbyněk

Kulhavý, CSc.

VÚMOP, v.v.i.,

vegetačního období, kapilárně vztlínající podzemní voda).

Kalkulačka vláhové potřeby je vhodná pro výběr OP šetřících vodu v půdě, lokalizaci a dimenzování závlahových soustav v oblastech s dlouhodobým vodním deficitem. Příkladem je její uplatnění ve Studii proveditelnosti závlahové soustavy v oblasti Hustopečsko zpracované v letech 2019–2020 pro Státní pozemkový úřad, která vycházela z potřeby stanovení míry zabezpečení této oblasti disponibilními zdroji vody pro závlahy. Zaměřila se proto mimo jiné také na stanovení reálné velikosti zavlažovatelné plochy v dosahu navrhovaných závlahových řadů, ale i na časové rozložení potřeb závlahové vody.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. vyvinul volně dostupnou aplikaci **Kalkulačka vláhové potřeby** (KVP, <https://vlaha.vumop.cz>, Obr. 1), která umožňuje posouzení průměrné dlouhodobé vláhové potřeby ( $V_c$ ), vodního deficitu a případně závlahového množství pro čtyřicet zemědělských plodin a kultur, resp. osevních postupů (OP) všech půdních bloků (PB) registrovaných v LPIS pro klimatický normál (1981–2010) a dekádu 2009–2018. Výpočty vycházejí z rovnice dlouhodobé vodní bilance (1), která inovativním způsobem propojuje **metodu FAO-56** pro zjištění  $V_c$  formou **plodinové evapotranspirace** a hydropedologického přístupu pro zjištění **využitelných zdrojů vody** (srážková voda, zásoba vody v půdě na počátku

Aplikace KVP je určena pro uživatele PB registrovaných v LPIS, správce vodních toků, provozovatele závlah, státní správu apod.

## Výpočet dlouhodobé vodní bilance v KVP

Rovnice dlouhodobé vodní bilance (**VB**) pro vegetační období (1) obsahuje jednak složky využitelných zdrojů vody podle ČSN 75 0434 a Spitze a kol. (2011) ( $S_r$ ,  $W_z$ ,  $W_k$ , redukční součinitele  $r_2$ ,  $r_3$  a  $\alpha$ ), z nichž některé jsou modifikovány ( $\alpha$ ,  $W_k$ ) a dále obsahuje  $V_c$  podle metody FAO-56 (Allen et al. 1998):

$$VB = r_2 \times \alpha \times S_r + r_3 \times W_z + W_k - V_c \quad (1)$$

kde:

**VB**: vodní bilance [mm nebo  $m^3/ha$ ]

$r_2$ : redukční součinitel pro úpravu  $\alpha$  pro sklon terénu > 10 %

$\alpha$ : součinitel využitelnosti srážek v závislosti na druhu půdy

$S_r$ : srážkový úhrn [mm nebo  $m^3/ha$ ]

$r_3$ : redukční součinitel pro úpravu  $W_z$  v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu

$W_z$ : využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období [mm nebo  $m^3/ha$ ]

$W_k$ : využitelné množství vztlínající podzemní vody [mm nebo  $m^3/ha$ ]

$V_c$ : plodinová vláhová potřeba [mm nebo  $m^3/ha$ ]

V rovnici (1) není obsažen koeficient  $r_1$ , který v bilanční rovnici ČSN 75 0434 redukuje hodnoty  $V_c$  v závislosti na nadmořské výšce a v případě  $V_c$  podle metody FAO-56 se nepoužívá. Převodní vztah mezi jednotkami objemu vody uvedenými v rovnici (1) je následující: 1 mm = 10  $m^3/ha$ .

Obrázek 1. Úvodní stránka aplikace Kalkulačka vláhové potřeby

Host | přihlásit se | registrace



Výzkumný ústav meliorací  
a ochrany půdy, v.v.i.

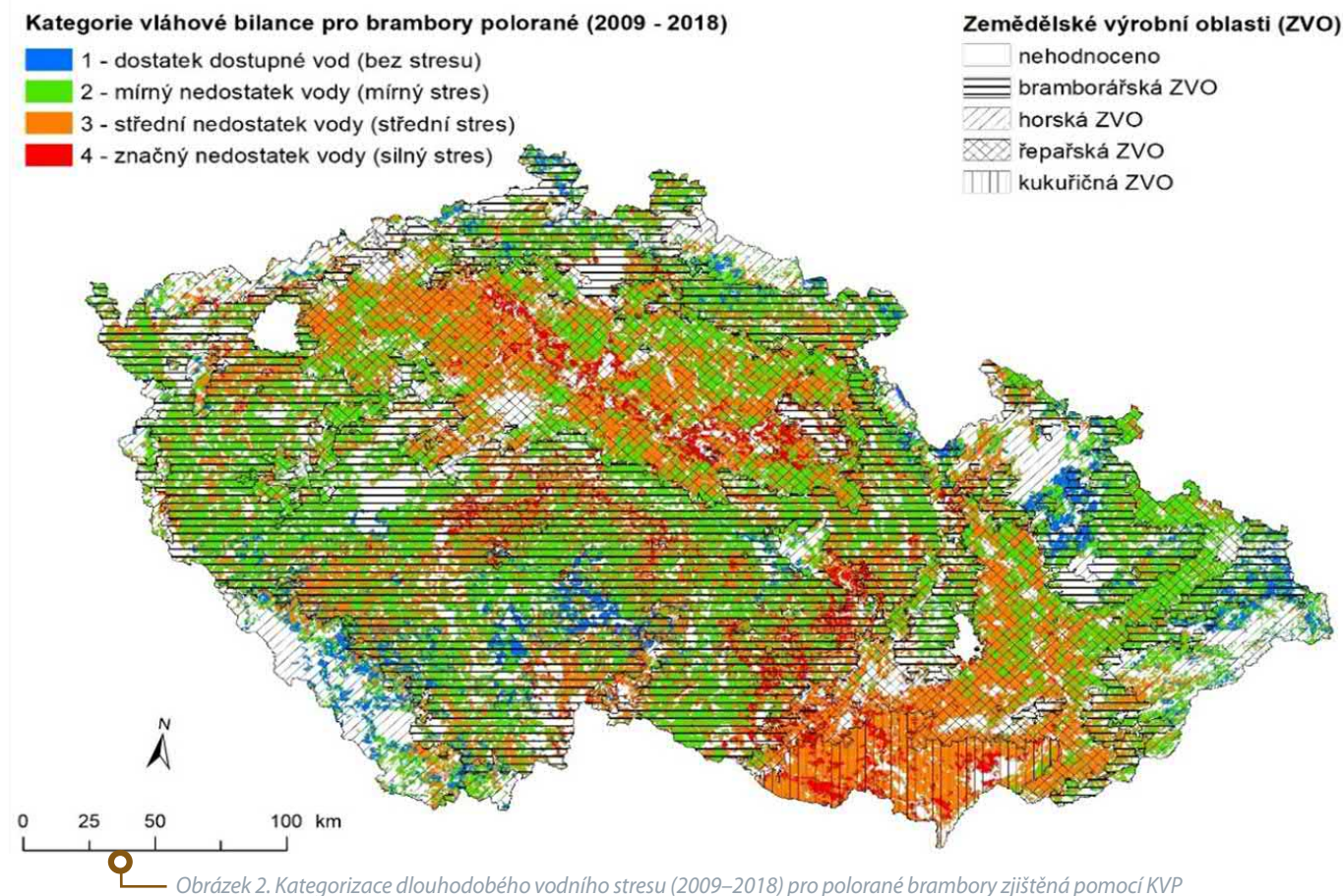
## KALKULAČKA VLÁHOVÉ POTŘEBY

VSTUP DO APLIKACE

Vítejte v Kalkulačce vláhové potřeby, internetové aplikaci pro určení vláhové potřeby a závlahového množství zemědělských plodin na vámi zvolené lokalitě. Výchozím podkladem pro vývoj byla norma ČSN 75 0434 (Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, 2017) a metodika určující vláhovou potřebu plodin FAO 56.

Aplikace byla vyvinuta pro Ministerstvo zemědělství.





Potřebné meteorologické údaje pro výše uvedenou rovnici (referenční evapotranspirace pro výpočet  $V_c$ , srážkové úhrny) vycházejí z denních průměrů klimatického normálu 1981–2010 a dekády 2009–2018 devadesáti stanic provozovaných Českým hydrometeorologickým ústavem.

Srážkový úhrn ( $S_r$ ) je redukován součinitelem využitelnosti srážek  $\alpha$  v rozmezí 0,50 – 0,75 (vyjadřuje vsak vody v závislosti na půdním druhu) a případně součinitelem sklonitosti terénu  $r_2$ . Půdní druhy byly zjištěny z 380 000 půdních sond provedených v rámci Komplexního průzkumu půd (KPP), který probíhal v Československu na 7,2 mil. ha zemědělské půdy v letech 1960–1972. Pro pozemky se sklonitostí  $> 10\%$  se dále uplatňuje součinitel  $r_2 = 0,80$  (Spitz a kol. 2011), který zohledňuje předpoklad zvýšeného povrchového odtoku.

Využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období ( $W_z$ ) je závislá na půdním druhu, maximální účinné hloubce zakořenění dané plodiny a průměrném sklonu terénu. Použity jsou orientační hodnoty  $W_z$  v půdě po zimním období při maximální účinné hloubce zakořenění, převzaté z Tabulky E. 1 ČSN 75 0434. Hodnota  $W_z$  je následně redukována součinitelem  $r_3$  v závislosti na sklonu terénu (viz Tabulka 5 téže normy).

Využitelné množství vzliňající vody ( $W_k$ ) je odvozováno z tabulek ČSN 75 0434, a to pro jednotlivé plodiny, měsíce vegetačního období a půdní druhy na základě úrovně mělké hladiny podzemních vod (HPV) zjištěné z KPP. V ČSN 75 0434 je uvedené  $W_k$  nereálně vysoké, proto bylo  $W_k$  v KVP sníženo o 50 – 100 % podle půdních druhů. Pokud v půdních sondách nebyla naměřena žádná HPV, je použita fixní průměrná hodnota 180 cm.

Plodinová vláhová potřeba ( $V_c$ ) za celé vegetační období představuje

sumu evapotranspirace v podmínkách optimálních pro její vývoj. Hodnoty  $V_c$  jsou v KVP zjišťovány podle metody FAO-56 jako plodinová evapotranspirace od výsevu/výsadby po sklizeň, která je počítána jako součin referenční evapotranspirace a plodinového koeficientu ( $K_c$ ) v denním kroku a sumarizována za celé vegetační období. Pro vegetační období jsou ve shodě s Allen et al. (1998) použity tři  $K_c$  (pro počáteční, střední a pozdní stadium vývoje plodiny).

Vypočtené hodnoty VB jsou v KVP rozlišeny do čtyř kategorií (1–4) s různou dostupností zdrojů vody, a to pomocí tzv. půdních hydrolimitů (polní vodní kapacita PVK, bod snížené dostupnosti a bodu vadnutí BV) odvozených z pedotransferových funkcí podle Brežného (ČSN 75 0434) s využitím typických obsahů zrnitostní kategorie  $< 0,01$  mm pro daný půdní druh. Kategorie jsou závislé na dané plodině, resp. její schopnosti využívat půdní vláhu z využitelné vodní kapacity (rozdíl PVK a BV). Záporný rozdíl  $V_c$  a využitelných zdrojů vody představuje kategorii 1 (bez vodního stresu) a kladný rozdíl je pro nezavlažované PB v KVP uveden jako „Vodní stres z vláhové bilance“ rozdělený dle intenzity do kategorií 2 – 4 (2: mírný vodní stres, 3: střední vodní stres a 4: silný vodní stres, Obr. 2). Kategorie 3 a 4 je využitelná pro lokalizaci a dimenzování závlahových soustav.

### Další perspektivy vývoje KVP

V nadcházejícím období projde KVP významnými změnami, které se budou týkat úpravy vstupních dat a rozšíření jejího účelu. V letech 2022–2023 budou do rovnice (1) implementována vstupní data pro dekádu 2011–2020, která budou oproti stávajícímu stavu obsahovat upřesněné hodnoty  $W_z$  vyjádřené jako část využitelné vodní kapacity nasycené vodou (% VVK, zdroj ČHMÚ, model AVISO), které nahradí orientační hodnoty  $W_z$  převzaté z Tabulky E. 1 ČSN 75 0434. Hodnoty % VVK budou kromě jarního období zavedeny i pro období po výsevu

ozimů (srpen–říjen). Tato úprava Wz zpřesní vodní bilanci a případný vodní deficit (závlahové množství). Další úprava, ke které dojde v roce 2023, se bude týkat implementace vlivu existence stavby odvodnění na vodní bilanci, resp. na vodní deficit a závlahové množství. Úprava proběhne pomocí koeficientů, které budou přiřazeny k dlouhodobému průměru srážek (koeficient pro zvýšení využitelnosti srážek a koeficient pro snížení akumulací schopnosti půdy), dlouhodobé zásoby vody v půdě na počátku vegetačního období (koeficient pro snížení využitelné zásoby vody v půdě) a využitelnému množství vztlínající podzemní vody (součinitel snížení intenzity kapilárního zdvihu).

V souvislosti s klimatickou změnou (zvýšené výskyty sucha) se KVP jeví jako vhodný nástroj pro efektivní řízení závlahových systémů. Jedním ze základních předpokladů rentability závlah je kvalifikované řízení závlahového režimu plodin, tzn. operativní stanovování velikosti závlahových dávek a termínu jejich aplikace některou vědecky podloženou metodou. Zejména ze zahraničí je známo, že odborné řízení závlah vede ke značným úsporám závlahové vody, elektrické energie a hnojiv. Navíc je tak dosaženo optimálních a kvalitních výnosů tržního produktu plodin a zároveň se snižuje riziko kontaminace podzemních vod dusičnany, rezidui pesticidů a jinými cizorodými látkami. Šetření vodou má mimořádný význam v zemědělsky vysoce produkčních oblastech s nízkými srážkami a nedostatečnými vodními zdroji. Potřeba optimalizace závlah a šetření vodních zdrojů je v současné době neoddiskutovatelné ve vazbě na negativní dopady klimatických změn na vodní hospodářství.

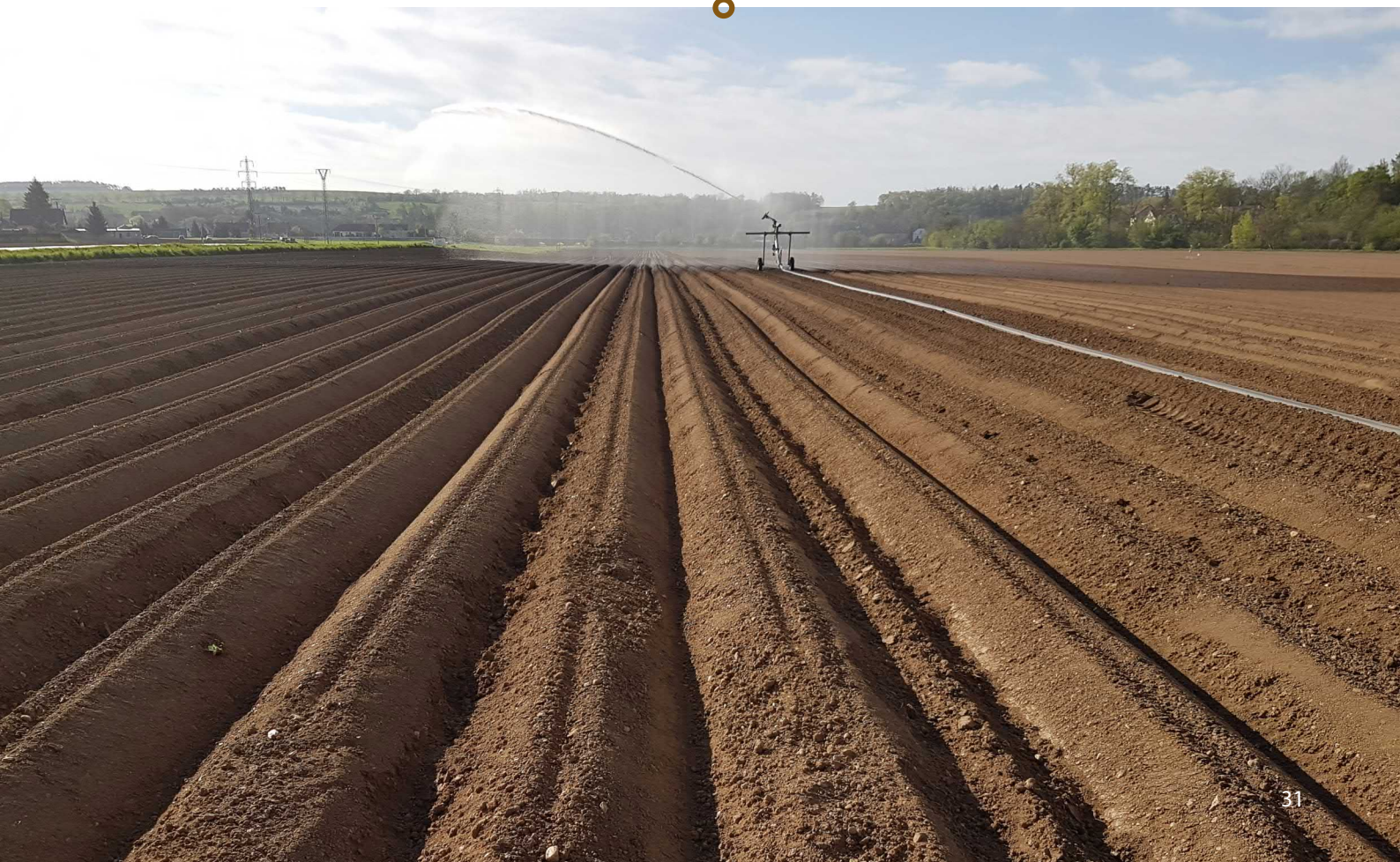
Kalkulačka vláhové potřeby by mohla být pro efektivní řízení závlah v reálném časovém režimu využita za předpokladu, že budou pro tento účel k dispozici aktuální meteorologická data (lokálního původu, ČHMÚ) pro zjištění referenční evapotranspirace, intenzity srážek a počátečního stavu půdní vlhkosti (na počátku vegetačního období, příp. v období po výsevu ozimů). Na základě těchto dat lze v KVP automaticky odvodit časově reálnou vodní bilanci a koeficient vodního stresu

v denním kroku, vč. plodinové potřeby, aktuální evapotranspirace a závlahového množství, které by bylo zobrazováno v denních nebo kumulovaných denních hodnotách. Podle nich by uživatel mohl zvolit závlahovou dávku v návaznosti na typ závlahového zařízení (Obr. 3). Denní závlahové množství by uživatel zapsal přímo do KVP a bylo by s nimi počítáno v následující vodní bilanci. Po sklizni plodiny, resp. po ukončení vegetačního období by bylo možné na základě znalosti celkové závlahové dávky stanovit nezaplatněné množství vody odebrané z vodního zdroje pro vyrovnání vláhového deficitu. Výhodou tohoto nástroje je ověřená funkčnost pro dlouhodobé průměry vodní bilance na úrovni jednotlivých půdních bloků a plodin, vč. využití půdních hydrolimitů pro odvození vodního stresu. Využití KVP pro stanovení časově reálných závlahových dávek představuje efektivní způsob uspokojení poptávky celospolečenského významu.

### Použitá literatura

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements, FAO irrigation and drainage paper, 56, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, 300 s. ISBN 92-5-304219-2. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm#Contents>
- ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Účinnost od 1. 4. 2017. Česká technická norma, ICS 13.060.10, 65.020.20
- Spitz P., Zavadil J., Duffková R., Korsuň S., Nechvátal M., Hemerka I. 2011. Metodika řízení závlahového režimu plodin výpočetním programem Irriprogram. Certifikovaná metodika. Vydal VÚMOP, v.v.i., ISBN: 978-80-87361-11-5.

Obrázek 3. Pásový zavlažovač při závlaze brambor (autor: P. Fučík)



## Mapa erozně ohrožených ploch se zohledněním zemědělské produkce v období 2016–2021



**RNDr. Zbyněk Janoušek, Ph.D.**

janousek.zbynek@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i.,  
oddělení Půdní služba

**Ing. Martin Mistr, Ph.D.**

VÚMOP, v.v.i.

Se změnou společné zemědělské politiky mají vybraní zemědělci od roku 2015 povinnost deklarovat v jednotné žádosti pěstované plodiny na jimi užívaných dílech půdních bloků (DPB). Sledované období 2016–2021 je dostatečně dlouhé k tomu, aby mohl být vyhodnocen protierozní efekt pěstovaných plodin. Porovnáním reálných hodnot faktoru ochranného vlivu vegetace pěstovaných plodin s hodnotami maximálně přípustnými je možné predikovat potenciální problémy vzniku vodní eroze až na úroveň DPB.

Příspěvek hodnotí protierozní účinek plodin pěstovaných na dílech půdních bloků v letech 2016–2021 z pohledu různých úrovní ochrany zemědělské půdy před erozí. Jsou to jednak plochy chráněné standardem dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES 5), které jsou od roku 2019 vymezeny na 25 % orné půdy. Dále je to vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí, s limitem 9 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> přípustné průměrné ztráty půdy a také metodické pokyny pro návrh protierozních opatření v rámci komplexních pozemkových úprav a cílový stav DZES 5 v roce 2030 s limitem 5 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.

Důležité je zdůraznit, že třebaže u DPB s nedostatečným protierozním účinkem pěstovaných plodin eroze nebyla zaznamenána, její riziko vzniku je vysoké a zemědělec by měl zavést účinná protierozní opatření.

### Půdoochranný efekt pěstovaných plodin

To, jak plodina chrání půdu před erozí, vyjadřuje faktor ochranného vlivu vegetace (C). Ten byl doposud stanovován na regionální i národní úrovni s využitím doporučených osevních postupů pro dané zemědělské výrobní oblasti. Výsledky pak vyjadřovaly spíše potenciál ochranného faktoru vegetace plodin, které mohou být v dané výrobní oblasti nebo okrese pěstovány. Největší vliv na hodnotu faktoru C má samozřejmě pěstovaná plodina, přičemž nejlepší protierozní účinek mají travní porosty nebo porosty jetelovin, nejnižší naopak širokořádkové plodiny jako kukuřice, cukrovka nebo brambory. Záleží však i na použité agrotechnice, například:

**Kukuřice založená po vrstevnici má dvakrát vyšší ochranný efekt proti erozi než kukuřice setá po spádnici, porosty kukuřice založené do mělce zapraveného mulče meziplodiny jsou už v době vzcházení dvakrát odolnější proti erozi oproti konvenční variantě.**

Obrázek 1. Polní simulátor deště





Nejlepší protierozní ochrany lze dosáhnout založením porostu kukuřice do mulče umrtvené meziplodiny, kdy protierozní efekt použité agrotechniky je až třicetnásobný.

Hodnoty faktoru C byly získány pomocí simulátoru deště, kdy na vybraných půdoochranných technologiích a plodinách bylo provedeno více než 400 polních simulací. To nám umožnilo získat zpřesněné hodnoty faktoru C pro 18 hlavních plodin a 11 agrotechnických postupů.

Tyto naměřené hodnoty byly použity jako základ pro substituci ostatních plodin a agrotechniky dle metodiky (Mistr a kol., 2018) tak, aby mohl být pokryt celý rozsah plodin deklarovaných v LPIS s výměrou větší než 1000 ha.

Žadatelé v jednotné žádosti uvádějí pouze pěstované plodiny pro jednotlivé díly půdních bloků (DPB), nebylo proto možné sestavit pouze jednu variantu se skutečně použitou agrotechnikou. Byl proto zvolen postup, kdy pro každý DPB byla u každé plodiny spočtena a vyhodnocena klasická agrotechnika, vrstevnicové obdělávání, mělké zpracování půdy a setí do mulče. Tento přístup nám umožnil hodnotit území z pohledu, zda a v jakém rozsahu je třeba pro reálně pěstované plodiny použít půdoochranné technologie. Geografické zpracování faktoru ochranného vlivu vegetace osevních sledů v podobě certifikované mapy (Janoušek a kol., 2021) bude využito k posouzení vhodnosti pěstovaných plodin z hlediska protierozní ochrany jak na národní, tak na regionální a lokální úrovni.

### Dlouhodobá přípustná ztráta půdy

V Česku je v současné době několik úrovní ochrany zemědělské půdy před erozí. Jsou to jednak plochy chráněné standardem DZES 5, které jsou od roku 2019 vymezeny na 25 % orné půdy. Dále je to vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí, a také metodické pokyny pro návrh protierozních opatření v rámci komplexních pozemkových úprav nebo cílový stav DZES 5 v roce 2030 s ochranou 60 % orné půdy.

Není naším cílem hodnotit jednotlivé nástroje ochrany půdy před erozí v ČR, chceme pouze podat přehled o přístupech ke stanovení limitních hodnot dlouhodobé přípustné ztráty půdy erozí (G) tak aby si čtenář mohl pro sebe správně interpretovat výsledky výzkumu.

Tabulka 1. Stupně ochrany zemědělské půdy v ČR před erozí (podle nejvyšší přípustné ztráty půdy erozí)

Norma, předpis	Hluboké půdy	Středně hluboké půdy	Mělké půdy
Standard DZES 5 platný od 1. 1. 2019 (s plochou ochrany 25 % orné půdy)	17 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	17 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	4 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
Vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí	9 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	9 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	2 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>
Standard DZES 5 od 1. 1. 2030 (cílový stav ochrany 60 % orné půdy)	5 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	5 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>	1 t.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup>

### Metodika tvorby mapy

Doposud chyběly datové zdroje, ze kterých by bylo zřejmé, zda zemědělci budou schopni v příštích letech plnit zpřísněné podmínky DZES 5. Mapa erozně ohrožených ploch se zohledněním zemědělské produkce v období 2016–2021 umožní kvantifikovat dopad opatření pro ochranu půdy na zemědělskou praxi.

Nejprve je nutné získat hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace. Faktor C vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice představuje poměr smyvu na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy na standardním pozemku udržovaném jako úhor, pravidelně kypřeném.

Hlavními zdroji dat pro účely vytvoření hodnoty faktoru C pro osevní sledy plodin v letech 2016 až 2021 jsou:

- Osevy ploch deklarované v jednotné žádosti v letech 2016 až 2021.
- Hodnoty ztráty půdy pro vybrané plodiny získané simulací deště v rámci projektu.
- Metodika substituce plodin pro určení hodnot smyvu půdy
- Termíny setí/sázení z dlouhodobého sledování na vybraných stanicích ČHMÚ.

Pro stanovení hodnot faktoru C z hodnot naměřených během simulace deště na ploše s vegetací a ploše úhuru byla použita certifikovaná metodika vytvořená v roce 2016 (Mistr a kol. 2016). Výpočet vychází z definice USLE (Wischmeier a Smith 1978).

Pro vybrané plodiny byly provedeny vždy 3 simulace v průběhu vegetace tak, aby stav a charakter porostu při měření odpovídal daným růstovým fázím plodiny. Intervaly byly definovány jako časové úseky od termínu setí po konec daného období. To následně umožňuje měnit doby setí/sázení podle výrobních oblastí. Pro výpočet byla využita Dlouhodobá řada údajů o setí a sklizni významných zemědělských plodin a jejich klíčových fenofází za období 1991–2010 (Mistr a kol. 2013). Pro plodiny, pro které nebyly zjišťovány hodnoty SLR, byla vypracována metodika substituce (zpracovalo pracoviště ČZU jako součást metodiky Mistr a kol. 2016).

Na základě deklarovaných plodin lze každému dílu půdního bloku přiřadit faktor C pro daný rok. V případě více plodin je vy počítán jako průměr hodnot C vážený podílem jednotlivých plodin na výměře dílu půdního bloku v daném roce. Pro plodiny nad 1000 ha jsou zde použity získané hodnoty faktoru C pro část roku představující vegetační období. Sjednocením šesti vrstev za roky 2016–2021 je vytvořena vrstva faktoru C použitá pro další výpočty, která se skládá z jednotlivých pracovních polygonů.

Díky získané informaci o následnosti plodin na jednotlivých polygonech (parcelách) může být vyhodnocena část faktoru C pro mezidobí mezi vegetačními obdobími hlavních plodin. Pro tento účel jsou plodiny s výměrou nad 1000 ha rozděleny do čtyř tříd podle doby vegetace (jaro–léto, jaro–podzim, podzim–léto, léto–léto). Faktor C mezidobí je určen podle následné hlavní plodiny.

Na základě hodnot faktoru C pro jednotlivá vegetační období i mezidobí je získána celková průměrná hodnota C faktoru osevního postupu za období 2016–2021 (případně za období, kdy byla daná parcela evidována v LPIS) při použití klasické agrotechniky. Takto sestavený faktor C vyjadřuje ochranný vliv vegetace bez zahrnutí vlivu protierozních opatření a představuje stav, kdy nejsou legislativou vyžadována a aplikována žádná protierozní opatření.

Následně je celý postup ještě třikrát opakován pro hodnoty faktoru C jednotlivých plodin při použití tří zvolených půdoochranných technologií: vrstevnicového obdělávání, mělkého zpracování půdy a setí do mulče. Dochází přitom ke změně faktoru C jak ve vegetačních obdobích, tak v mezidobích. V případě vrstevnicového obdělávání je zohledněn faktor P této technologie a na příliš svažitéch parcelách (průměrná svažitost  $> 7^\circ$ ) je využití vrstevnicového obdělávání vyloučeno; k tomu je použit Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (velikost buňky rastru  $5 \times 5$  m), upravený pro korektní výpočty spojené s hydrologickým modelováním. U ostatních technologií je faktor  $P = 1$ , tj. bez protierozních opatření. Tak jsou získány pro jednotlivé parcely celkem čtyři hodnoty průměrného faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření (C-P) v období 2016–2021.

Druhým významným datovým podkladem vedle faktoru C osevních sledů plodin jsou rastry maximálně přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření (Cp-Pp). Jedná se o detailní data s velikostí buňky  $5 \times 5$  metrů. Pro každou parcelu (polygon) vektorové vrstvy deklarovaných plodin 2016–2021 je vypočítána hodnota Cp-Pp jako medián v něm obsažených buněk rastru.

Celkem byly vyhodnoceny tři varianty maximálně přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření (tři různé rastry), které jsou založeny na hodnotách přípustné průměrné roční ztráty půdy ( $G_p$ ) uvedených v tab. 1.

Pro jednotlivé varianty je vyhodnoceno, zda hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření osevního postupu v období 2016–2021 při použití klasické agrotechniky nepřesahuje maximální přípustnou hodnotu dané parcely, tedy zda platí  $C-P \leq Cp-Pp$ . Pokud klasická agrotechnika nevy-

hovuje, je vyhodnoceno, zda podmínku splňuje faktor C-P osevního postupu při použití vrstevnicového obdělávání. Pokud ani to nevyhovuje, je vyhodnocen faktor C-P při mělkém zpracování půdy. Když nevyhovuje, je vyhodnocen faktor C-P při setí do mulče. Pokud faktor C-P žádné půdoochranné technologie není vyhovující, je navrženo ochranné zatravnění parcely. Uvedeným způsobem je každé parcele přiřazena nejvhodnější agrotechnika.

## Výsledky

Pro každý DPB byl sestaven sled plodin v letech 2016–2021; pokud na DPB bylo v jednom roce více plodin, byl DPB rozdělen a vytvořen další sled plodin. Pro všechny sledy byl vypočten faktor ochranného vlivu vegetace pro čtyři výše popsané varianty (konvenční zpracování půdy, vrstevnicové obdělávání, mělké zpracování půdy a setí do mulče).

Vypočtený faktor C-P každé varianty byl porovnán s hodnotami maximálně přípustného faktoru C-P, který byl vypočten pro každou parcelu a stupeň ochrany zemědělské půdy před erozí (DZES 5 platný od 1. 1. 2019; Vyhláška č. 240/2021 Sb.; a DZES 5 od 1. 1. 2030).

Pokud standardní agrotechnika neměla dostatečný půdoochranný efekt, byla použita půdoochranná technologie s vyšší ochranou proti erozi a postup se opakoval až do doby, kdy nevyhovovala žádná z technologií a parcela byla navržena k zatravnění. Výsledkem je mapa, která znázorňuje vhodné půdoochranné technologie pro jednotlivé stupně ochrany zemědělské půdy (viz tab. 1).

Mapa erozně ohrožených ploch se zohledněním zemědělské produkce v období 2016–2021 prezentuje agrotechniky, u kterých nedochází k nadlimitnímu ohrožení zemědělské půdy vodní erozí při hodnotách přípustné ztráty půdy podle tří výše uvedených stupňů ochrany půdy.

### DZES 5 platný od 1. 1. 2019

Za podmínek platných pro standard DZES 5 87,34 % výměry orné půdy nevyžaduje žádnou půdoochrannou technologii. Na 6,84 % erozně ohrožených ploch postačí upravit směr obděl-

#### DZES 5 od 1. 1. 2019

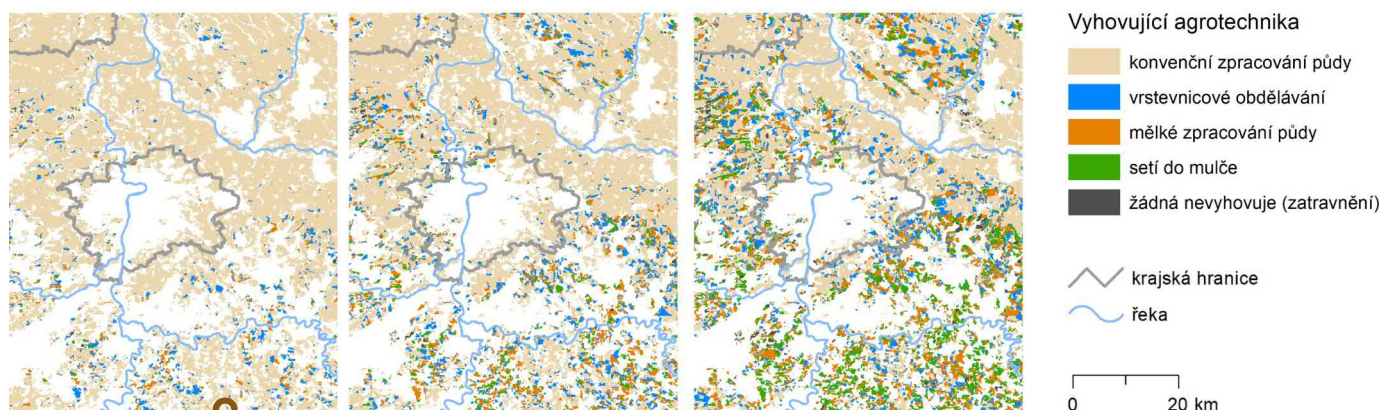
$G_p = 17; 17; 4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

#### Vyhláška č. 240/2021 Sb.

$G_p = 9; 9; 2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$

#### DZES 5 od 1. 1. 2030

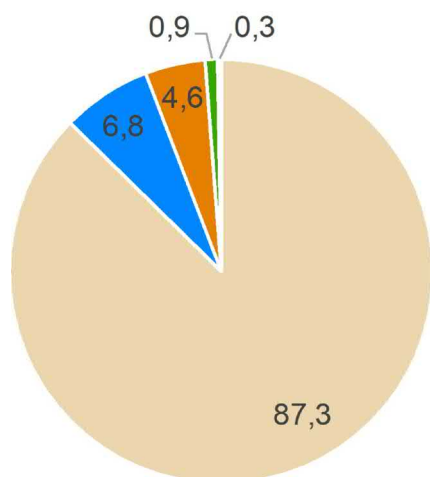
$G_p = 5; 5; 1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$



Obrázek 2. Ukázka zastoupení vyhovujících půdoochranných technologií při různých stupních ochrany půdy před erozí

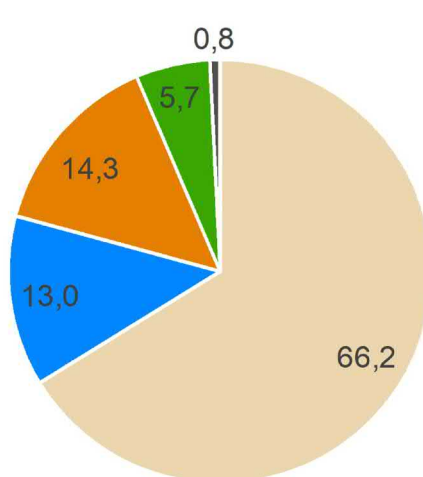
### DZES 5 od 1. 1. 2019

$G_p = 17; 17; 4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$



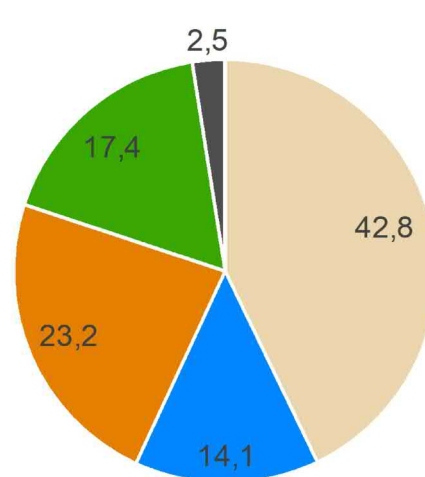
### Vyhláška č. 240/2021 Sb.

$G_p = 9; 9; 2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$



### DZES 5 od 1. 1. 2030

$G_p = 5; 5; 1 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$



Obr. 3. Zastoupení vyhovujících půdoochranných technologií při různých stupních ochrany půdy před erozí

Podíl na výměře [%]

- konvenční zpracování půdy
- vrstevnicové obdělávání

- mělké zpracování půdy
- setí do mulče
- zatravnění

lávání půdy a zakládání porostů po vrstevnici. Na 4,60 % erozně ohrožených ploch je třeba orbu nahradit mělkým zpracováním půdy s ponecháním rostlinných zbytků. Pro 0,94 % výměry jsou výše jmenované agrotechniky nedostačující, a proto je doporučeno zakládání porostů do nezpracované půdy s ponecháním mulče meziplodiny. Zbýlých 0,28 % výměry DPB je doporučeno k trvalému zatravnění.

#### Vyhláška č. 240/2021 Sb.

Podle nastavení Protierozní vyhlášky klasická agrotechnika vyhovuje na 66,20 % výměry orné půdy, na 13,03 % postačí upravit směr zpracování půdy a zakládání porostů po vrstevnici. Vrstevnicové obdělávání vyhovuje celkem na 78,9 % výměry orné půdy, mělké zpracování půdy na 93,5 % a setí do mulče na 99,2 %. Zbýlých 0,78 % výměry DPB je doporučeno k trvalému zatravnění (viz obr. 4).

#### DZES 5, cílový stav od 1. 1. 2030

Tento stupeň ochrany nejvíce reprezentuje environmentální přístup, proto podíl výměry orné půdy, kde standardní agrotechnika vyhovuje, je pouze 42,83 %. Na 57 % výměry orné půdy je třeba použít vhodnou půdoochrannou technologii. Na 14,09 % erozně ohrožených ploch postačí upravit směr zpracování půdy a zakládání porostů po vrstevnici (vyhovuje celkem na 56,8 % orné půdy). Na 23,17 % je třeba orbu nahradit mělkým zpracováním půdy s ponecháním rostlinných zbytků. Půdoochranná technologie mělkého zpracování půdy vyhovuje na 80,0 % orné půdy. Dalších 17,41 % výměry je doporučeno zakládat do nezpracované půdy s ponecháním mulče meziplodiny. Konečně 2,50 % výměry orné půdy je vhodné převést do trvalých travních porostů (viz obr. 4).

#### Celkové výsledky potenciální ztráty půdy při různých stupních ochrany půdy před erozí

Vypočtené hodnoty faktoru C (resp. C-P) lze v kombinaci s ostatními faktory rovnice USLE (R, K, L, S), dostupnými rovněž ve formě detailních rastrových vrstev, využít k výpočtu celkové potenciální ztráty půdy v jednotlivých variantách (obr. 5).

První varianta odpovídá skutečně deklarovaným plodinám v letech 2016–2021 (včetně zohlednění jejich návaznosti z hlediska faktoru ochranného vlivu vegetace) za předpokladu konvenčního zpracování veškeré půdy, tedy bez použití půdoochranných technologií. V tomto případě by potenciál průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí na orné půdě v Česku dosahoval 25,65 milionů tun za rok. Při přepočtu na hektar orné půdy jde o průměrnou potenciální ztrátu 10,15 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.

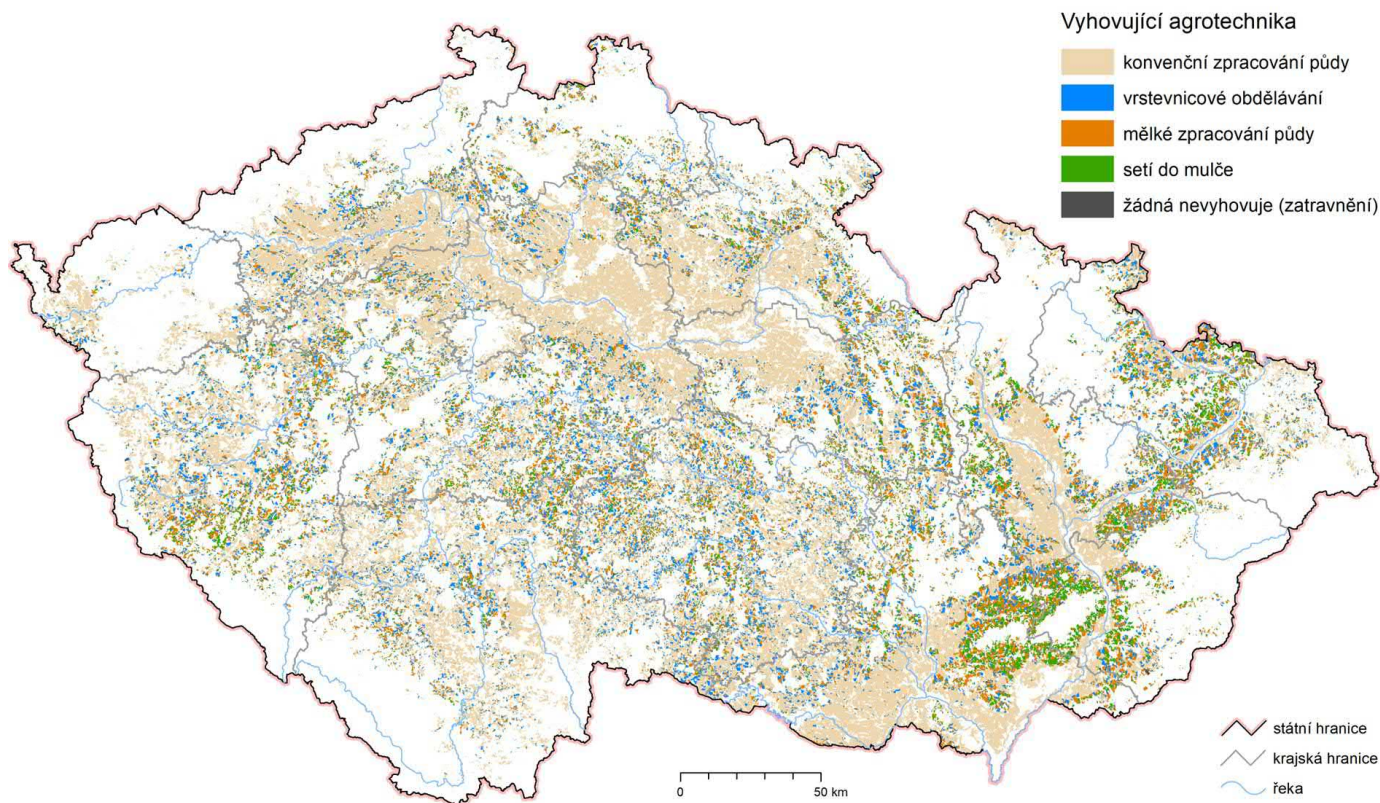
Při použití agrotechnik, které umožňují na všech hodnocených parcelách dodržet maximální přípustnou ztrátu půdy stanovenou v rámci DZES 5 od 1. 1. 2019 na 17; 17; 4 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> (pro hluboké, středně hluboké a mělké půdy), by potenciál průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí klesl na 20,77 mil. t.rok<sup>-1</sup> (resp. 8,21 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). To znamená o 19 % nižší ztrátu půdy oproti první variantě.

Dále při použití agrotechnik, které umožňují dodržet maximální přípustnou ztrátu půdy stanovenou vyhláškou č. 240/2021 Sb. na 9; 9; 2 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, by potenciál průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí dosahoval jen 14,80 mil. t.rok<sup>-1</sup> (resp. 5,85 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). To je již o 42 % nižší potenciální ztráta půdy oproti variantě bez použití půdoochranných technologií.

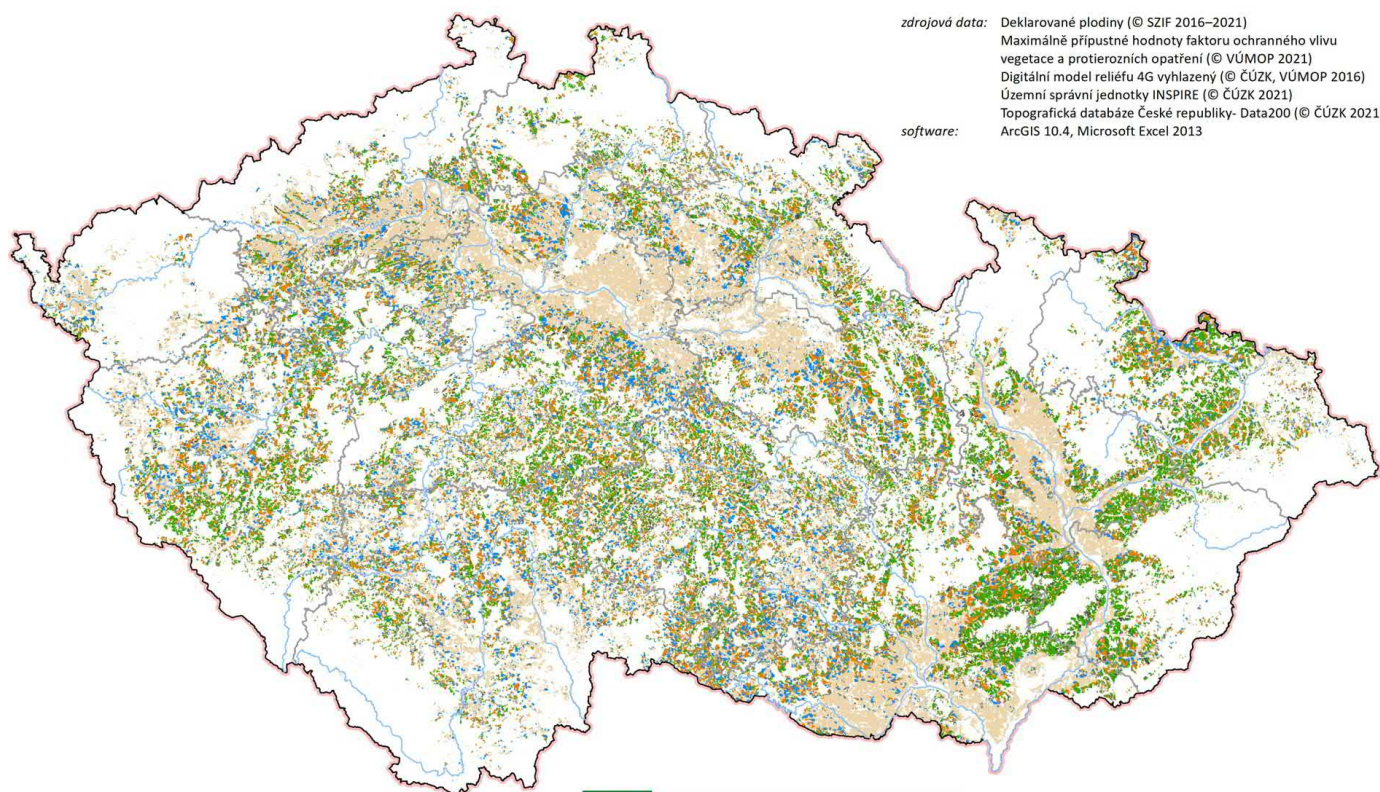
Konečně při použití agrotechnik, které umožňují dodržet maximální přípustnou ztrátu půdy podle cílového stavu DZES 5 od 1. 1. 2030 (tedy 5; 5; 1 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>), by potenciál průměrné

Obrázek 4. Agrotechniky, u nichž nedochází k nadlimitnímu ohrožení půdy vodní erozí ( $C \cdot P \leq C_p \cdot P_p$  při  $G_p = 9; 9; 2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , resp. při  $G_p = 5; 5; 1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ )

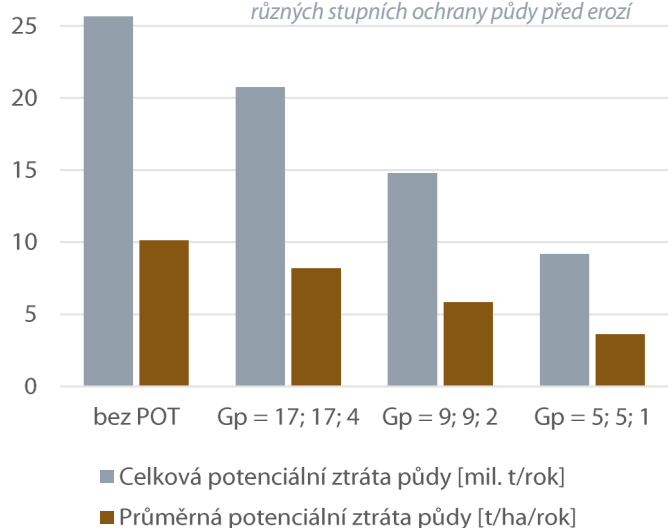
**EROZNĚ OHROŽENÉ PLOCHY SE ZOHLEDNĚNÍM ZEMĚDĚLSKÉ PRODUKCE V OBDOBÍ 2016–2021**  
 Agrotechniky, u nichž nedochází k nadlimitnímu ohrožení půdy vodní erozí ( $C \cdot P \leq C_p \cdot P_p$  při  $G_p = 9; 9; 2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ )



**Agrotechniky, u nichž nedochází k nadlimitnímu ohrožení půdy vodní erozí ( $C \cdot P \leq C_p \cdot P_p$  při  $G_p = 5; 5; 1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ )**



Obrázek 5. Celková potenciální ztráta půdy při různých stupních ochrany půdy před erozí



dlouhodobé ztráty půdy erozí klesl na pouhých 9,18 mil. t.rok<sup>-1</sup> (resp. 3,63 t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). To znamená dokonce o 64 % nižší ztrátu půdy oproti první variantě.

## Závěrem

Deklarované plodiny v letech 2016–2021 představují sled reálně pěstovaných plodin na úrovni DPB. To dává již dostatečný přehled o způsobu hospodaření a mohou být činěny adekvátní závěry. Výsledky potvrzují, že Standard DZES 5 může být plněn na většině ploch (87 % výměry orné půdy) bez nutnosti jakékoli půdoochranné technologie a to hlavně díky mírnému nastavení limitu dlouhodobé přípustné ztráty půdy. Současný stav ochrany zemědělské půdy definované společnou zemědělskou politikou neodpovídá realitě, že více než 50 % zemědělské půdy v ČR je ohroženo vodní erozí.

U Protierozní vyhlášky, jež je založena na hodnocení protierozního účinku osevňovacího sledu, indikujeme potenciální problém na 6,5 % ploch, kde je vyžadováno zakládání porostů do mulče, kdy ne všechny podniky mají potřebnou mechanizaci nebo dostatečné zkušenosti. Cílový stav DZES 5 pro rok 2030 je výzvou nejen pro zemědělce, ale i výzkum a státní správu. V tomto případě 20 % ploch orné půdy vyžaduje výrazné omezení zpracování půdy nebo změnu osevňovacího sledu. Bude proto třeba ověřit další účinné půdoochranné technologie pro větší počet plodin.

**Výsledky také ukazují, že při environmentálním přístupu, to znamená při adekvátním použití půdoochranných technologií, se i za současného zastoupení plodin z let 2016–2021 sníží potenciální průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí celkem o 16,5 mil. tun za rok oproti stavu bez použití těchto technologií. Používáním půdoochranných technologií mohou zemědělci udržet výnosový potenciál a lépe ochránit také finanční hodnotu půdy, kterou obhospodařují.**

Mapa erozně ohrožených ploch se zohledněním zemědělské produkce v období 2016–2021 je přístupná online v knihovně VÚMOP, v.v.i. <https://knihovna.vumop.cz/documents/2136>

Článek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, v rámci projektu NAZV QK22010261 „Využití nových půdoochranných technologií v zemědělské praxi“; Specializovaná mapa vznikla v rámci projektu NAZV QK1920224 „Možnosti řešení protierozní ochrany v zemědělských podnicích při vyloučení používání glyfosátu“.

## Použitá literatura

- Janeček, M. a kol., 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí. 1. vyd. Praha: Powerprint. ISBN 978-80-87415-42-9.
- Janoušek, Z., Mistr, M., Novotný, I., Kapička, J., 2021. Mapa erozně ohrožených ploch se zohledněním zemědělské produkce v období 2016–2021. Průvodní zpráva k výsledku: specializovaná mapa s odborným obsahem. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Dostupné z: [knihovna.vumop.cz/documents/2136](http://knihovna.vumop.cz/documents/2136)
- Mistr, M., Dostál, T., Brant, V., Středa, T., Novotný, I., Krása, J., Kroulík, M., Středová, H., Zumr, D., Roudnická, Stašek, J., Pivec, J., Žížala, D., Kapička, J., Beitlerová, H., Zelenková, K., 2018. Faktor ochranného vlivu vegetace jako významná součást protierozní ochrany zemědělské půdy. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. ISBN 978-80-87361-93-1.
- Mistr, M., Dostál, T., Bauer, M., Novotný, I., Krása, J., Středová, H., Středa, T., Rožnovský, J., Kapička, J., Dočkal, M., 2016a. Ochrana zemědělského půdního fondu v kontextu klimatických změn. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. ISBN 978-80-87361-64-1.
- Mistr, M., Dostál, T., Brant, V., Krása, J., Středa, T., Novotný, I., Středová, H., Kroulík, M., Pivec, J., Zumr, D., 2016b. Stanovení faktoru ochranného vlivu vegetace pomocí simulátoru deště. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. ISBN 978-80-87361-65-8.
- Mistr, M., Novotný, I., Rožnovský, J., Dostál, T., Váňová, V., Kulířová, P., Vopravil, J., Heřmanovská, D., Khel, T., Kristenová, H., Středa, T., Středová, H., Krása, J., Brant, V., 2013. Stanovení aktuálních hodnot ochranného účinku vegetace za účelem kvantifikace a zefektivnění protierozní ochrany v ČR. Výstup funkčního úkolu MZe ČR č. 41628/2013-MZE-14143., s. 142.
- Ministerstvo zemědělství ČR, 2016. Strategie resortu ministerstva zemědělství s výhledem do roku 2030 [online]. Dostupné z: [www.eagri.cz](http://www.eagri.cz)
- Novotný, I., Mistr, M., Papaj, V., Kristenová, H., Váňová, V., Kapička, J., Vlček, V., Vopravil, J., Kulířová, P., Kadlec, V., Kobzová, D., Srbek, J., Pochop, M., Podhrázká, J., Fiala, R., Žížala, D., Dostál, T., Krása, J., Vaňková, K., Haluzová, J., Jirků, V., Smolková, I., 2017. Příručka ochrany proti vodní erozi [online]. Dostupné z: [knihovna.vumop.cz](http://knihovna.vumop.cz)
- Wischmeier, W. H., Smith, D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning, Agr. Handbook, 537. Washington: US Dept. of Agriculture.

## Webová aplikace „Návrh protierozních travních pásů v zemědělské krajině“



**Mgr. Petr Karásek**

karasek.petr@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i., oddělení  
pozemkové úpravy a  
využití krajiny

Travní pás je v zemědělsky využívaném pozemku polyfunkční opatření, které zvyšuje retenci vody v krajině, chrání pozemek před vodní erozí a zvyšuje biodiverzitu území. Výzkumem travních pásů a jejich vlivem na erozi půdy se v ČR minulosti zabývala celá řada autorů (Dýrová, 1988; Holý, 1994; Kasprzak, 1989; Hejduk, 2011). V posledních letech se jejich vlivem a implementací do krajiny zabývají práce autorů Doležal a kol., 2015; Karásek a kol., 2021, 2022; aj.

Praktickou implementaci travních pásů do krajiny umožňuje zejména proces pozemkových úprav prostřednictvím plánu společných zařízení. V rámci něj projektant navrhuje mimo jiné protierozní opatření, která v důsledku musí snížit přípustnou ztrátu půdy vodní erozí pod stanovený limit. Jedním z těchto opatření může být i opatření typu „protierozní travní pás“. Pod pojmem „protierozní travní pás“ chápeme travní pás v bloku orné půdy, jehož umístění a parametry jsou definovány výpočtem, a jehož primární funkcí je ochrana zemědělského pozemku před erozí. Při splnění tohoto předpokladu pak můžeme tento travní pás uvažovat jako technické protierozní opatření (viz norma ČSN 75 4500 – Protierozní ochrana), které při výpočtu dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí (metodou USLE) přeruší faktor délky svahu uvažovaného pozemku. Protierozní travní pás (charakteru technického protierozního opatření) je primárně určen k ochraně zemědělské půdy před erozí, nikoliv intravilánu před bleskovými povodněmi z přívalových srážek. Proto se toto opatření navrhuje a dimenzuje na nižší nletosti (N=10 let) (viz norma ČSN 75 4500).

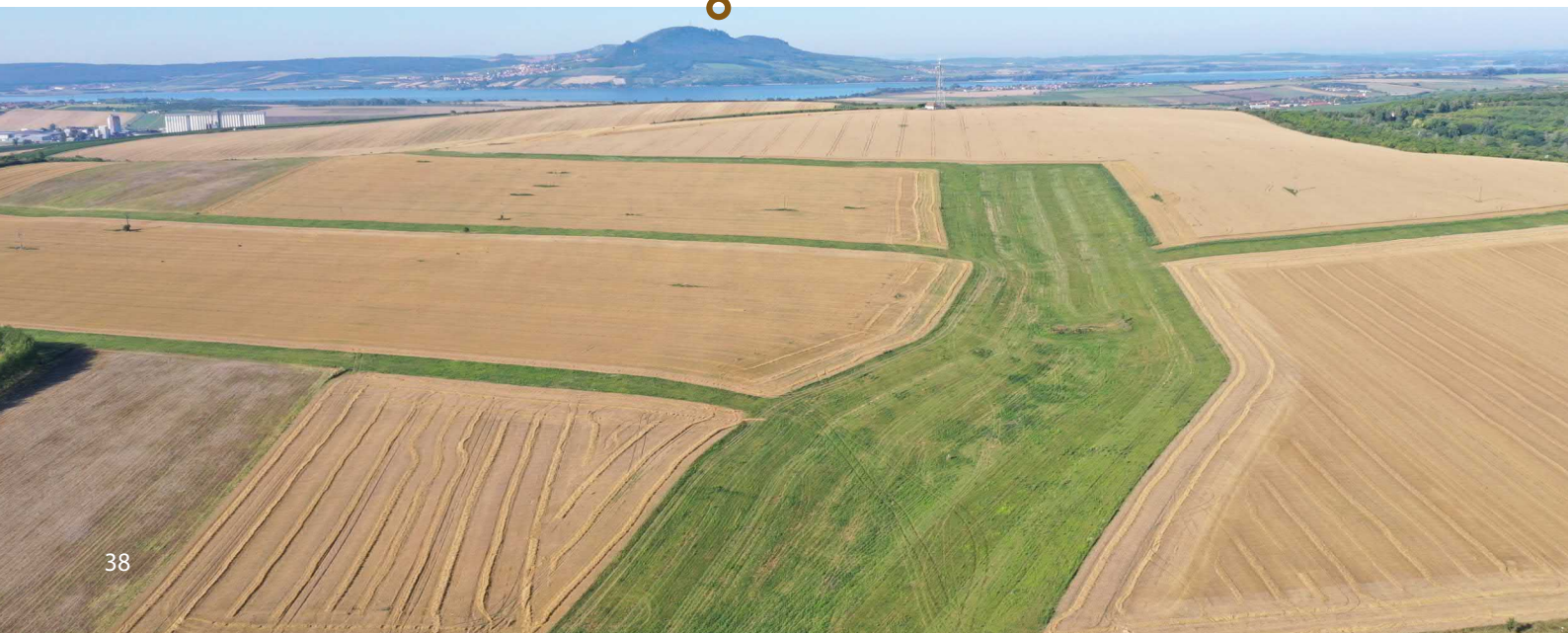
Za účelem návrhu a dimenzování tohoto typu protierozního opatření byla vyvinuta Výzkumným ústavem meliorací a ochrany

půdy, v.v.i. ve spolupráci s projekční firmou AGROPROJEKT PSO s.r.o. v rámci výzkumného projektu TAČR TJ04000342 a institucionální podpory MZE RO0218 webová aplikace s názvem „Návrh protierozních travních pásů v zemědělské krajině“. Tato aplikace je dostupná na adrese <https://protieroznipasy.vumop.cz>.

Aplikace je určena především odborným uživatelům, zejména projektantům pozemkových úprav a pracovníkům Státního pozemkového úřadu. Díky uživatelské přívětivosti je však využitelná i pro širší odbornou veřejnost seznámenou s problematikou erozích a odtokových procesů. Aplikace slouží k lokalizaci a dimenzování protierozních travních pásů v zemědělské krajině. Projektantovi aplikace umožní správně navrhnout a nadienzovat travní pás v ploše svahu, včetně možnosti exportu výsledků formou grafického reportu, či datové vrstvy (shp).

Základní fyzikální principy výpočtu aplikace vycházejí z teoretických východisek „nevymílajícího tangenciálního napětí vody“ které popisuje Dýrová (1988) a Holý (1994). Jedná se o výpočet limitní délky svahu dle tečného napětí, na který navazuje výpočet dimenzování protierozního travního pásu. Pro dimenzování protierozních travních pásů je dostupná celá řada metod, které jsou popsány v pracích Holý (1994), Dýrová (1988), Kasprzak (1989), Doležal a kol. (2015). Vzhledem k podmínce dostupnosti dat, univerzálnosti a použitelnosti v rámci celé ČR byla pro praktický výpočet parametrů protierozních pásů ve webové aplikaci vybrána metoda dimenzování protierozních travních pásů popsána v práci Holý, M. (1994). Tato metoda je následně doporučena i v dalších certifikovaných metodikách – např. Doležal a kol. (2015). Princip této metody vychází z předpokladu, že navržený protierozní travní pás má zachytit a do půdy vsáknout veškerou vodu, která na něj přitekla z výše položeného pozemku včetně vody, která na něj spadla.

*Obrázek 1. Soustava zatravněné údolnice a 4 protierozních travních pásů v lokalitě Hustopeče – Starovice (experimentální povodí VÚMOP, v.v.i.)*



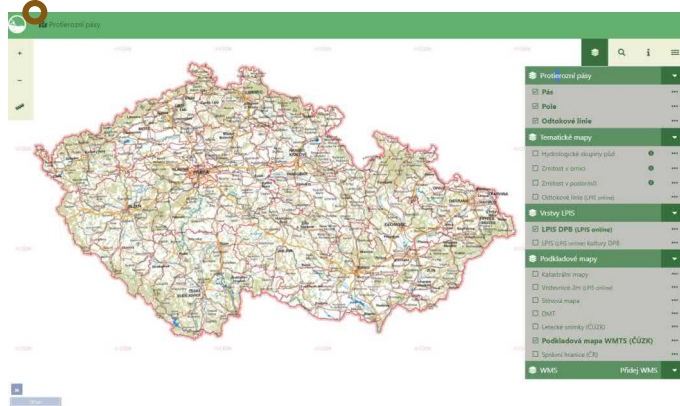


Obrázek 2. Detailní pohled na vrstevnicově orientovaný protierozní travní pás v lokalitě Hustopeče – Starovice (v pozadí VN Nové Mlýny a Pavlovské vrchy)

## Použitá literatura

- ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy.
- Doležal, P. a kol., 2015: Metodický návod k provádění vybraných činností v procesu pozemkových úprav. Certifikovaná metodika, VÚMOP, v. v. i.
- Dýrová, E., 1988: Ochrana a organizace povodí. Brno: ES VUT Brno.
- Hejduk, S., 2011: Vliv pícních porostů na vznik povrchových odtoků srážkových vod a náhlých povodní. Habilitační práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- Holý, M., 1994: Eroze a životní prostředí. Praha: ČVUT Praha.
- Karásek, P., Pochop, M., Konečná, J., 2022: Comparison of the Methods for LS Factor Calculation when Evaluating the Erosion Risk in a Small Agricultural Area Using the USLE Tool. Journal of Ecological Engineering. 23(1):100–109.
- Karásek, P., Kapička, J., 2021: Grass strips in the landscape of the Czech Republic. In Fialová J. (ed.) Public recreation and landscape protection – with sense hand in hand! Křtiny: Mendelu, 10. - 11. 5.2021.
- Kasprzak, K., 1989: Ochrana vodních nádrží před znečištěním erozními smyvy. Dílčí závěrečná zpráva tématu RVHP 2.1. „Racionální využití a ochrana vodních nádrží“. Brno: Mendelova univerzita.

Obrázek 3. Webová aplikace „Protierozní pásy“



Obrázek 4. Ukázka výpočtu umístění polohy a šířky protierozního travního pásu na 3 uživatelem definovaných odtokových liniích na modelovém svahu



# Multikriteriální analýza území pro výběr efektivního způsobu hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území



**Ing. Štěpán Marval**  
marval.stepan@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i., oddělení  
Hydrologie a ochrany  
vod

**Ing. Luděk Bureš,**  
**Ph.D.**  
ČZU

**Ing. Tomáš Hejduk,**  
**Ph.D.**  
VÚMOP, v.v.i.

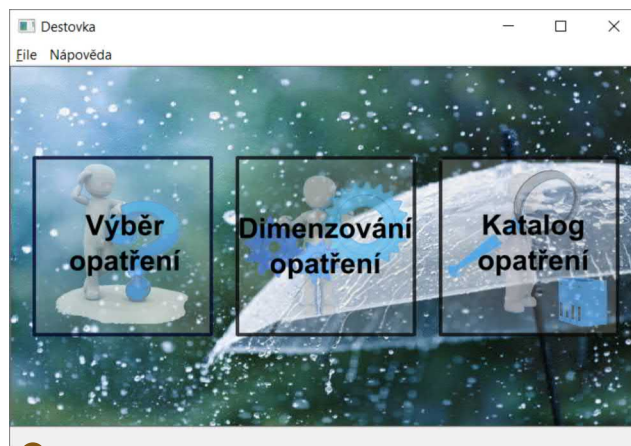
V rámci projektu s názvem *Interdisciplinární přístupy efektivního hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách urbanizovaných území v ekonomickém, sociálním a environmentálním kontextu*, je dokončován softwarový prostředek pro podporu výběru efektivního způsobu hospodaření se srážkovou vodou na rozvojových plochách měst a obcí. Na řešení výše uvedeného projektu se VÚMOP, v.v.i. podílí společně se Západočeskou univerzitou v Plzni, Českou zemědělskou univerzitou v Praze a firmou Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Vyvíjený software lze schematicky rozdělit celkem na tři části. První část se zabývá výběrem opatření nejvhodnějšího typu opatření hospodaření s dešťovou vodou (HDV) na základě analýzy území (**výběr opatření**). Druhá část poskytuje uživateli přehled o vlivu zvolených opatření HDV (**dimenzování**). Poslední částí je propojení na zpracovaný katalog HDV pro detailní seznámení s konkrétním opatřením HDV (**katalog opatření**). Úvodní okno vyvíjeného softwaru je prezentováno na Obr. 1.

## Výběr opatření

V okně pro výběr opatření je na základě volby vybraných parametrů (tematické zaměření, využití prostoru, přírodní podmínky, lokální omezení, náklady – viz obr. 2) vypočítána procentuální vhodnost pro každé opatření. Vhodností se myslí, jak dané opatření odpovídá voleným parametrům, které jsou v zásadě stanovené charakterem rozvojové lokality, řešenou problematikou či náklady na realizaci a údržbu opatření HDV.

Základem pro mechanismus výpočtu vhodnosti daného opatření HDV je multikriteriální analýza, jejíž parametry jsou uloženy v preferenční



Obrázek 1. Úvodní okno softwaru umožňující uživateli rychlý přechod do vybrané části softwaru.

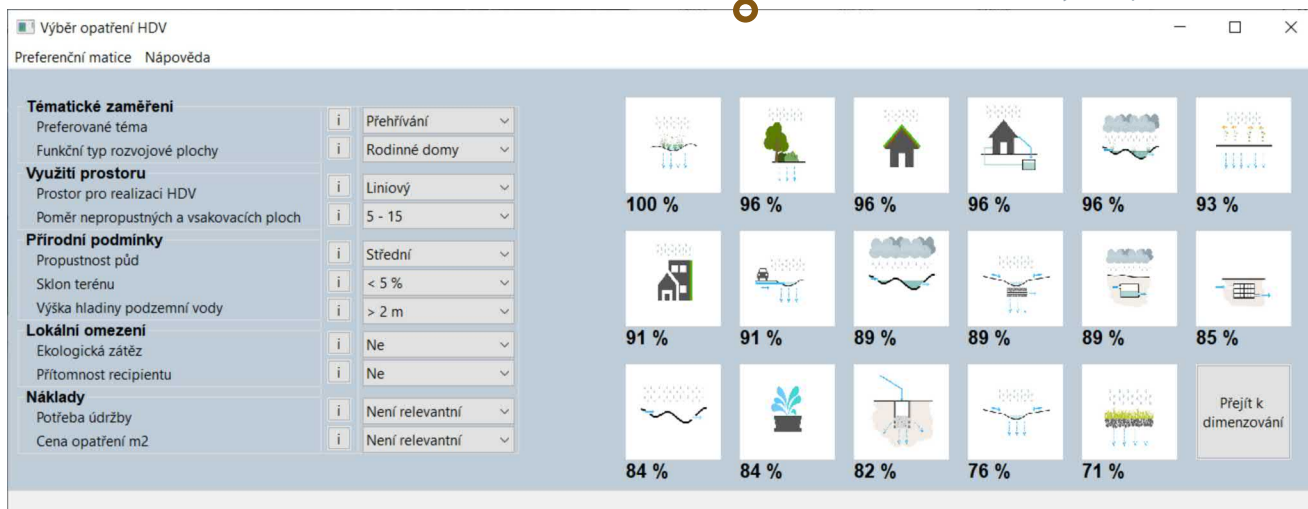
matici, která je pro uživatele přístupná a editovatelná. Jednotlivé koeficienty mají roli vah v rozhodovacím procesu a je možné měnit jejich hodnotu. Po spuštění programu je preferenční matice nastavena do výchozí pozice. Pokud uživatel některé koeficienty změní, může matici uložit a později nahrát zpět. Přístup k editaci preferenční matice je skrze okno „dimenzování“.

## Dimenzování

Do okna pro dimenzování opatření HDV lze přistupovat buď přímo z hlavního panelu (obr. 1) bez provedené analýzy vhodnosti opatření, nebo z okna pro výběr opatření (obr. 2). V případě vstupu přímo z úvodního okna programu je pořadí prvků HDV výchozí. Nikoliv dle vhodnosti opatření pro danou lokalitu v případě přístupu z okna výběru opatření.

V levé části okna pro dimenzování opatření jsou uvedeny formuláře pro vyplnění parametrů předpokládaného využití území. Program na

Obrázek 2. Schematizace výběru opatření HDV.





	Preferované téma						Funkční typ rozvojové plochy				Prostor pro realizaci HDV					Poměr nepropustných a vsakovacích ploch	Propustnost půd	Sklon terénu	Výška hladiny podzemní vody	Existence ekologické zátěže	Přítomnost recipientu	Potřeba údržby	Cena opatření za m2																	
	Přehrávání	Sucho	Záplavy	Akumulace	Přehrávání / sucho	Přehrávání / akumulace	Bytové domy	Rodinné domy	Výroba a skladování	Občanské vybavení	Rekreace a sport	Liniový	Bodový	Plošný	Liniový / bodový								Liniový / plošný	Bodový / plošný	< 5	5 - 15	> 15	Nízká	Dobrá	Výborná	< 5 %	> 5 %	< 1 m	1 - 2 m	> 2 m	Ano	Ne	Ano	Ne	Nízká
Suchá (detenční) nádrž	2	3	5	1	3	2	2	4	3	4	5	5	1	1	5	1	3	3	1	3	5	5	4	3	5	5	1	3	5	5	5	5	1	1	5	1	2	5		
Retenční nádrž	5	5	4	5	5	5	5	4	3	4	5	5	1	1	5	1	3	3	1	3	5	5	4	3	5	5	1	3	5	5	5	5	5	1	1	5	1	2	5	
Podzemní retenční nádrž	1	5	3	5	3	3	5	5	5	4	3	3	3	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	4	5	1	3	5		
Dešťový záhon	5	2	1	1	4	3	2	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	1	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	4	5	5	
Zelené střechy	5	2	1	1	4	3	2	5	5	2	4	1	5	5	5	5	5	5	5	3	1	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	1	3	5	
Systém plošného vsakování	2	3	1	1	3	2	2	5	5	2	4	1	3	1	5	2	4	3	5	3	1	1	3	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
Vsakovací podélné prvky	2	3	1	1	3	2	2	5	5	3	5	4	5	1	3	3	4	2	3	5	3	1	3	5	5	1	1	1	5	0	5	5	5	5	3	5	5	5	5	
Soustředné povrchové vsakování	2	3	1	1	3	2	2	4	1	3	3	5	5	3	5	4	4	5	5	2	1	3	5	5	1	1	1	5	0	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	
Vsakovací galerie	2	3	1	1	3	2	2	5	5	4	1	2	5	3	5	4	5	4	3	5	5	1	3	5	5	5	1	1	5	0	5	5	5	5	4	5	3	4	5	
Vsakovací šachta	2	3	1	2	3	2	2	5	2	5	2	1	5	1	3	1	3	3	4	5	1	3	5	5	5	1	1	5	0	5	5	5	5	4	5	3	4	5		
Podzemní vsakovací drén	1	3	1	1	2	1	2	2	5	2	5	2	5	1	5	3	5	3	3	5	3	1	3	5	5	5	1	1	5	0	5	5	5	5	4	5	3	4	5	
Akumulace srážkové vody	1	1	1	5	1	3	3	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	1	3	5	5	5	5	5	5	5	1	3	5	5	5	5	5	5	4	5	2	4	5	
Tůň / mokřad v urbanizované krajině	5	5	3	2	5	4	4	5	3	3	4	5	3	3	3	5	3	4	4	1	5	4	3	5	5	1	2	5	0	5	5	5	3	1	5	4	5	5		
Bylinné záhony	5	2	1	1	4	3	2	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	3	1	3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5		
Zelené fasády	5	2	1	1	4	3	2	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	1	3	5		
Výsadba stromů a keřů	5	2	1	1	4	3	2	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5		
Vodní prvky	5	2	1	2	4	4	2	5	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	3	1	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	1	2	5		

Obrázek 3. Preferenční matice pro multikriteriální analýzu.

jejich základě stanoví předpokládaný maximální odtok [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>] a objem [m<sup>3</sup>] srážkových vod k likvidaci. Pro stanovení maximálního odtoku je využívána racionální metoda uvedená v ČSN 75 6101, objem srážkových vod je vypočítáván dle ČSN 75 9010.

V pravé části okna je umožněna volba konkrétních opatření HDV včetně rozsahu v zamýšlené lokalitě. Na základě volby opatření a jejich rozsahu program vyžaduje další nezbytné informace pro výpočet efektu zvoleného opatření na celkové výsledky. Za hlavní výsledky programu je považováno stanovení maximálního odtoku a maximálního objemu srážkových vod, koeficientu zeleně a indexu modrozelené infrastruktury lokality po započítání voleného opatření HDV.

### Katalog opatření

Poslední částí softwaru je napojení na zpracovaný katalog opatření HDV. Ze softwaru je přístup do katalogu umožněn dvěma způsoby.

Prvním je přímý vstup z hlavního panelu (obr. 1) nebo druhým poté přes ikony jednotlivých opatření v okně výběr opatření (obr. 2). Rozdíl mezi přístupy je v tom, že z hlavního okna se katalog otevře na úvodní stránce, zatímco v druhém případě je zobrazen katalogový list opatření, na jehož ikonu uživatel kliknul.

### Závěr

Zpracovaný příspěvek představuje softwarový nástroj, který umožní přehled vhodných opatření HDV a jejich dimenze pro konkrétní rozvojové lokality měst a obcí. Prezentovaný výsledek výzkumného projektu bude uplatňován v praxi veřejné správy (především menších měst a obcí) při rozhodovacích procesech, tvorbě územně plánovací dokumentace, projekci generelů rozvojových ploch či při tvorbě regulativů rozvoje území. Začátkem roku 2023 bude výsledek v podobě samostatného programu volně přístupný na stránkách řešitelů projektu včetně podrobné dokumentace v podobě uživatelského manuálu.

Obrázek 4.

**Dimenzování opatření HDV**

**Předpokládané využití území**

Plocha řešeného území [m2]: 830

Plocha [m2]	Kategorie	Sklon [%]
150	Střechy	1 - 5 %
150	Zpevněné pozemní komunikace	do 1 %
50	Komunikace ze zatravnovacích tváří	1 - 5 %
30	Upravené stěrkové plochy	do 1 %
450	Zatravněné plochy (zelené pásy, pole, ...)	1 - 5 %

Propustnost území: Kypřý hlinitý písek

Nejbližší srážkoměrná stanice: Bmo

**Plánované prvky HDV**

- Suchá (detenční) nádrž
- Retenční nádrž
- Podzemní retenční nádrž
- Dešťový záhon
- Zelené střechy
- Systém plošného vsakování
- Vsaovací podélné prvky
- Soustředné povrchové vsakování
- Vsaovací galerie
- Vsaovací šachta
- Podzemní vsakovací drén
- Akumulace srážkové vody
- Tůň / mokřad v urbanizované krajině
- Bylinné záhony
- Zelené fasády
- Výsadba stromů a keřů

Návrhové úhny srážek pro zvolenou stanici (p = 0,2)

[mm]	5	10	15	20	30	40	60	120	[hod]	4	6	8	10	12	18	24	48	72
	9.5	13.5	16.5	18.5	21.3	23.9	26.2	33.1		37.1	38.7	39.4	40.1	40.7	42.7	44.2	53.9	60.2

Výpočet

**Výsledky bez HDV**

Maximální odtok dešťových vod - Q [m3/s]: 0.006

Objem srážkové vody k likvidaci - V [m3]: 2.837

Helsinkí green factor: 0.707

**Výsledky po přidání HDV**

Maximální odtok dešťových vod - Q [m3/s]: -

Objem srážkové vody k likvidaci - V [m3]: -

Helsinkí green factor: -

## SMART FARMING – Využití detailního průzkumu půdy k precizní aplikaci hnojiv



**Ing. Ondřej Holubík, Ph.D.**

VÚMOP, v.v.i.  
holubik.ondrej@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i.,  
oddělení Pedologie a  
ochrany půdy

**Ing. Darina Heřmanovská, Ph.D.**

VÚMOP, v.v.i.,

Pouze komplexní systémy, které kombinují moderní technologie nedestruktivního sledování půdních vlastností (ověřené půdním průzkumem a chemickými rozborů) detailně hodnotící specifické podmínky půdy na půdním bloku podpořené znalostmi agronoma mohou v konečném důsledku přinést snížení nákladů souvisejících s pěstováním rostlin.

### Co je to precizní zemědělství

Efektivní systém, kde se neplýtvá materiály, časem a penězi, který umožní zemědělcům se správně rozhodovat (DSS - decision support system). Systém, který v ideálním případě sníží materiálové toky (především aplikace dusíkatých hnojiv, herbicidů a pesticidů) a zlepší životní prostředí. Systém, který se právě v dnešní době při extrémní rozkolísanosti cen všech energií, hnojiv a ochranných prostředků může stát vodítkem pro šetrné hospodaření.

### Principy precizního zemědělství

Základní myšlenku položily Pierce et al. (1994), kdy principem precizního zemědělství je usměrňovat vstupy a technologie v závislosti na lokálních podmínkách v rámci lokality tak, aby bylo možné vykonat správný zásah na správném místě ve správném čase a správným způsobem. Postupem času se do koncepce precizního zemědělství stále více zapojují komunikační technologie.

Definice Fountas et al. (2016) uvádí, že „Precizní zemědělství, lze definovat jako řízení prostorové a časové variability v oborech využívajících informační a komunikační technologie, kdy nejčastější příčinou prostorové variability je heterogenita půdního prostředí (rozdílná intenzita obhospodařování pozemků a bioticky škodlivé vlivy) a časová variabilita zpravidla odráží průběh klimatických podmínek, který zásadně ovlivňuje růst rostlin (např. výnos vs. zaplevelení, výdroly, škůdci apod. (Lucas et al., 2011). Tyto přístupy jsou součástí koncepce zemědělské výroby EU (Zarco-Tejada et al., 2014), USA, Kanada a Austrálie (McBratney et Pringle, 1997). Principy precizního zemědělství jsou souhrnně prezentovány na webu společnosti ISPA (International Society of Precision Agriculture), zejména v rámci příspěvků z konferencí ICPA (International conference on Precision Agriculture).

I přes to, že jsou myšlenky a principy precizního zemědělství již více jak 20 let známy (National Research Council, 1997), jejich převod do praxe je velmi pozvolný. Mnohé z problémů ve vztahu mezi technickou a biologickou stránkou precizního ze-

mědělství byly podceněny a ukázaly se během vývoje být daleko hlubšími, než se původně předpokládalo. Proto se v praxi běžně používají pouze některé prvky tohoto původně komplexního systému (např. navigace strojů, výnosové mapy, hnojení podle zásobenosti živin). Celkový potenciál systému precizního zemědělství je tak využíván pouze částečně.

### Zonální hnojení

Principem zonálního hnojení je uložení hnojiva do spodních vrstev půdy, kde se bude následně vyvíjet kořenový systém rostlin. Toto hnojení má zajistit výživu rostlin v pozdějších fázích růstu a pomocí atraktivních hnojiv následně cíleně působit na rozvoj kořenové soustavy ve spodních částech orničního profilu, a tím přispět k eliminaci stresových faktorů, jako je především nedostatek vody (Brant et al., 2017). Základním principem precizního zemědělství je snaha o to důsledně respektovat požadavky rostlin na konkrétní stav půdního prostředí a též obecná snaha šetrného hospodaření na půdě s racionálním využitím všech vstupů. Základním předpokladem pro řešení otázky zonální aplikace živin je pozitivní působení dávek organické hmoty a bi-ochemicky dostupných forem základních stavebních prvků na rozvoj architektury kořenového systému rostlin. Pouze rostliny s rozsáhlým kořenovým systémem mohou odolávat dopadům zemědělského sucha.

### Politické a environmentální aspekty

Intenzifikace zemědělské výroby (spojená s aplikací minerálních hnojiv) v kombinaci s důsledky sucha dnes zapříčiňuje poměrně nízkou efektivitu využití dávkovaných hnojiv pro potřeby rostlin. Minerální formy živin zůstávají v půdě, nebo jsou vyplaveny do vodních recipientů. Problematická je dostupnost P, kdy minerální formy při nedostatku vláhy snadno precipitují a dramaticky klesá jeho využitelnost. Právě proto je zapotřebí využít stabilnější organické a příp. organominerální formy přístupných živin. V rámci přípravy SZP 2020+ a nastavení pravidel DZES se diskutuje možnost setrvalého hospodaření v oblasti živin (ná vaznost na DZES 5). Nová ekoschemata v návaznosti na vodní zákon a nitrátovou směrnicí navrhuji opatření pro snížení eutrofizace vod z nebodových zdrojů. Vytváří se nástroj hodnotící udržitelnost dávkování živin na půdním bloku. Dlouhodobě je diskutován i problém kvality půdní organické hmoty (ná vaznost na DZES 6). Řeší se otázka stabilizace poměru C/N k posílení půdní bioty a mechanismů vedoucích k tvorbě stabilní půdní struktury. Veškeré tyto projevy se odráží ve schopnosti půdy vázat vodu a odolávat projevům agronomického sucha.

### Proč využít půdní průzkum

V dnešní době jsou již známy a široce používány systémy moni-

torování výnosů s automatickou regulací dávkování živin apod., které přinesl rozvoj lokalizace přesné polohy (GPS, resp. DGPS). Máme k dispozici výnosové mapy, mapy výnosového potenciálu, mapy vegetačních indexů (např. NDVI, EVI), které nám umožní odhadnout půdní variabilitu na základě znalosti růstu rostlin. K získání dalších informací o půdní variabilitě můžeme využít nástroje plošného skenování pozemku (např. pomocí gama sondy (ČZU), systému VERIS (Leading Farmers), nebo s využitím on-the-go senzorů). Pomocí těchto systémů jsme schopni variabilně dávkovat živiny, které porosty pravděpodobně odeberou, případně určit zóny pro aplikaci herbicidů a pesticidů. Nicméně máme malou znalost o tom, proč jsou na pozemcích místa s nízkým a vysokým výnosovým potenciálem. Až teprve fyzický odběr půdních vzorků určený k chemickým analýzám sorpce a živin (N<sub>min.</sub>, přístupných forem P, K, Mg, Ca a CEC) nám umožní reálně odhadnout potřebnou dávku využitelných živin.

Pokud nás však zajímá i celkový agronomický potenciál hodnoceného území, je dobré podrobit pozemek také půdnímu průzkumu. Pouze detailní půdní průzkum nám pomůže odhalit podstatu nízkého výnosu na konkrétní části pozemku (změny půdního substrátu, výchozy hornin, místa se zvýšenou hladinou podzemní vody, nefunkční drenáž apod.). Půdní průzkum tak může sloužit k zásadnímu rozhodování agronoma, zda je rentabilní na inkriminované části pozemku hospodařit, zda má smysl část půdního bloku například podpořit k vyšším výnosům, či nikoliv, jaké jsou místně efektivní dávky hnojiv atd.

## Metodika

Metodika prezentuje myšlenky aktuálně řešeného projektu (QK21010130) „SMART FARMING – Variabilní profilová aplikace hnojiv do zóny růstu kořenů konvenčních plodin“. Smyslem řešení je srovnat zonální působení hnojiv aplikovaných až do 3 hloubek (povrch 0–10 cm, zóna 10–15 cm, depo 15–

35 cm) s variabilní dávkou živin a standardní hnojení povrchově. Pro prostorovou variabilitu jsou ambice navrhnout vhodný management zpracování půdy, určit maximální dávky hnojiv s ohledem na hloubku půdy a celkovou výměnnou kapacitu sorpčního komplexu. Pro časovou variabilitu navrhnout systém zonální aplikace hnojiv s pomalu uvolnitelnou živinou, která bude přístupná pro rostliny v kořenové zóně růstu. Pro založení pokusů je testován prototyp mechanizace s možností profilového hnojení Bednar FMT (obr. 1).

## Realizace půdního průzkumu

Cílem půdního průzkumu je na podkladech plošného skenování pozemku určit:

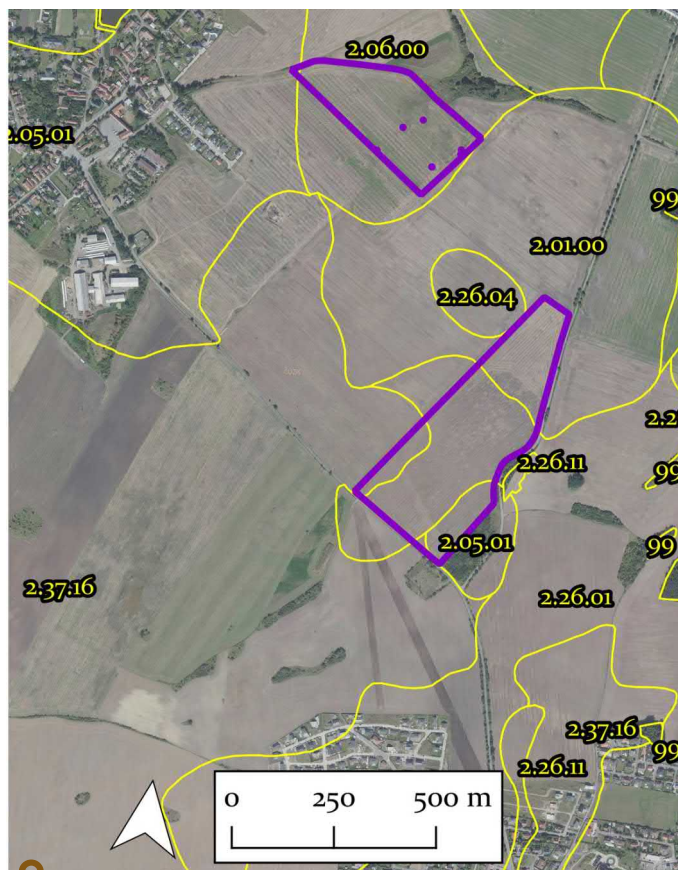
- 1) agronomický potenciál území – sestavit půdní podkladové a živinové mapy
- 2) maximální aplikační dávku kapalných a pevných hnojiv, příp. navrhnout možnost nápravy
- 3) efektivní metodu zpracování půdy a efektivní dávky hnojiv s ohledem na plodinu

Jako modelové lokality pro testování zonálního hnojení v rámci precizního zemědělství byly v roce 2021 zvoleny dvě lokality Veliká Ves (PB 7601/8) a Předboj (PB 7601/1). Obě lokality jsou si půdně i klimaticky podobné (obr. 2 a 3), nicméně z pohledu navrženého agronomického zásahu zcela odlišné.

- Lokalita Veliká Ves je rovinatá s dominantním výskytem hluboké černozemně černické pelické (CExp, Němeček et al., 2011) vyvinuté na silně vápnitým křídovém sedimentu pouze v severozápadní části se vyskytují půdy degradovaných černozemí modálních (CEm, Němeček et al., 2011) vyvinutých na směsi křídových sedimentů a fluvialních teras.
- Lokalita Předboj je na mírně svažitém pozemku s vyšší variabi-



Obrázek 1. Souprava strojů MATADOR a CORSA (Bednar FMT) tažená traktorem CLAAS XERION 4580 (foto Jan Lukas - VURV)



Obrázek 2. Lokalizace ploch při řešení projektu SMART FARM (QK21010130) v roce 2021

litou půdy. V jižní části pozemku (navrchu) se nachází půdy hlinitých kambizemí modálních až luvických (KAm / KAl, Němeček et al., 2011) místy až s přechody do regozemí vyvinuté na rozpadu algonkických břidlic a bulžníku, ve střední pasáži pozemku se vyskytují půdy černozemí modálních (CEm, Němeček et al., 2011) vyvinutých na spraších s příměsí fluvialních materiálů a v údolní pozici černozemě černické vyvinuté na vápnatých druhohorních sedimentech (CEx, Němeček et al., 2011).

Půdní průzkum pro účely vytvoření půdně podkladové mapy k efektivní dávce živin K a P pro oba pozemky byl sestaven pro odběrnou síť založenou na místech s rozdílným výnosovým potenciálem (data poskytl VURV, obr. 4).

## Výsledky

Na podkladech výsledků půdního průzkumu a chemických rozborů pro K a P byl na lokalitě Veliká Ves zjištěn výrazný propad v obsahu přístupných forem P (obr. 4). Doporučená dávka  $P_2O_5$  (Trávník et al., 2012) byla nastavena variabilně ve 3 zónách na 80, 100 a 120 kg  $P_2O_5$ /ha. S ohledem na povahu půd vyvinutých na silně vápnatém půdním substrátu (křídovém sedimentu), kde hrozí sorpce P do minerálních forem s Ca (až na  $Ca_3(PO_4)_2$ ), byl zvolen zdroj organominerálního P (Lovostart GSH NP 6-28+7S) aplikovaný do hloubky 10–15 cm. Naopak výsledky z lokality Předboj ukazují na vysoké obsahy všech makroživin (obr. 4), agronomickým zásahem zde bylo pouze tzv. „vyspravení“ částí pozemku RGm dávkou kompostu 3 t/ha. Obě lokality by bez užití metod plošného skenování (DPZ) a chemických rozborů byly standardně hnojeny dávkou 100 kg/ha (NPK 15,15,15). Výsledky půdního průzkumu založené na znalosti půdní variability obou pozemků, tak ušetřily



Obrázek 3. Výběr sond typických půd lokality Předboj (PB 7601/1) a Veliká Ves (PB 7601/8)

nemalé náklady na hnojení a přípravu pozemku.

## Závěr

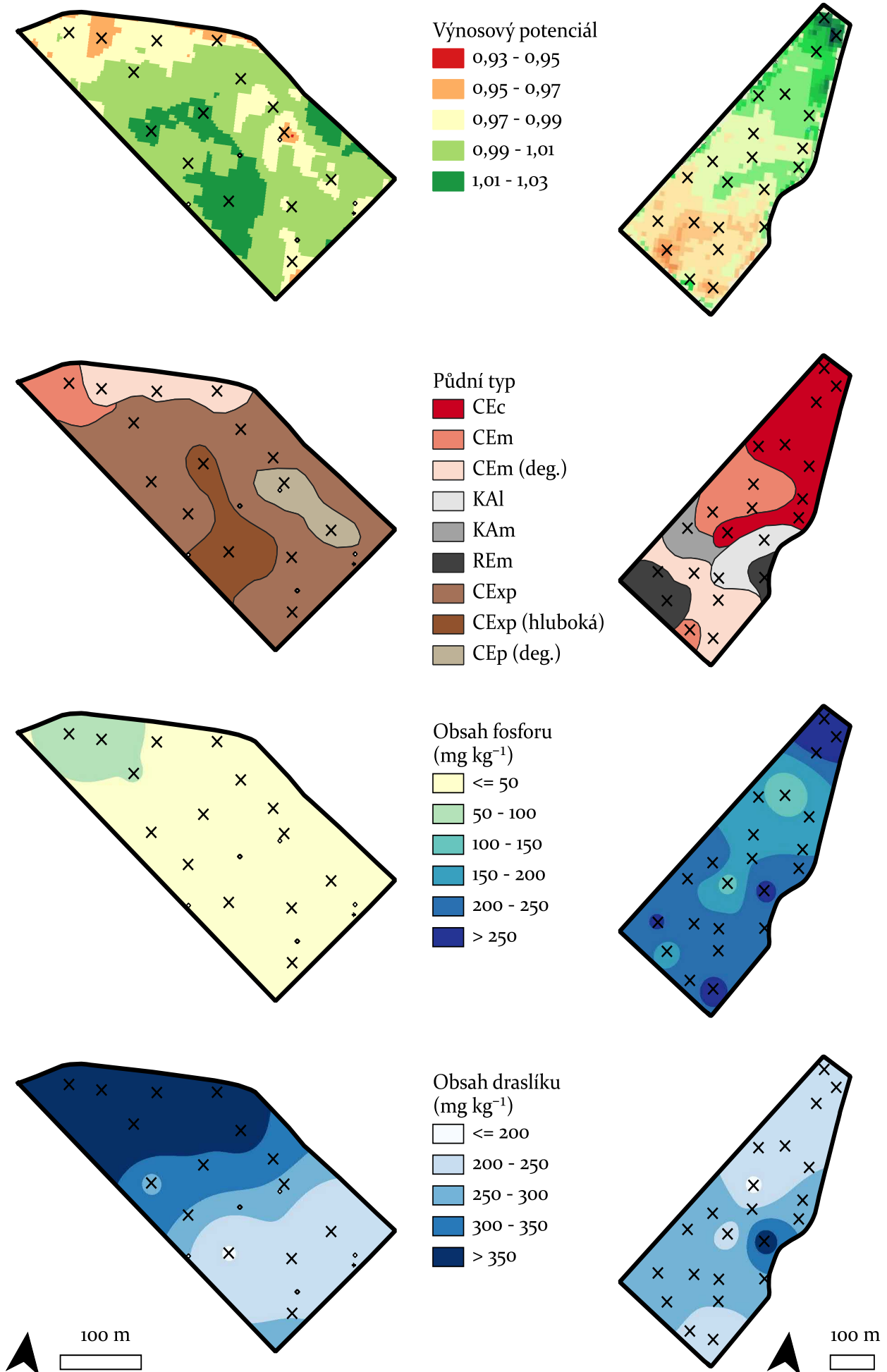
Znalosti z půdního průzkumu dokáží odhalit zásadní informace, jaký zásah na PB má smysl reálně vykonat tak, aby byl efektivní. Velkou výhodou realizace půdního průzkumu (resp. přípravy půdně podkladových map) je, že jsou trvalou hodnotou, která se v čase mění jen minimálně.

## Poděkování

Príspevek vznikl za podpory řešení projektu (QK21010130) „SMART FARMING - Variabilní profilová aplikace hnojiv do zóny růstu kořenů konvenčních plodin“.

## Použitá literatura

- ISPA (International Society of Precision Agriculture) [www.ispag.org](http://www.ispag.org)
- Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M. 2017. Zonální aplikace hnojiv při seti ozimé řepky.
- Fountas, S., Aggelopoulou, K., & Gemtos, T. A., 2016. Precision Agriculture. In Supply Chain Management for Sustainable Food Networks (pp. 41–65). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Lukas, V., Neudert, L., Křen, J., 2011. Mapování variability půdy a porostů v precizním zemědělství. Metodika pro praxi.
- McBratney, A.B., Pringle, M.J. 1997. Spatial variability in soil implications for precision agriculture. In Proceedings of the First European Conference on Precision Agriculture. Vol. I Spatial variability in soil and crop. BIOS Scientific Publishers Ltd, SCI, 1997, str. 3-31.
- National Research Council. 1997. Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management. Washington, D.C., USA: National Academy Press.
- Němeček, J., Mühlhanslová, M., Macku, J., Vokoun, J., Vavříček, D., Novák, P. 2011. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. upravené vydání. Česká zemědělská univerzita Praha, 2011. s. 94. ISBN 978-80-213-2155-7.
- Pierce, F. J., Robert, P. C. and Mangold, G. 1994. Site-specific management: The pros, the cons, and the realities. In "Proceedings of the International Crop Management Conference, Iowa State University," pp. 17-21. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Trávník et al., 2012. Metodický návod pro hnojení plodin. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Sekce úřední kontroly. Brno, 26 s. ISBN 978-80-7401-024-8.
- Zarco-Tejada P.J., Hubbard N., Loudjani P., 2014 IP/B/AGRI/IC/2013 PRECISION AGRICULTURE: AN OPPORTUNITY FOR EU FARMERS POTENTIAL SUPPORT WITH THE CAP 2014-2020



○ Obrázek 4. Srovnání půdní a živinové variability pro lokality Veliká Ves (PB 7601/8) vlevo a Předboj (PB 7601/1) vpravo

## Voda v krajině

**RNDr. Lenka Tlapáková, Ph.D.**  
 tlapakova.lenka@vumop.cz  
 VÚMOP, v.v.i., oddělení  
 Hydrologie a ochrany  
 vod

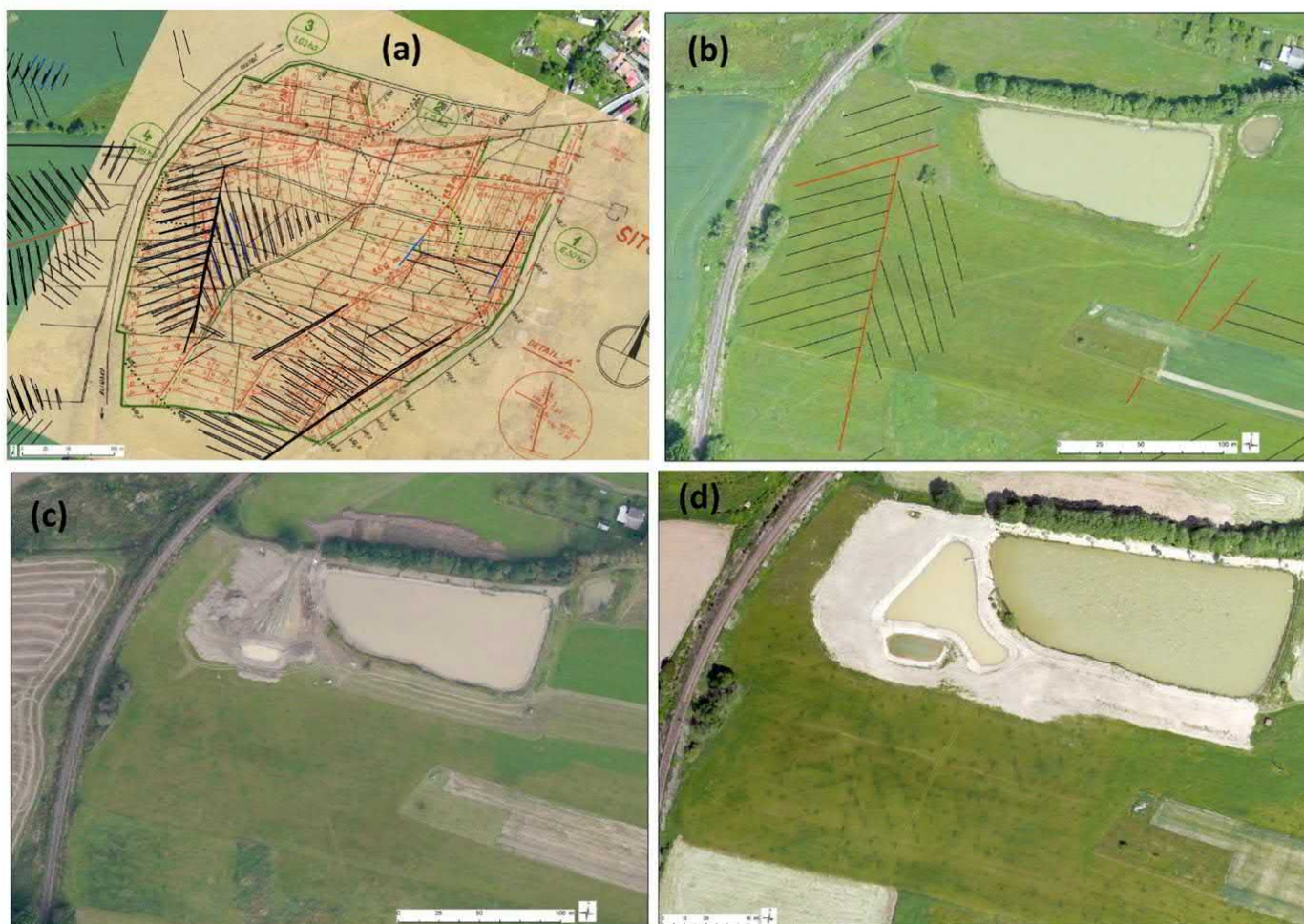
Příspěvek představuje praktické ukázky preferovaných vodohospodářských opatření na retenci a akumulaci vody v krajině se zohledněním skutečnosti, že pod povrchem naší volné zemědělské krajiny více či méně funguje sběrná síť vody v půdním horizontu.

### Praktické ukázky realizace vodohospodářských staveb na odvodněných pozemcích a spolupráce s AOPK při záměrech na odvodněných plochách

Obrázek 1. Ukázka výstavby soustavy malých vodních nádrží (Tykaj I. a Tykaj II.) (MVN) na pozemku odvodněném systematickou trubkovou drenáží. Tykaj I. byl postaven v roce 2004, kolaudován 13.10.2004. Tykaj II. byl dokončen v říjnu 2014 (manipulační řád schválen 21. 5. 2015).

#### Výstavba soustavy MVN na odvodněné ploše

#### Zdroj: PD + aktuální snímkování

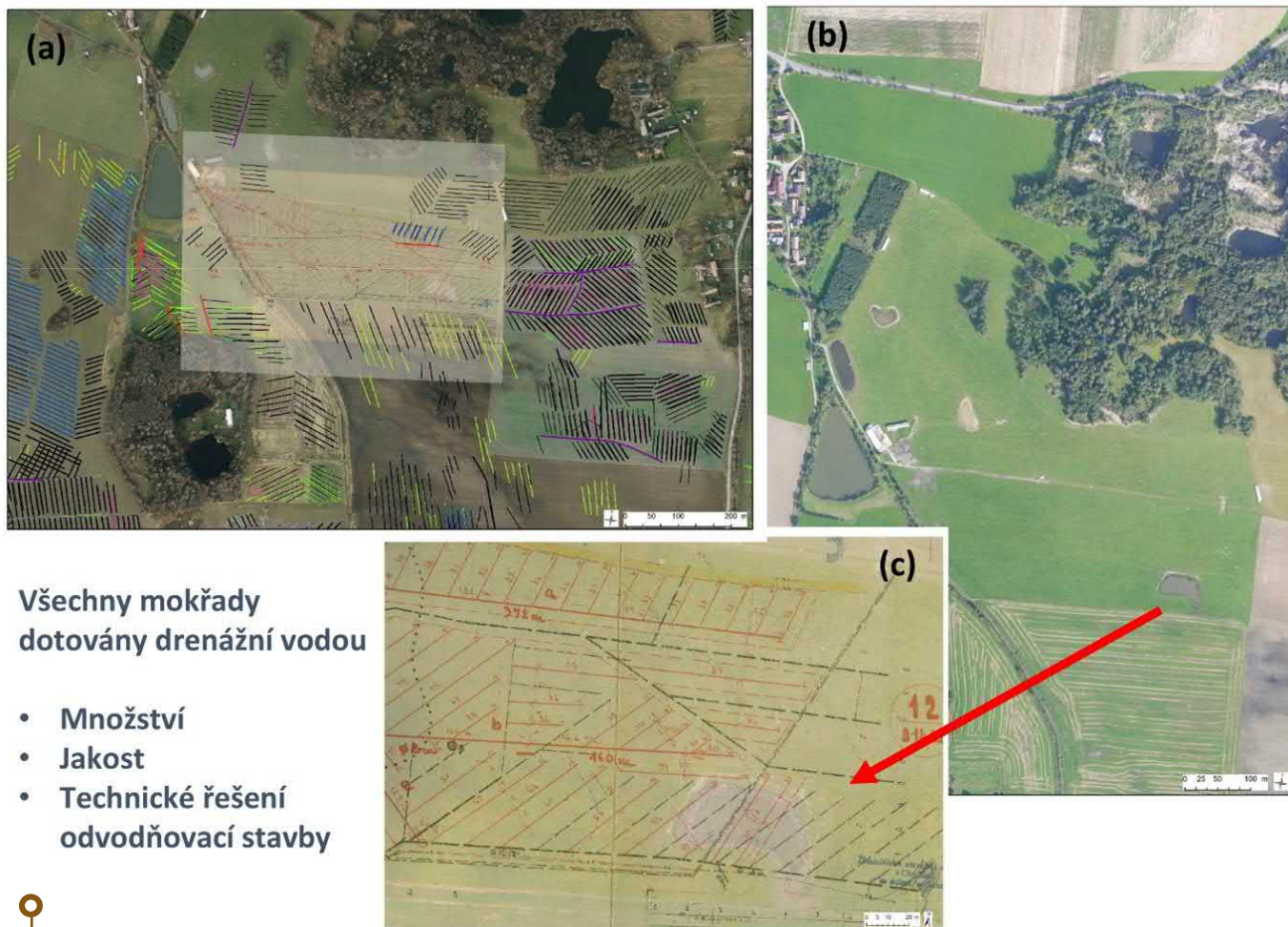


Komentář k obrázku 1: Pro projekční řešení byla využita původní projektová dokumentace – zdigitalizovaná, umístěná do souřadnicového systému a korigovaná zákresem linií drenů identifikovaných z aktuálních ortofoto (a). Původní projekty často neodpovídají skutečnému uložení drenů v terénu. S touto skutečností je třeba počítat a projekt doplnit o další zdroje polohových údajů. Části (b) – (d) dokumentují postup výstavby MVN se zákresem linií drenů (b) i jejich vizualizovaným projevem na průběžně pořizovaných snímcích (c), (d).

Do realizace MVN byla zahrnuta existující odvodňovací stavba a zároveň byla tato stavba bez změny funkčnosti zachována ve zbylé části pozemku tak, aby nedocházelo k jeho neřízenému podmáčení a nežádoucímu znehodnocování. Bez využití uvedených podkladů lze zdařilou realizaci jen těžko očekávat.

Výstavba mokřadů na odvodněné ploše

Zdroj: PD + ALMS + aktuální snímkování



Všechny mokřady dotovány drenážní vodou

- Množství
- Jakost
- Technické řešení odvodňovací stavby

Obrázek 2. Ukázka realizovaných mokřadů na pastvinách odvodněných systematickým odvodněním - Soustava mokřadních ploch MOKRÝŠOV, 2014, OPŽP. Započetí stavby proběhlo v srpnu 2013. Financováno OPŽP, prioritní osy 6,6.4.- Optimalizace vodního režimu krajiny.

Komentář k obrázku 2: Při výstavbě mokřadů byly využity a pořízeny podklady pro polohové určení průběhu drénů tak, aby bylo možné jejich využití pro dotaci mokřadů drenážní vodou a aby nedošlo k poškození odvodňovacích staveb na okolních pozemcích. Pro tento účel byly využity původní projektové dokumentace i zákresy linií drénů, získané z materiálů pořizovaných dálkovým průzkumem Země, a to archivních a aktuálních snímků, resp. ortofoto (a). V části (b) je snímek již realizovaných mokřadů, z něhož je zřejmý jejich rozdílný spektrální projev na snímku. V této souvislosti je třeba

zdůraznit nutnost řešení množství i jakosti drenážních vod pro jejich využití pro realizaci přírodně blízkých opatření. V tomto případě jsou okolní pozemky intenzivně zemědělsky využívány, a tedy vstup živin i chemikálií prostřednictvím drenážních vod může být značný. I z těchto důvodů je třeba znát polohu a topologii celé stavby odvodnění, i v případech, kdy jsou opatření navrhována jen v její dílčí části. V části (c) detail projektové dokumentace a průběhu svodného drénu, využitého pro konkrétní mokřad.

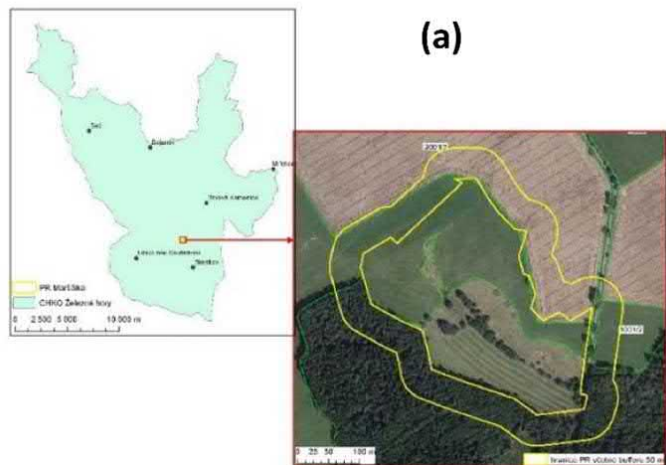
ilustrační foto mokřadu na odvodněné ploše



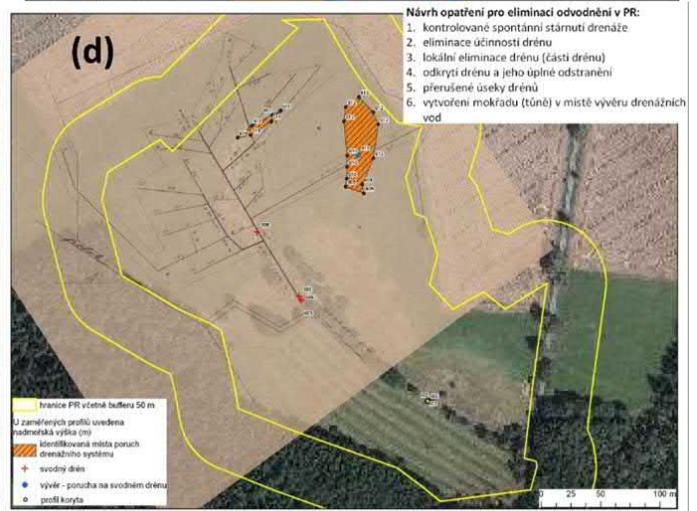
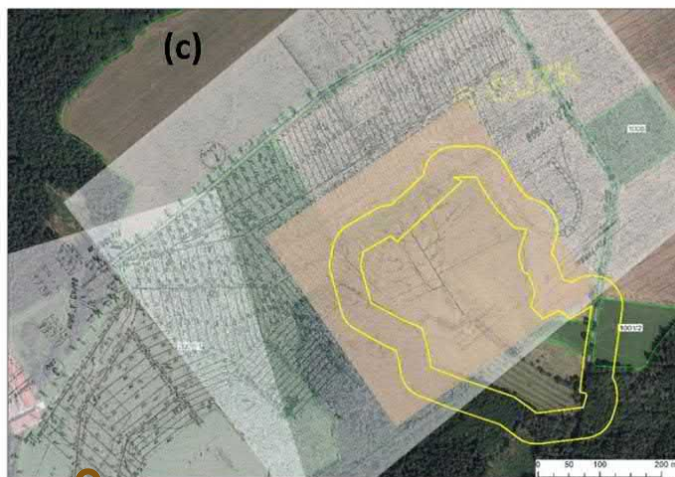
ilustrační foto mokřadu na odvodněné ploše



## Revitalizace – PR Maršálka



## Zdroj: PD + ALMS



Obrázek 3. Ukázka návrhu revitalizace pramenné části pravostranného přítoku Dlouhého potoka a dalších opatření k podpoře biodiverzity v PR Maršálka (2022-2023, OPŽP).

Komentář k obrázku 3: Jedná se o lokalitu původně podmáčených luk a mokřadních biotopů, která byla plošně odvodněna a jejíž páteřní tok byl zčásti napřímen a zatrubněn. Pro účely revitalizace této lokality byly opět využity všechny dostupné podklady: archivní letecké měřické snímky (ALMS), z nichž byly vektorizovány linie odvodňovacích prvků a podle kterých byla zpřesněna původní projektová dokumentace systematického

odvodnění (b). Pozemky sousedící s touto lokalitou jsou intenzivně zemědělsky využívány a rovněž intenzivně odvodněny (c), z čehož plynou i potenciální rizika managementu této lokality – např. v roce 2019 došlo ke splavení svrchní části půdního horizontu z přilehlých polí a k poničení PR Maršálka.

ilustrační foto PR Maršálka



zdroj: ČT

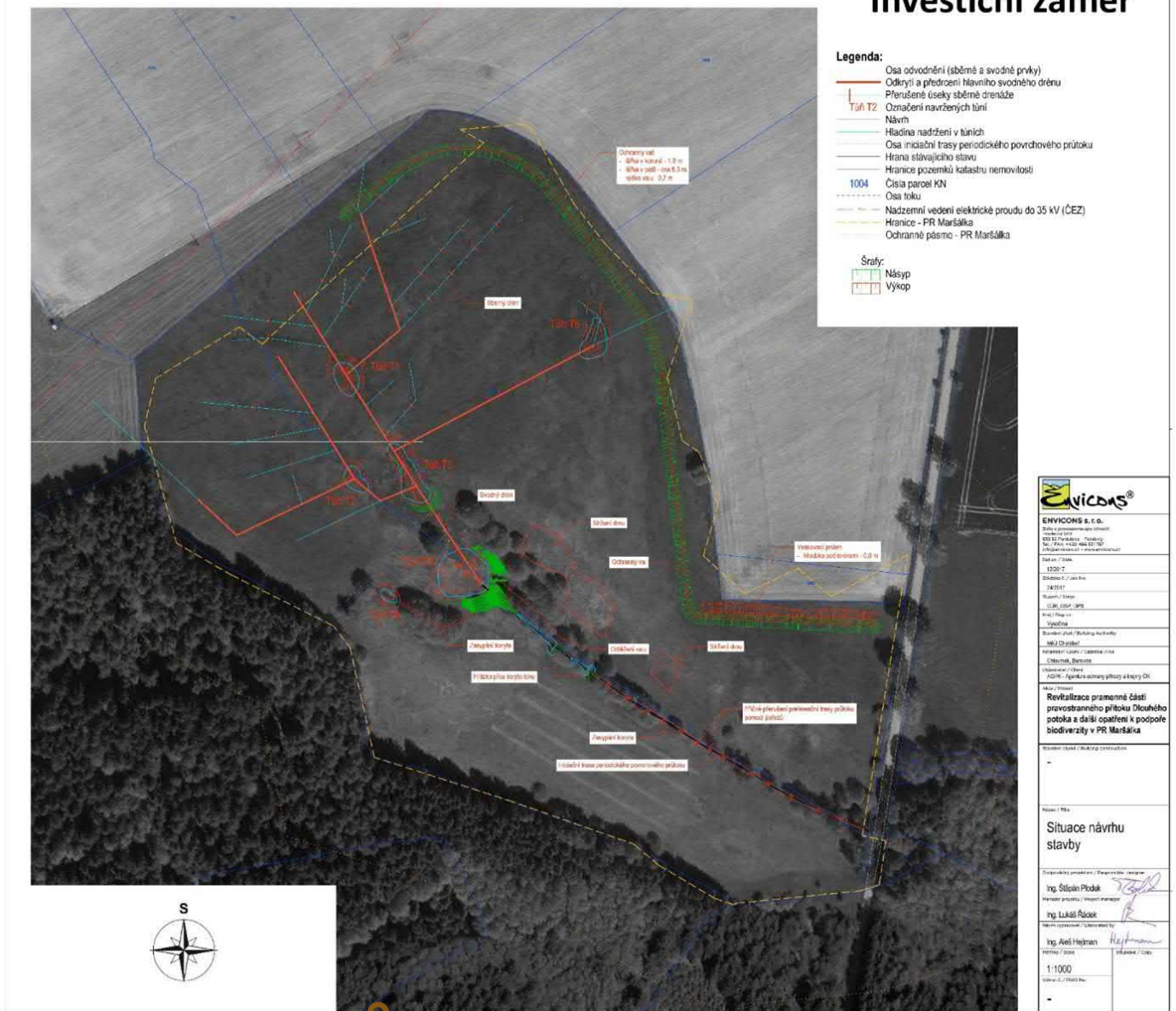
PR Maršálka po zaplavení bahnem z okolních intenzivně zemědělsky využívaných pozemků po příválových deštích 29. 8. 2019



zdroj: ČT



Situace návrhu revitalizace - PR Maršálka  
Měřítko: 1:1000



Obrázek 4. Finalizace návrhu revitalizace PR Maršálka v podobě investičního záměru

Komentář k obrázku 4: Získané podklady (viz Obr. 3) byly doplněny terénním měřením a návrhem potenciálních možností

opatření pro revitalizaci této lokality (Obr. 3d) a pro finalizaci návrhu v podobě investičního záměru.

Plošné zemědělské odvodnění se sice skrývá pod povrchem a jeho přítomnost v krajině nemusí být na první pohled přímo zřejmá, ale to neznamená, že tuto krajinu neovlivňuje a nemění procesy v ní probíhající. Tvářit se, že odvodnění neexistuje, (už) nestačí. I když se jedná primárně o stavby pro zlepšení zemědělské produkce, jejich znalost a kvalitní podklady o nich jsou nezbytné i pro oblast životního prostředí a ochrany cenných stanovišť a biotopů.

**RNDr. Lenka Tlapáková, Ph.D.** studovala na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze ochranu životního prostředí a krajinnou ekologii, je členkou CZ IALE.

Ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. se zabývá aplikovaným výzkumem zaměřeným na využití dálkového průzkumu Země, nových technologií bezpilotních leteckých prostředků a GIS v zemědělství a ochraně krajiny, a to zejména v souvislosti s existencí odvodňovacích staveb v krajině.

# Nové mapy půdních vlastností zemědělských půd v České republice vytvořené pomocí digitálního mapování půd



**Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.**

zizala.daniel@vumop.cz  
vedoucí laboratoře DPZ  
a pedometricky

**doc. RNDr. Tereza Zádorová, Ph.D.**

ČZU, Katedra pedologie  
a ochrany půd

## Úvod

Jedním ze základních podkladů pro hodnocení řady aspektů hospodaření na zemědělské půdě jsou přesné a aktuální mapy půdních vlastností. Produkční potenciál půd, retence vody, problematika eroze půd či celková zásoba uhlíku – to jsou jen některé příklady, kde využití detailních půdních map může vést k nalezení vhodných řešení na úrovni státní správy či v soukromém a vědeckém sektoru. Rovněž pro potřeby hospodaření na lokální úrovni je třeba dobře znát variabilitu půdního prostředí. Mimo jiné, na znalostech o prostorové variabilitě půd stojí principy precizního zemědělství a jejich aplikace a účinné rozhodování o využitých agrotechnických opatření. V tomto ohledu mohou významnou roli pro zajištění podkladů sehrát metody tzv. digitálního mapování půd. Ty jsou vhodné pro nasazení jak v národním i regionálním měřítku, tak rovněž na lokální úrovni. Jejich princip je postaven na využití známých charakteristik z bodových měření v rámci sondážní sítě společně s využitím celoplošných podkladů o tzv. environmentálních proměnných, tedy o charakteristikách přírodního prostředí. Tyto informace jsou pak využívány pro modelování vztahů těchto parametrů a tvorbu map tak, že jsou modely aplikovány i na místa, kde chybí konkrétní informace z bodového měření. K těmto postupům je možno využít sofistikovaných metod tzv. strojového učení, které jsou schopny modelovat i vysoce nelineární vztahy.

*Oceněná metodika "Tvorba půdních map pedometrickými metodami"*

V roce 2020 byla na základě použitých metod společným týmem VÚMOP, v.v.i. (laboratoř DPZ a pedometricky) a České zemědělské univerzity v Praze (Katedra pedologie a ochrany půd) vytvořena a představena sada mapových výstupů, které v podrobném měřítku přinášejí řadu charakteristik našeho půdního krytu a poukazují na změny, kterými půdní pokryv prošel za posledních přibližně 60 let. Mapy byly vytvořeny pro zemědělské půdy na celém území České republiky v rastrové podobě v cílovém rozlišení 20 m/pixel. Mapy jsou rovněž doplněny o prostorovou informaci o předpokládané chybě predikce v každém bodě, což nebylo u klasických map zvykem. Mapová sada byla doprovázena knižně zpracovaným metodickým postupem (Žížala et al. 2020), ve kterém byly popsány základní principy použitých metod, použitá data a metodika tvorby map. Tato metodika byla v roce 2022 oceněna 1. místem v Ceně ministra zemědělství za nejlepší realizovaný výsledek výzkumu a experimentálního vývoje za rok 2022.

*Ocenění za nejlepší realizovaný výsledek výzkumu  
a experimentálního vývoje za rok 2022*



## CENA MINISTRA ZEMĚDĚLSTVÍ

za nejlepší realizovaný výsledek výzkumu  
a experimentálního vývoje za rok 2022

# DIPLOM ZA 1. MÍSTO

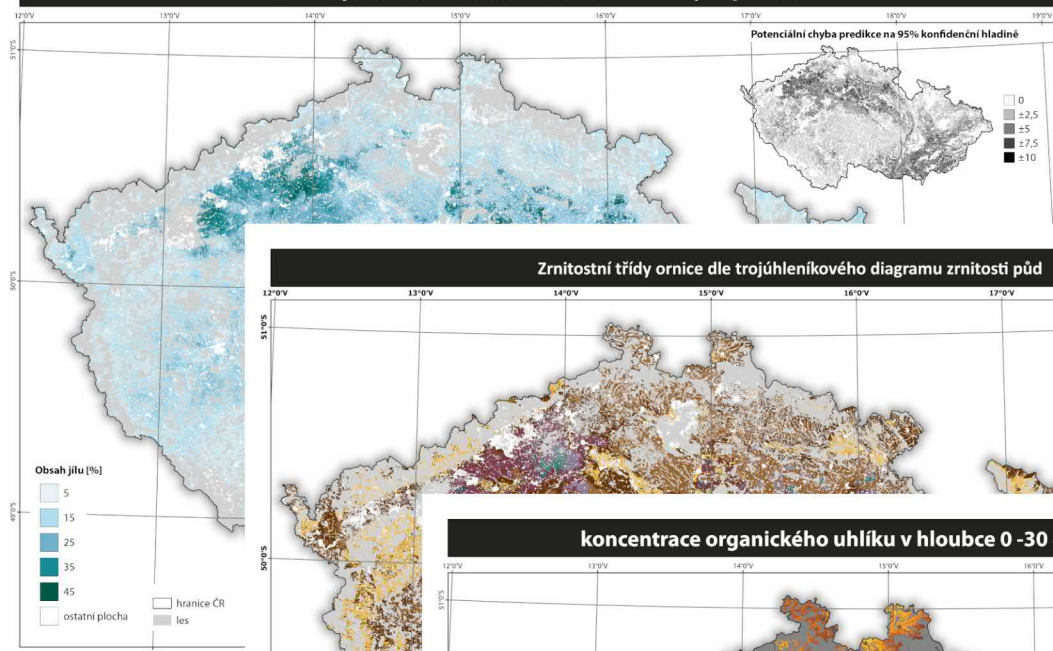
Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.

za výsledek druhu certifikovaná  
metodika s názvem  
„Tvorba půdních map  
pedometrickými metodami“

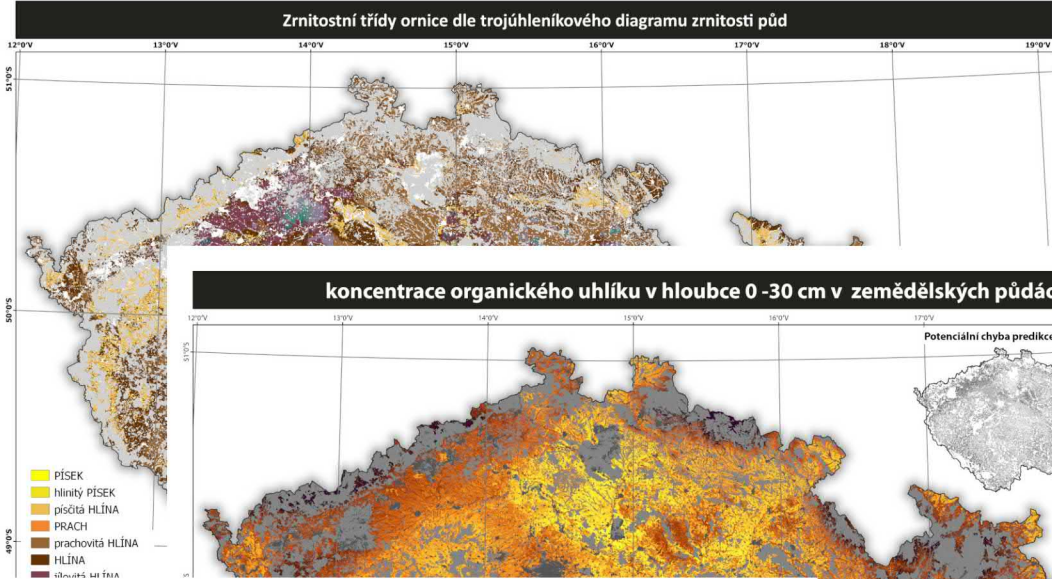
Ing. Zdeněk Nekula  
ministr zemědělství

RNDr. Jan Nedělník, Ph.D.  
předseda České akademie zemědělských věd

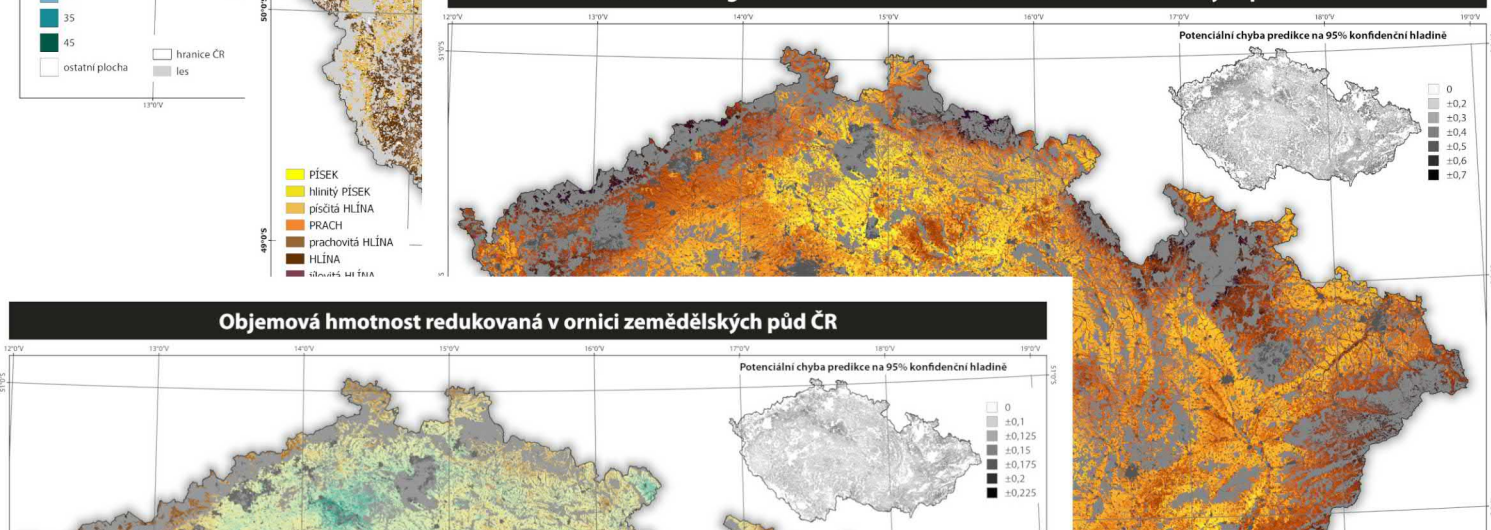
## Obsah jílů (< 0,002 mm) v ornici zemědělských půd ČR



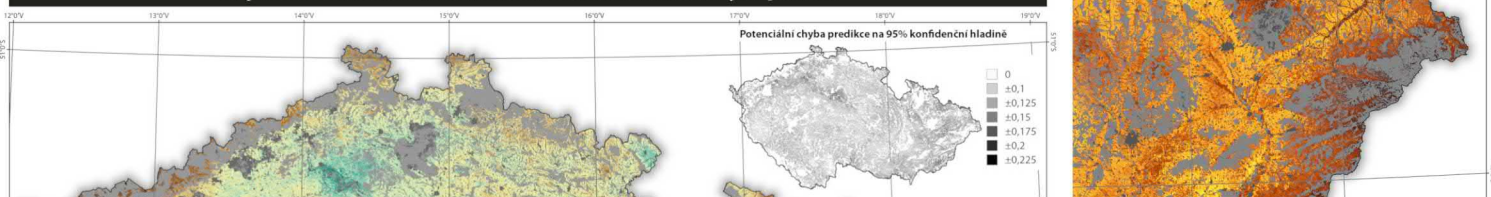
## Zrnitostní třídy ornice dle trojúhelníkového diagramu zrnitosti půd



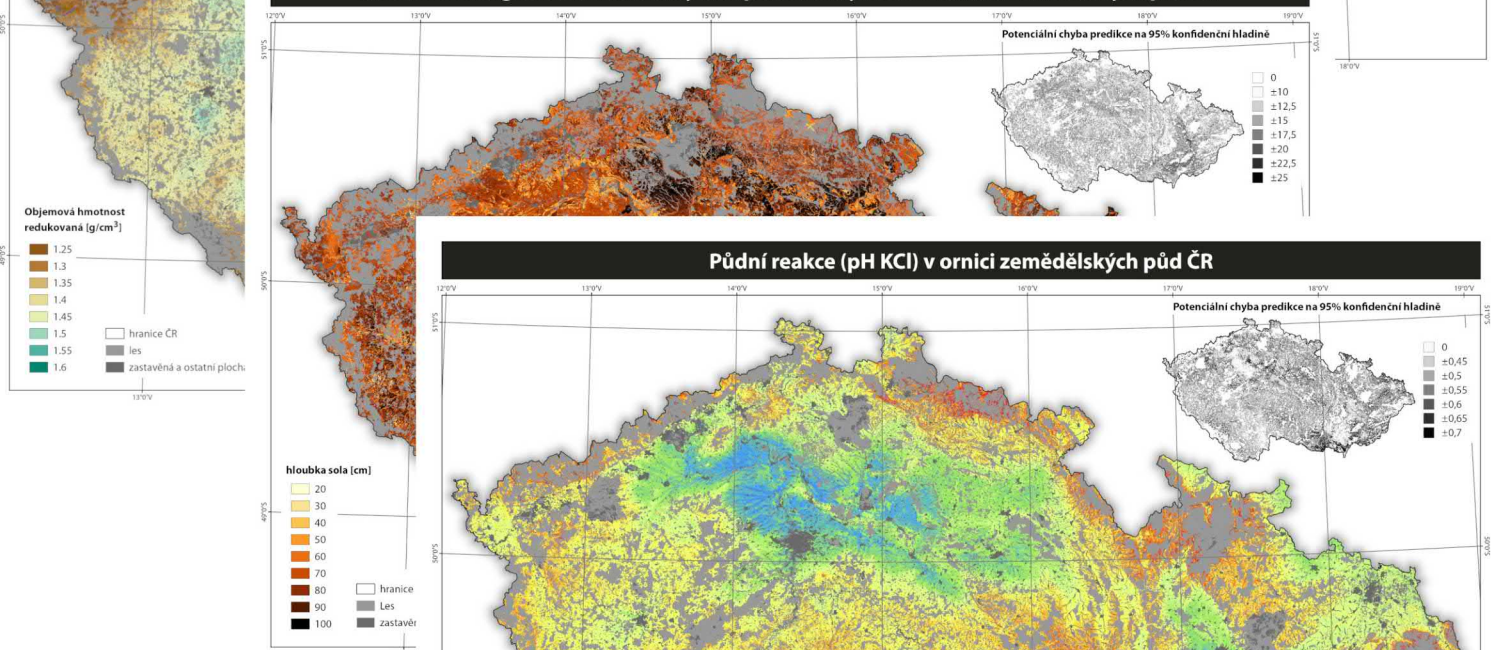
## koncentrace organického uhlíku v hloubce 0 - 30 cm v zemědělských půdách ČR



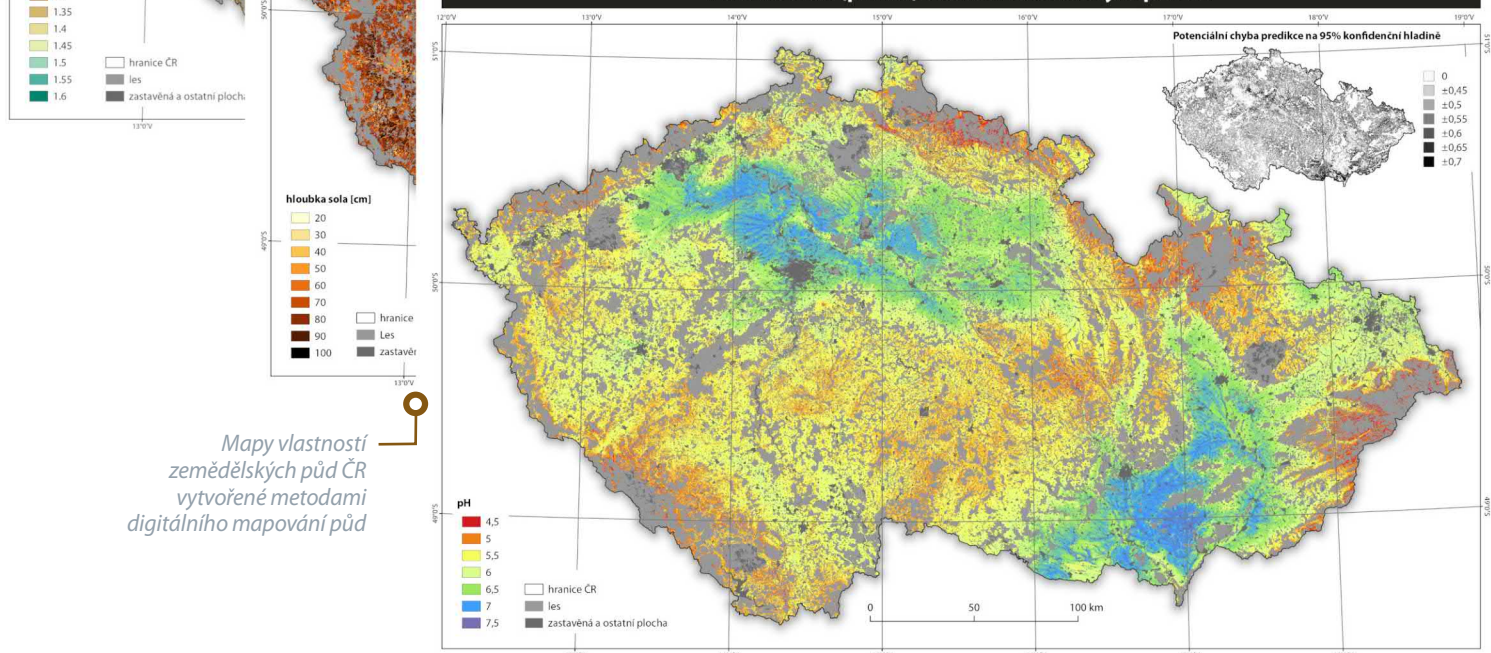
## Objemová hmotnost redukovaná v ornici zemědělských půd ČR



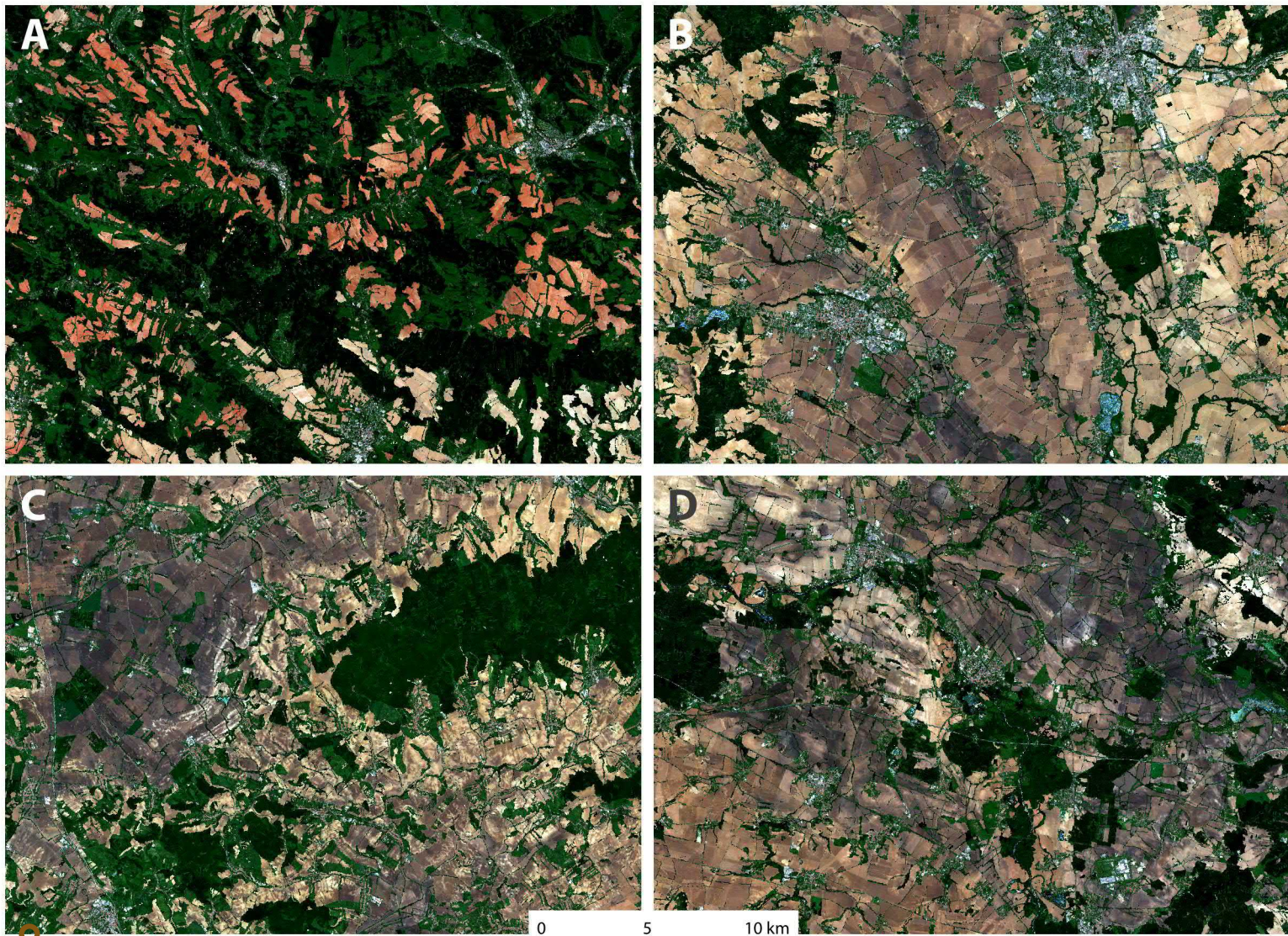
## Mocnost sola (genetické horizonty nad půdotvorným substrátem) zemědělských půd ČR



## Půdní reakce (pH KCl) v ornici zemědělských půd ČR



Mapy vlastností zemědělských půd ČR vytvořené metodami digitálního mapování půd



Ukázka mozaiky holých půd, vytvořené z časové řady snímků družice Sentinel-2 v pravých barvách. A - do červena zbarvené půdy na permokarbonu v Podkrkonoší, B - úrodné půdy v oblasti Hané, C - černozemní oblast jižní Moravy s erodovanými půdami v okolí Žďánického lesa, D - půdy Polabí v okolí Nymburka

## Materiál a metody

Řešení problematiky mapování vycházelo ze spojení tří datových vstupů a jejich následného zpracování s využitím moderních metod digitálního mapování půdy včetně metod strojového učení. Stěžejní datovou sadou byly archivní mapy a bodové údaje ze sond, které byly vytvořeny v rámci Komplexního průzkumu půd (KPP) v 60. letech 20. století. Dalším vstupem byly informace o aktuálních vlastnostech půd, které byly získány ze stávajících regionálních i celoevropských vzorkovacích kampaní (po nutné harmonizaci). Třetí soubor informací vstupujících do modelů je reprezentován doplňkovými daty různého typu (data dálkového průzkumu Země, odvozeniny digitálního model terénu jako sklonitost, orientace, délka svahů apod., mapy půdotvorného substrátu, klimatické charakteristiky či údaje o geografické poloze sond).

Proces tvorby mapových výstupů probíhal v několika krocích. Na počátku byla provedena příprava dat pro samotné modelování, tedy harmonizace dat, která zahrnovala vyčištění databáze o nejednotná data, sjednocení výsledků analytických laboratorních metod či úpravu některých modelovaných vlastností (např. přepočty zrnitostních kategorií na aktuálně využívané zrnitostní třídy).

Samotná tvorba výsledných map půdních vlastností byla provedena na základě modelování vztahů mezi vstupními

bodovými daty (hodnotami cílové půdní vlastnosti) a doplňkovými daty, které pokrývají celé mapované území (zemědělské půdy celé ČR). Tyto vztahy byly odvozeny na základě trénování pomocí metod strojového učení, konkrétně s využitím metody kvantilových regresních stromů (Quantile Random Forest). Tato datově založená metoda umožňuje modelovat složité vztahy mezi vstupními daty a pomocnými proměnnými a vyhodnotit míru chyby určení cílové půdní vlastnosti ve výsledných mapách v nevzorkovaném bodě. S využitím natrénovaných modelů byla provedena predikce souboru půdních vlastností ve formě rastrových map. Pomocí validačních dat byly vypočítány celkové míry přesnosti map a v rastrové podobě rovněž mapy potenciální statistické chyby predikce. Posledním krokem byla finální kartografická produkce. Celý metodický postup včetně potřebné teorie a příkladů využití je podrobně popsán v metodice Tvorba půdních map pedometrickými metodami (Žížala et al. 2020) a rovněž v odborném článku (Žížala et al. 2022).

## Výstupy

### Podrobné mapy půdních vlastností

Hlavním výstupem výzkumu jsou detailní rastrové mapy zobrazující současný půdní pokryv. Základní soubor je reprezentován mapami primárních půdních znaků a vlastností a dále byly vytvořeny i aplikované mapy, představující komplexnější

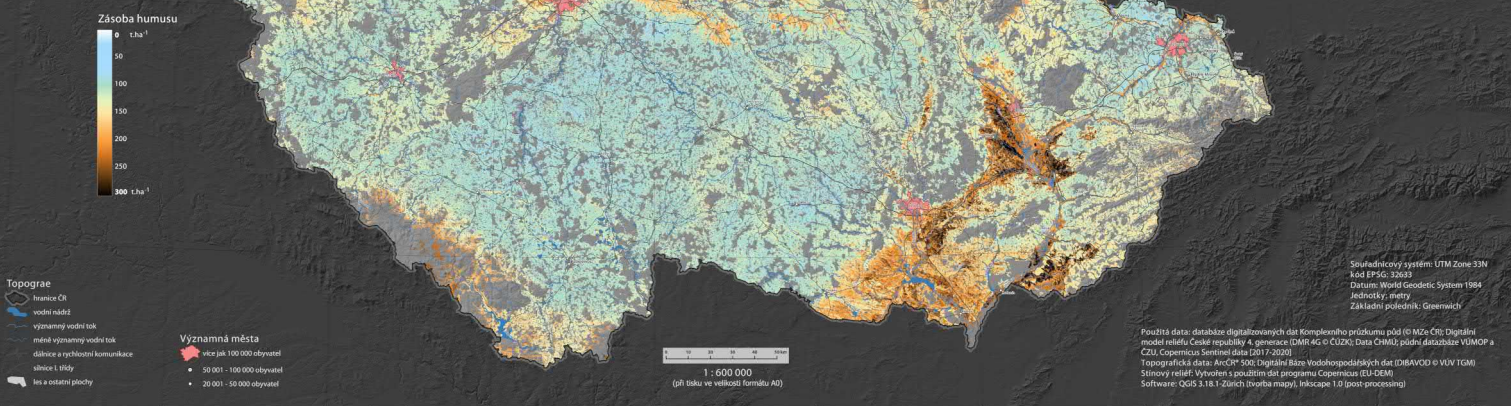
## Obsah organického uhlíku v ornici

## Obsah organického uhlíku v podorniči

Půdní organická hmota je zastoupena ve většině půd pouze v malém množství v porovnání s minerální složkou půdy. Její přítomnost je však velice důležitá pro fyzikálně-chemické vlastnosti půd a zásadně pro udržení půdní produktivity a dalších funkcí půdy. Je obecně známo, že obsah organického uhlíku v půdě tvoří cca 58 % půdní organické hmoty má vliv na formování a stabilitu půdních agregátů a tedy i půdní strukturu jako takovou, porovzat, vodní režim půd, kationtovou výměnnou kapacitu, pupřadní schopnost půdy, aktivitu půdních organismů apod.; ve výsledku má tedy i zásadní vliv na úrodnost půdy. Snižování obsahu půdního organického uhlíku vede k degradaci půdy, zhoršení jejích funkcí a zvýšení emisí CO<sub>2</sub> do atmosféry. Obnova, navýšení a ochrana půdního organického uhlíku se tak z tohoto hlediska stává globální prioritou. Na lokální úrovni se obsah a kvalita půdní organické hmoty stává významným problémem souzvisného stavu půd a celkových podmínek pro zemědělství a kvalitu životního prostředí zejména vzhledem k negativní bilanci vstupů a výstupů organických látek v půdě. Mapa je zaměřena na problematiku zásob humusu v zemědělských půdách. Pro výpočet zásob humusu bylo využito následujícího vztahu:  $z_{\text{humusu}} = C_{\text{org}} \times 1,724 \times \text{OHR} \times H$ , kde je  $z_{\text{humusu}}$  zásoba humusu udávaná v t ha<sup>-1</sup>;  $C_{\text{org}}$  je koncentrace organického uhlíku v jehněm v %, 1,724 je koeficient pro výpočet humusu vycházející z předpokladu přibližně 58% obsahu C v humusu; OHR je objemová hmotnost půdy v g cm<sup>-3</sup> a H je mocnost vrstvy půdy v cm. Zásoby humusu pro výpočet je využito výsledků mapování půdních vlastností s využitím metod digitálního mapování půd. Bližší postup výroby do výpočtu zásob humusu je podrobně metodicky popsán v certifikované metodice: Žižala, D., R. Minařík, R. Vašát, J. Skála, A. Juřicová, T. Zádorová, V. Penížek a H. Beitlerová. 2020. Metodika tvorby aktuálních půdních map pedometrickými metodami. Praha: VÚMOP, v.v.i. ISBN 978-80-86232-34-1.

## Mocnost humusových horizontů

# Zásoby HUMUSU v zemědělských půdách ČR



2021 Žižala D.<sup>1</sup>, Minařík R.<sup>1</sup>, Zádorová T.<sup>2</sup>, Juřicová A.<sup>1</sup>, Penížek, V.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.  
<sup>2</sup> Česká zemědělská univerzita v Praze

email: zizala.daniel@vumop.cz, data@vumop.cz  
telefon: +420 257 021 232  
prohlášení dat: geoportál SOWAC GIS <https://kpp.vumop.cz>  
web: <https://www.vumop.cz>



Mapa byla vytvořena za podpory ministerstva zemědělství ČR v rámci výzkumného projektu QM182/18/0: Národní agentury zemědělského výzkumu a programů ZEMĚ s nástrojem "Vytvoření podrobných aktuálních map půdních vlastností ČR na základě využití dat Komplexního průzkumu půd a metod digitálního mapování půd".

Ukázka nástěnné edukativní kompozice vytvořené z nově vzniklých map zobrazujících zásoby organické hmoty, obsah organického uhlíku v půdách a hloubku humusových horizontů

pohled na fungování půd a využitelnost v jejich ochraně. Výsledné výstupy zahrnovali následující mapy:

### Mapy základních půdních znaků a vlastností

- Mapy zrnitosti půd (obsah jílu, prachu a písku, mapa zrnitostních kategorií – v ornici a podorniči)
- Mapy koncentrace organického uhlíku (v ornici a podorniči)
- Mapa půdní reakce (pH)
- Mapy objemové hmotnosti (v ornici a podorniči)
- Mapy hloubky půdy (mocnost sola, mocnost humusových horizontů)
- Mapa skeletovitosti

### Aplikované mapy

- Mapa půdních jednotek
- Mapy zásoby humusu (celkové, ve svrchní vrstvě půdy)
- Mapa erodovatelnosti půd
- Mapa retenční kapacity půd
- Mapa holých půd z dálkového průzkumu Země

Dosažené výsledky byly vytvořeny v podrobném prostorovém rozlišení. Rozsah mapovaného území je však velký a s velmi proměnlivými podmínkami, které nemohly být pomocí modelování zcela postíženy; mapy tak nesou určitou míru chybovosti. Tu je však možno s využitím použitých nástrojů kvantifikovat. K mapám tak byly stanoveny i míry chybovosti,

jak celkové, tak i v jednotlivých obrazových bodech výsledného rastru. Takovéto určení míry přesnosti dosud nebylo u půdních map obvyklé. Metody jsou dobře použitelné i v lokálních podmínkách. S využitím lokálních dat a lokálních modelů je nepochybně možné dosáhnout ještě vyšší přesnosti. Zároveň s dostupností dalších aktuálních dat mohou být výsledky periodicky aktualizovány a jejich využitelnost tak nemusí být omezena pouze na období jejich vzniku.

Výsledné mapy jsou pro prohlížení dostupné na geoportálu VÚMOP, v.v.i. v aplikaci Komplexní průzkum půd na internetové adrese <https://kpp.vumop.cz>. V této aplikaci je rovněž možno nahlížet do nedávno celkově zdigitalizovaného archivu dat KPP s podrobnostmi k archivním sondám ve formě popisu profilů, výsledků rozborů a mapových podkladů.

### Použitá literatura

- Žižala, D., Minařík, R., Skála, J., Beitlerová, H., Juřicová, A., Reyes Rojas, J., Penížek, V., & Zádorová, T. (2022). High-resolution agriculture soil property maps from digital soil mapping methods, Czech Republic. CATENA, 212, 106024. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106024>
- Žižala, D., Minařík, R., Vašát, R., Skála, J., Juřicová, A., Zádorová, T., Penížek, V., & Beitlerová, H. (2020). Tvorba půdních map pedometrickými metodami. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. v.v.i.

## Informace o studiích řešených v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce v období 2015–2022



**Mgr. Antonín  
Zajíček, Ph.D.**

zajicek.antonin@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i., oddělení  
Hydrologie a ochrany vod

**Ing. Petr Fučík,  
Ph.D.**

VÚMOP, v.v.i., vedoucí  
oddělení Hydrologie a  
ochrany vod

### Úvod

Povodí vodárenské nádrže (VN) Švihov na Želivce je území strategického významu, neboť tato vodárenská nádrž zabezpečuje pitnou vodu pro více než 1,5 mil. obyvatel ČR. Od r. 2015 zde byly řešeny čtyři studie, zadané a financované Povodím Vltavy, státní podnik, cílené na analýzu potřebnosti opatření k trvalému zvýšení retence vody, ochranu zemědělské půdy a sídel, posílení lokálních vodních zdrojů a ochranu jakosti vody a konečně návrhy souvisejících biotechnických, strukturních opatření. Těchto studií se vedle VÚMOP, v.v.i. účastnily týmy ČVUT, VÚV, v.v.i., SWECO Hydroprojekt, a.s. a Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s. Pro analýzu opatření byla zpracována metodika, která pracuje s hydrologickými jednotkami různých měřítek, ve kterých definuje tzv. kritické body odtoku ze zemědělské půdy a následně tato povodí a subpovodí klasifikuje pomocí tzv. indexu potřebnosti opatření, zohledňující erozní ohroženost zemědělské půdy a zrychlený povrchový i podpovrchový (drenážní) odtok. Opatření byla pro dosažení optimální účinnosti navrhována ve vzájemně propojených systémech, na zemědělské půdě či v její bezprostřední návaznosti. Navržená opatření mají pozitivní vliv na zpomalení odtoku vody a zlepšování její jakosti, stejně jako snižují procesy eroze na zemědělské půdě. Jedná se o soubor spolu provázaných přírodních blízkých a technických opatření, např. o svodné, zasakovací, akumulací a retenční prvky typu průlehů, příkopů, malých suchých či vodních nádrží, tůní, mokřadů a opatření na stavbách odvodnění (drenážích) – regulace, převody, částečné eliminace a další prvky.

Níže jsou stručně popsány čtyři realizované studie, včetně dosažených výstupů a jejich plánovaného uplatnění.

### **Příprava listů opatření typu A lokalit plošného zemědělského znečištění pro plány dílčích povodí (2015–2019)**

V rámci této studie byla prostřednictvím výše popsané nové metodiky zpracována analýza potřebnosti opatření ke snížení zrychleného odtoku vody a zlepšení jakosti vody v rámci celého povodí Vltavy na ploše 27 608 km<sup>2</sup> (2 901 povodí IV. řádu). V průběhu řešení studie bylo klasifikováno celkem 44 vodních útvarů jako zranitelné zrychleným plošným povrchovým a podpovrchovým odtokem a znečištěním vod. Z hlediska řešení povrchového odtoku bylo v těchto vodních útvarech dále vyselektováno 191 povodí IV. řádu odpovídajících ploše 2 038 km<sup>2</sup>, do které by měla být směřována opatření. Z hlediska řešení podpovrchového odtoku bylo identifikováno 227 zranitelných vodních útvarů o ploše 2 627 km<sup>2</sup>.

Vzhledem k pilotní povaze projektu (požadavek na návrh 3 000 opatření) byla opatření navrhována ve vybraných povodích IV. řádu v povodí Vlašimské Blanice a přilehlých ohrožených povodích IV. řádu v povodí Sázavy. Celkem 3 440 opatření ve formě tzv. listů opatření typu A bylo koncentrováno do vybraných 48 povodí IV. řádu s celkovou plochou 508 km<sup>2</sup>. Z těchto opatření bylo 2 391 primárně protierozních, 610 opatření primárně na drenážních systémech, 147 opatření kombinovaných a 294 doprovodných.

Modelové hodnocení účinnosti navržených opatření proběhlo v povodí Vlašimské Blanice (uzávěrový profil Radonice, 543 km<sup>2</sup>), kde bylo navrženo 1 552 opatření na povrchový odtok a 496 opatření na stavbách odvodnění. Opatření se dotkla 30 povodí IV. řádu (51 % plochy povodí Vlašimské Blanice). Pro hodnocení byly použity modely WaTEM / SEDEM, Mike BASIN a empirická metoda VÚMOP. Výsledky modelů ukázaly, že by došlo k průměrnému snížení odnosu splavenin závěrovým profilem Radonice o 30 % a ke snížení odnosu erozního fosforu o 37 %. Opatření na snížení znečištění z podpovrchových zdrojů znečištění byla navrhována ve 26 povodích IV. řádu (47 % plochy povodí Vlašimské Blanice). Celkem bylo navrženo 496 opatření relevantních pro snížení odtoku a znečištění drenážními systémy. Tato opatření ovlivnila drenážní odtok na 38 % odvodněných lokalit v povodích s návrhy opatření a měla vliv na snížení odnosu dusičnanového dusíku o 175 t/rok, což představuje průměrné snížení odnosu N-NO<sub>3</sub> o 24 % oproti současným hodnotám.

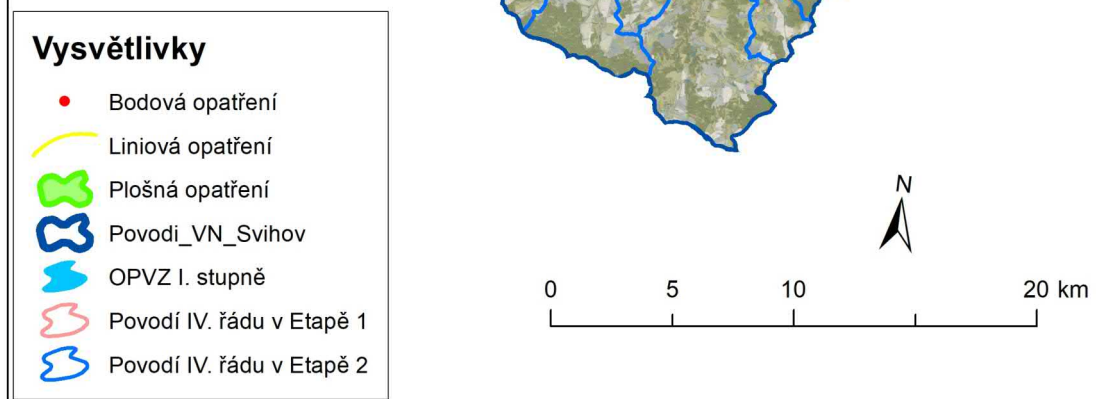
Výsledky této studie, zejména metoda kategorizace kritických bodů zrychleného odtoku a plošného znečištění vod a jejich přispívajících lokalit a katalog přírodních blízkých a technických opatření, byly využity jako podklad při řešení dalších studií zaměřených přímo na povodí VN Švihov na Želivce.

### **Přírodě blízká a technická opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce (2018–2019)**

Cílem této studie bylo zvýšit retenci vody v území a zlepšit její kvalitu opatřeními na zemědělské půdě či v její přímé návaznosti prostřednictvím návrhů přírodních blízkých a technických opatření v povodí VN Švihov. Opatření byla navržena v lokalitách identifikovaných jako zranitelné plošným zemědělským znečištěním na základě kategorizace území. Navržená opatření byla projednána a předběžně odsouhlasena dotčenými zemědělskými subjekty a finální verze byly zpracovány do podoby listů opatření typu A, které jsou promítnuty do III. cyklu plánování v oblasti vod. Řešení tohoto projektu se zúčastnilo celkem 29 zemědělských subjektů, jimiž obhospodařované pozemky zaujímají 55 % zemědělské půdy v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce. Celkem bylo navrženo 1 037 opatření z nichž bylo 255 opatření snižující znečištění z podpovrchových zdrojů (na drenáži), 681 opatření protierozních, 68 opatření

## Přehled opatření hodnocených v rámci Studie proveditelnosti

Obrázek 1. Přehled opatření navržených v rámci studie „Přírodě blízká a technická opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce“, jejichž realizace byla hodnocena v rámci studie „Studie proveditelnosti realizace přírodě blízkých a technických opatření na zemědělské půdě v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce“



kombinovaných a 33 opatření doprovodných. Přehled navržených opatření je uveden na obr. 1.

Opatření na snížení povrchového odtoku a souvisejícího znečištění byla navrhována v 73 povodí IV. řádu. V rámci těchto povodí by po jejich realizaci došlo ke snížení erozního smyvu o 10 357 tun za rok, což představuje snížení průměrně o 6 %. V rámci jednotlivých povodí se snížení pohybovalo od 0,1 do 25 % v závislosti na počtu navržených opatření. Transport sedimentů v závěrových profilech IV. řádu by po realizaci navržených opatření pokles také o 5 %.

Opatření na drenážních systémech byla navrhována v 57 povodí

IV. řádu. Celkem bylo navrženo 333 opatření relevantních ke snížení podpovrchového odtoku a znečištění. Tato opatření by ovlivnila 25 % odvodněných ploch v řešených povodích a způsobila by nížení vyplavování dusičnanového dusíku o 96 t/rok, což představuje pokles o 17 %. V rámci jednotlivých povodí se tento pokles pohybuje od 1 do 58 % v závislosti na počtu a rozsahu opatření.

### Stanovení rozsahu ploch s vysokou potřebou návrhu opatření pro zvýšení retence, akumulace vody a zlepšení její jakosti v povodí VN Švihov na Želivce (2020)

Cílem studie bylo stanovení konkrétního rozsahu zemědě-

ských půd v povodích IV. řádu VN Švihov na Želivce s vysokou a velmi vysokou potřebou návrhu strukturálních opatření tam, kde opatření nebyla dosud navrhována nebo kde je hustota již navržených opatření příliš nízká k dosažení dostatečné účinnosti. Do studie bylo zahrnuto též vyhodnocení dosavadního stavu pozemkových úprav v zájmovém území a příspěvek bodových zdrojů znečištění.

Z výsledků studie vyplynulo, že v povodí VN Švihov na Želivce by bylo potřebné řešit návrhy opatření na zlepšení jakosti vod a zvýšení retence a akumulace celkem na 35 389 ha zemědělských půd, z toho 26 655 ha půdy orné. Pokud přihlídneme ke specifikům podpovrchového odtoku, bylo by potřeba navrhovat opatření na 7 780–11 090 ha odvodněných ploch.

### **Studie proveditelnosti realizace přírodě blízkých a technických opatření na zemědělské půdě v povodí vodárenské nádrže Švihov na Želivce (2021–2022)**

Tato studie byla realizována za účelem zjištění realizovatelnosti 1 037 opatření, která byla navržena v rámci předchozí studie „Přírodě blízká a technická opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce“.

Podstata řešení spočívala v prověření realizovatelnosti opatření zejména z hlediska vlastnických vztahů (vyjádření vlastníků dotčených pozemků) a z hlediska uživatelů dotčených pozemků. V rámci studie došlo také k aktualizaci informací o majetkoprávních vztazích v řešené lokalitě, aktualizaci informací o potřebné dokumentaci, způsobu povolování realizace jednotlivých typů opatření a možnostem financování/dotací opatření.

Z hlediska uživatelů půdních bloků dotčených návrhy opatření se podařilo zajistit odpověď pro 97 % navržených opatření. Celkem 75 % navržených opatření získalo souhlas od zástupců zemědělských subjektů. Z pohledu jednotlivých typů opatření byly zemědělskými subjekty nejčastěji odmítány dlouhé liniové prvky, zejména technického charakteru. Opatření s největším podílem záporných odpovědí byla protierozní mez a liniová zeleň.

Vyhodnocení z hlediska vlastníků dotčených pozemků proběhlo na základě statistické analýzy došlých vyjádření od oslovených vlastníků. Na základě podílu kladných, záporných a žádných odpovědí bylo stanoveno pět kategorií realizovatelnosti. V rámci řešení studie byly vlastníci pozemků požádáni o celkem 8 398 vyjádření. Osloveno bylo 2 145 vlastníků, z toho 126 právnických osob. Z těchto oslovených vlastníků odpovědělo ke dni 2. 12. 2021 celkem 294 osob (35 %). Z 8 398 žádaných vyjádření obdrželi zpracovatelé Studie celkem 3 265 stanovisek (39 %). Z těchto stanovisek bylo souhlasných 1 398 (17 % z požadovaných stanovisek). Další 93 došlých odpovědí bylo bez jasného stanoviska a 1 774 (21 %) stanovisek bylo nesouhlasných. Z hlediska odůvodnění nesouhlasných odpovědí jednoznačně převládá důvod „znehodnocení půdy“.

Dle analýzy realizovatelnosti má dobrý potenciál realizovatelnosti v současné době 86 opatření (8,3 % navržených). Příklad systému opatření s dobrou možností realizace je uveden na obr. 2

## **Závěr**

Výše uvedené studie umožnily zpracovat novou metodiku pro analýzu potřebnosti opatření pro dlouhodobé zvýšení retence a jakosti vody v zemědělských povodích. Inovativnost přístupu spočívá jednak v použité metodě kategorizace kritických bodů a jejich přispívajících lokalit z hlediska jejich ohroženosti zrychleným plošným odtokem/potřebnosti návrhů opatření a též v návrzích opatření v hydrologicky ucelených systémech pro dosažení maximální účinnosti. Novinkou je také přímá spolupráce a projednání opatření s hospodařícími zemědělskými subjekty.

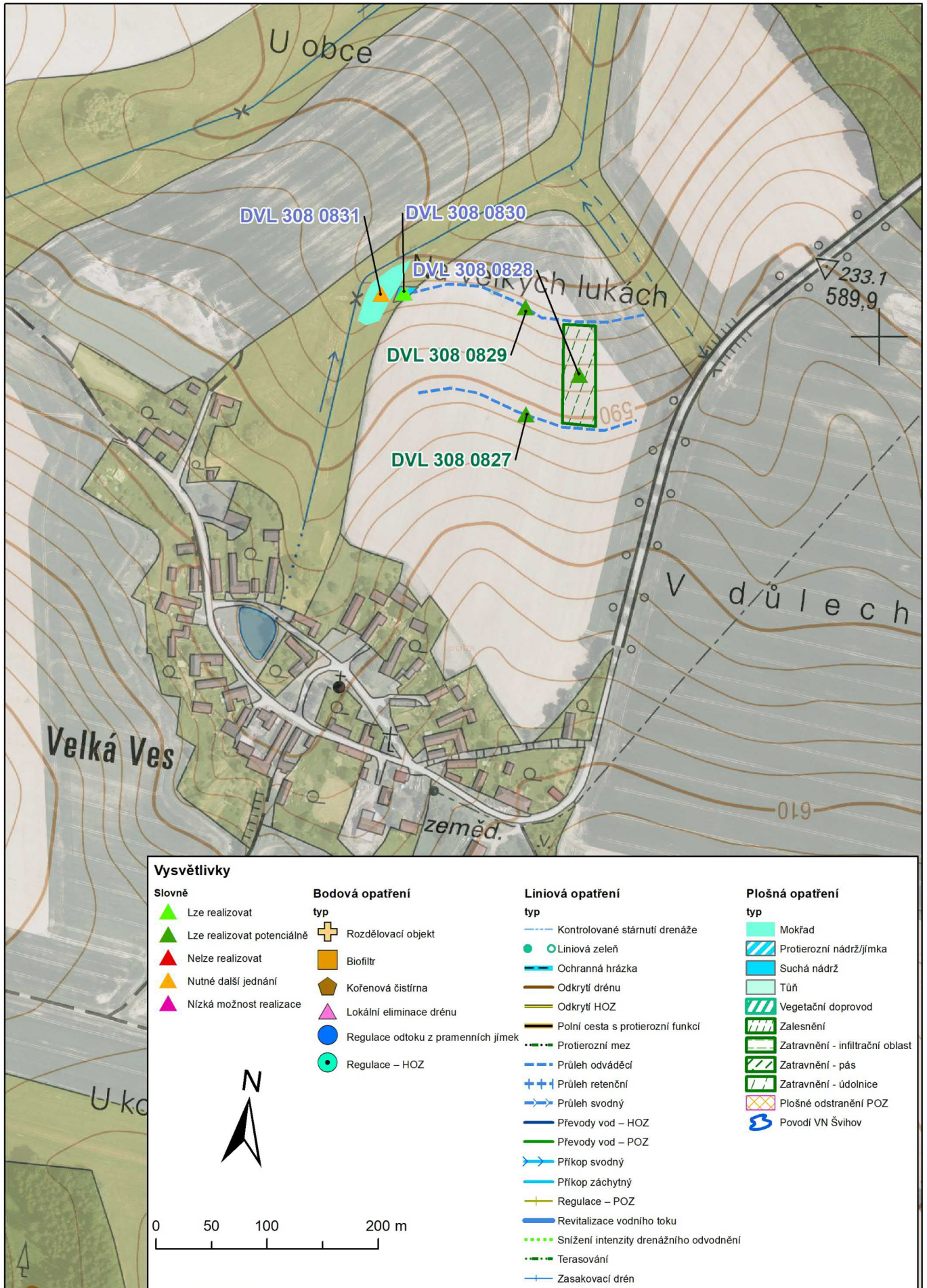
Empirické i matematické modelování účinnosti navržených opatření prokázalo jejich vysokou účinnost v povodích s dostatečným počtem návrhů. Na druhou stranu za současného stavu osvěty vlastníků pozemků v souvisejících tématech, nejasností legislativních, nejistot z hlediska financování a zejména údržby opatření se jeví většina navržených opatření jako obtížně realizovatelná. V současné době sice existuje dostatek veřejných dotačních programů, ze kterých by mohla být opatření realizována, zatím však není možné (až na výjimku některých prvků krajinné zeleně) dotovat údržbu opatření po jejich realizaci. Mezi další otázky, které je nutno vyřešit pro zlepšení možnosti realizace navržených opatření, patří např. způsob kompenzace případné ztráty produkce pro zemědělce a kompenzace za snížení výměry orné půdy z hlediska vlastníků předmětného pozemku.

Koncepce, metodika i výsledky výše uvedených studií byly v přítomnosti zástupců zadavatele (Povodí Vltavy, státní podnik), představeny zástupcům Státního pozemkového úřadu, odborům životního prostředí a zemědělství kraje Vysočina a Středočeského kraje a jsou dále diskutovány možnosti dalšího uplatnění výsledků těchto studií. Jedním z možných způsobů, jak zajistit realizaci těchto opatření, je jejich promítnutí do procesů Komplexních pozemkových úprav ve spolupráci se Státním pozemkovým úřadem, kterému jsou návrhy opatření poskytovány.

## **Literatura a podklady**

- Zajíček, A., Fučík, P., Hejduk, T., Burian V., Petrů J., Kvítek T. (2019): Spolupráce na šetrných opatřeních v povodí nádrže Švihov. *Agrobases* (25.2.2019):18-20.
- Zajíček, A., Karásek, P., Burian, V., Koterová, V., Pavel, M., Kvítek, T. (2020): Návrhy přírodě blízkých a technických opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce. *Vodní hospodářství* 70(4): 10-19. ISSN 1211-0760.
- Zajíček, A., Fučík, P. (2021): Perspektivní opatření na stavbách zemědělského odvodnění pro zvýšení retence a jakosti vody. *Agrobases* (25.11.2021):16-18.
- Zajíček, A., Dostál, T., Krása, J., Hejduk, T., Fučík, P., Kulhavý, Z., Bauer, M., Pelíšek, I., Jáchymová, B., Devátý, J., Rosendorf, P., Pavel, M. (2018): Atlas plošného zemědělského znečištění vod v povodí Vltavy. *VÚMOP 2018*, 242 s. ISBN: 978-80-87361-85-6. Číslo osvědčení 70204/2018-MZE-15121. Online verze: *Atlas povodí Vltavy (vumop.cz)*
- *Navržená opatření (vumop.cz)* – online prohlížečka všech opatření navržených v rámci studie Přírodě blízká a technická opatření na zemědělské půdě v povodí VN Švihov na Želivce





Obrázek 2. Příklad návrhu systému opatření v K.Ú. Velká Ves, postoupený SPÚ

## STALO SE

## Stručné črty ze Světového pedologického kongresu v Glasgow



Po epidemiologické pauze a hodinách virtuálních setkání ne jeden výzkumník zapochyboval, zda ještě zvládne cestovní horečku spojenou s osobní účastí na konferenci. Řada účastníků konference potvrdila, že v pozdně pandemické době je prvním velkým dobrodružstvím hladký let do/z místa konání. Letošní destinací Světového půdního kongresu bylo Skotsko, tedy přesně řečeno GLASGOW s jeho nezaměnitelnou atmosférou průmyslového dědictví a viktoriánského stylu. O co náročnější byla letecká doprava, o to snadněji se zvykalo na hustou a spolehlivou místní veřejnou dopravu. Nicméně to pravé dobrodružství začíná v moderních sálech Skotského konferenčního centra (SECC). Vždyť geografická i odborná šíře konferenčních témat byla obrovská (kniha abstraktů konference má neskutečných 1 461 stránek). Jakýkoliv výběr zajímavých poznatků je nutně subjektivně vychýlený, neboť těžkým úkolem bylo už jen si na místě sestavit osobní program z pestré nabídky překrývajících se sekcí. V tomto ohledu byly velmi přínosné skvěle organizované posterové sekce, kde byl dostatek času vstřebat nové informace, a zejména je přímo diskutovat s přítomnými prezentujícími.

Po čtyřech nabitých konferenčních dnech si jistě každý odvezl kufr nabitý výzkumnou inspirací. Dovolím si krátce vybalit něco z mého kufru: Neurčitost v digitálním mapování půd, predikční modely pro trojrozměrné řešení zapojením horizontální, vertikální i temporální variability půd a snaha půdního výzkumu k zahrnování potencionálních příkopů mezi vědeckým výzkumem a potřebami společnosti – to byla nosná témata v oblasti digitálního mapování půd. Metodické (ne)správné určení predikční neurčitosti v digitálním mapování půd porovnáním prostorově omezené a globální validace skvěle diskutoval Gerard Heuvelink. Metodicky pokročilou úpravu algoritmů strojového učení pro zapojení mnohdy opomíjené nejistoty vlastního stanovení cílového predikovaného parametru prezentoval Stephan van der Westhuizen. Laura Poggio diskutovala esenciální aspekty posunu od jednorozměrných predikcí půdních parametrů k predikcím odvozených komplexních (funkčních) parametrů půdy – tj. hledání řešení mezi modelováním komplexní proměnné dle funkčního vztahu vstupních proměnných v místě vzorku s následnou prostorovou predikcí funkčního kompozitu či opačným modelováním jednorozměrných proměnných a jejich ex post kombinací funkčním modelem. Velmi zajímavé vyhodnocení dotazování uživatelů veřejné správy prezentovala Madlene Nussbaum, kde shrnula, jakou formu by měla podle praktických uživatelů mít užitečná informace o neurčitosti výsledku digitálního mapování půd a zda ji vnímají jako důležitou součást při svém rozhodování. Za velmi inspirativní lze s ohledem na některé nedávné i současné problémy považovat panamerické zkušenosti s využitím moderních prostředků pro monitoring půd v oblastech zasažených rozsáhlými lesními požáry, ale také praktické zkušenosti týkající se snahy omezit závislost na dovozu hnojiv a zlepšení stavu půd v tropických oblastech drčením autochtonních silně minerálních hornin a použitím horninového prachu jako zdroje pro dlouhodobý přísun živin do tropických půd (Suzi Huff Theodoro). Obdivuhodný je zejména úspěšně vybudovaný řetězec zainteresovaných stakeholderů od



London Auditorium – jeden z přednáškových sálů SECC



Sředověké opatství Inchcolm Abbey s historií sahající do 12. stol.



Proměnné počasí dodává majestátním údolím jejich nespoutaný charakter – pohled z Ben Nevisu západním směrem (1 345 m n.m.)

Magické dědictví starověké keltské kultury – seskupení menhirů Glen Shiel na ostrově Arran

těžebních společností jako dodavatelů materiálu, až po koncové zemědělské uživatele. Českou stopu na konferenci otiskli kolegyně a kolegové z České zemědělské univerzity v Praze, Masarykovy univerzity v Brně, Mendelovy univerzity v Brně, Palackého Univerzity v Olomouci a Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy.

Závěrem byli účastníci pozváni na nadcházející výroční Světový kongres, který se ve stém roce existence IUSS vrací do své italské kolébky a bude se konat v termínu 19. – 21. května 2024 ve Florencii, a dále na Světový pedologický kongres v čínském Nanjingu v roce 2026. Závěrečná motivační slova o důležitosti půdy a výzkumu v současném světě environmentálních i celospolečenských výzev pronesla v zasvěcené virtuální zdravotci Jeho královská Výsost princ Charles (toho času ještě následník trůnu, dnes jeho Veličenstvo král Karel III.): [odkaz na video](#)

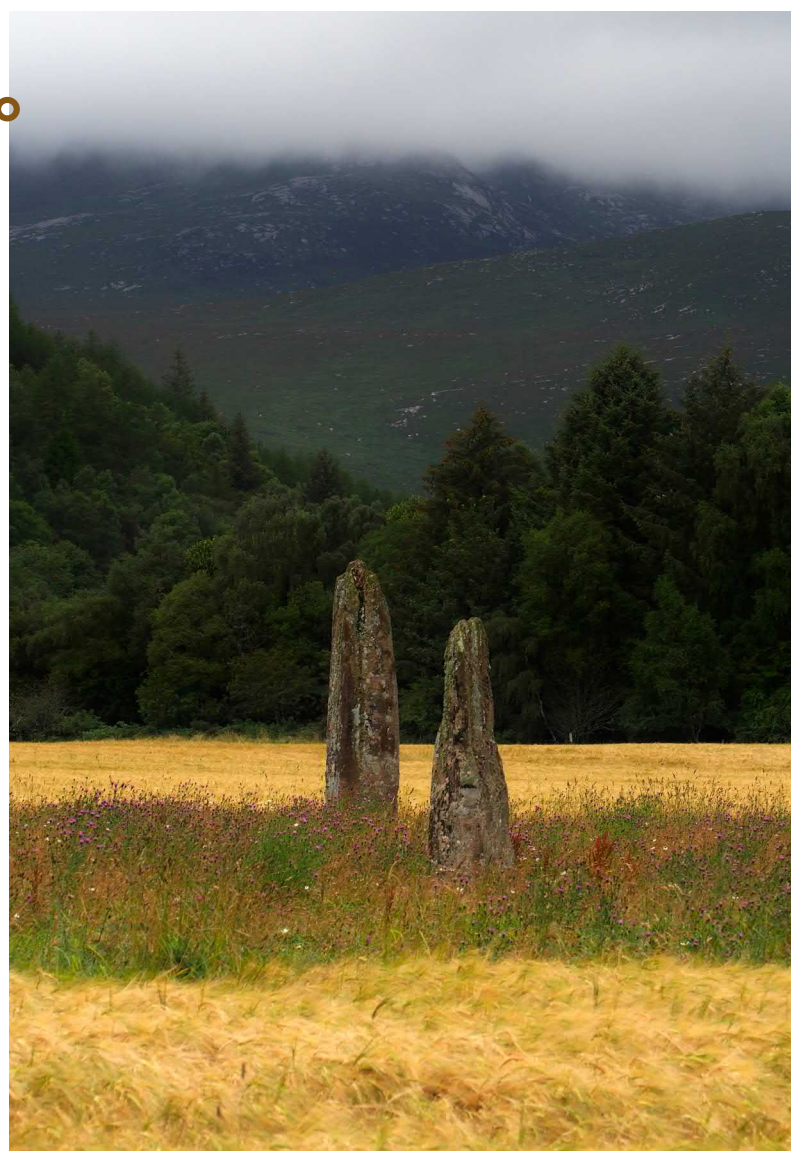
Cesty za poznáním vedou nejen přes konferenční sály, ale jsou lemovány i osobním kontaktem s hostitelskou zemí. Skotsko v tomto ohledu nabízí mnohé – krajinu zelených plání s hlubokými jezery, středověká sídla, starověké připomínky keltské kultury. Nelze opomenout ani počasí, protože každý den zde zažívají čtvero ročních období.



**Mgr. Jan Skála,**  
**Ph.D.**

skala.jan@vumop.cz  
VÚMOP, v.v.i.,

odkazy na sborníky abstraktů  
*mluvené příspěvky*  
postery



## STALO SE

### Tradiční setkání českých a slovenských pedologů

Po dvouleté přestávce způsobené COVID-19 jsme mohli společně se Societas pedologica slovac, Výzkumným ústavem půdoznalství a ochrany půdy Bratislava, Lesnickou fakultou Technické univerzity ve Zvolenu a Národním lesnickým centrem uspořádat Pedologické dny, tentokrát na Slovensku, a to v prostorách lesnické fakulty. Jako zastřešující téma organizátoři zvolili problematiku monitoringu a detailního výzkumu půdních vlastností jako účinného nástroje managementu a ochrany půd. Této tradiční akce se zúčastnilo celkem 90 slovenských a českých pedologů a 3 dny jednali o problematice lesních i zemědělských půd. Těch se týkaly jak 4 úvodní referáty, tak i přednášky ve 3 blocích, a to o výzkumu a monitoringu lesních a zemědělských půd a o využívání inovativních přístupů a metod při této činnosti. Posluchači vyslechli na toto téma 23 přednášek a měli možnost si prostudovat 40 posterů. Samostatnou částí konference byla sekce v angličtině, v níž bylo představeno 5 sdělení a zúčastnili se jí i studenti doktorských programů. Do programu konference byla rovněž zařazena odborná akce u příležitosti 60 let Výzkumného ústavu půdoznalství a ochrany půdy Bratislava. Poslední den Pedologických dnů 2022 byl věnován exkurzi. První lokalitou byla Žiarská kotlina v blízkosti hliníkárny, kde byla pozornost

zaměřena na kontaminaci půd. Konkrétním představeným půdním typem byla fluvizem glejová s projevy kontaminace z okolní skládky. Půdní typ na druhé zastávce u obce Trnie byla kambizem ovlivněná kultivací a v této souvislosti byl popsán výzkum půdní organické hmoty, který probíhal v okolí v různých ekosystémech. Závěrečné části exkurze byly věnovány lesním ekosystémům, konkrétně rezervaci Mláčik, v níž je cílem ochrany zachování jedlo-bukového vegetačního stupně s fragmenty olše. O tuto rezervaci se stará Vysokoškolský lesnický podnik, který hospodaří i v širším okolí a na jeho území jsou umístěny i pamětní desky věnované významným lesnickým odborníkům. Zastavili jsme se u pamětní desky profesora Rudolfa Šályho, který významnou měrou přispěl k rozvoji pedologie. Pedologické dny byly zakončeny v tomto lesním prostředí na chatě v Dolnej Porube oznámením o přípravě Pedologických dnů v roce 2023 v České republice.

Prof. Bořivoj Šarapatka  
předseda ČPS

## Pedologické dny 2022

Monitoring a detailný výskum pôdných  
vlastností ako účinný nástroj manažmentu a ochrany  
pôd

Technická univerzita Zvolen  
12. – 14. 09. 2022





Zahájení konference v přednáškovém sále B8  
Technické univerzity ve Zvoleně

Momentka z terénní exkurze  
Žiarská kotlina  
Fluvizem glejová



Další zastávka  
lokality Trnie  
kambizem kultizemná



## ZBORNÍK ABSTRAKTŮ

Beata Houšková (ed.)

### Pedologické dni 2022

Monitoring a detailný výskum pôdných vlastností ako účinný nástroj manažmentu a ochrany pôd

Technická univerzita Zvolen  
12. – 14. september 2022



## Neuvěřitelné: profesor Kozák osmdesátiletý

Počátkem srpna 2022 oslavil v obdivuhodné kondici a formě osmdesátiny pan prof. Ing. Josef Kozák, DrSc., dr. h. c. Profesor Kozák se narodil 3. srpna 1942 v Polomu na Orlickoústecku do rodiny úspěšného sedláka, takže jeho vztah k půdě se vytvářel již od dětství. Jeho cesta k pedologii ale nebyla přímočará a z politických důvodů té doby ani jednoduchá. Po maturitě na gymnáziu v Kostelci nad Orlicí nemohl jako syn „kulaka“ studovat vysokou školu. To se mu podařilo o něco později, a v roce 1966 zakončil studium fytotechnického oboru na Agronomické fakultě Vysoké školy zemědělské (VŠZ) v Praze diplomem s vyznamenáním. Během studia absolvoval pracovní pobyt na farmě ve Spolkové republice Německo. Po studiu nejprve nastoupil jako vedoucí zemědělských laboratoří a poradenství podniku Zemědělské zásobování a nákup v Kolíně. Lákalo jej ale akademické prostředí a věda, a proto se v roce 1968 vrací na VŠZ, na katedru geologie a půdoznalství. Věnuje se chemické mikroanalýze půdních konkréci a jílových povlaků na strukturních agregátech s využitím laserové spektrální analýzy a na toto téma obhájuje v roce 1976 kandidátskou disertační práci (CSc.). V roce 1985 se habilituje docentem a v roce 1989 je jmenován profesorem pedologie na VŠZ v Praze. V témže roce obhájuje doktorskou disertační práci (DrSc.). Absolvoval pětiměsíční stáž na Univerzitě Illinois (1974), kde se seznámil mj. s Donaldem L. Sparksem a Georgem O'Connorem, dále šestiměsíční stáž na Univerzitě Severní Karolíny u profesora Johna B. Webera (1980), a v roce 1994 pobýval čtyři měsíce na Univerzitě Neapol v laboratoři profesora Alessandra Piccola, se kterým jej pojí dlouholeté přátelství; výsledkem tohoto pobytu je kapitola o vlivu organické hmoty na chování organických chemikálií v půdním prostředí v knize prof. Piccola *Humic Substances in Terrestrial Environment* (Elsevier, 1996).

Během své kariéry se profesor Kozák zabýval celou řadou témat, z nichž mnohá byla v české pedologii nová. Jak je uvedeno výše, nejprve se věnoval laserové mikroanalýze půdy. Od své stáže v Severní Karolíně zkoumal sorpci a chování pesticidů v půdách (mj. vydal knihu *Adsorption and mobility of pesticides in soil*, VŠZ v Praze, 1983). Později se začal zabývat jako jeden z prvních u nás kontaminací půdy těžkými kovy; na toto téma publikoval mj. kapitoly v knihách *Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře* (Cibulka J. a kol., Academia Praha, 1991) a *Heavy Metals: Problems and Solutions* (Salomons et al., Springer, 1995). Věnoval se též acidifikaci půd a uvolňování toxických forem hliníku. Dlouhodobě se věnoval též průzkumu a výzkumu rekultivovaných půd po těžbě hnědé uhlí v severozápadních Čechách na Bílinsku, Tušimicku a Sokolovsku ve spolupráci se Severočeskými doly, a.s., a Sokolovskou uhelnou, a.s. V 90. letech minulého století se pak zejména ve spolupráci s profesorem Janem Němečkem začíná zabývat půdními databázemi, informačními systémy a půdními mapami. Podílel se na přípravě Atlasu půd Evropy

(EC, 1995) a je hlavním autorem Atlasu půd České republiky v české (ČZU a MZe, 2009) i anglické verzi (2010). Tématu půdního informačního systému se věnuje dodnes, spolu s hodnocením a ochranou půdy. Na výzkum získal celou řadu grantů jak od národních poskytovatelů (MZe, MŠMT, MŽP, GAČR), tak evropských; podílel se na evropských projektech ENVASSO (6. rámcový program Evropské komise), e-SOTER (7. rámcový program), v současné době je členem programové rady programu EJP SOIL v rámci Horizontu 2020. Podílel se na činnosti European Soil Bureau Network (ESBN), byl místopředsedou komise 4.2 (Půdy, potravinová bezpečnost a lidské zdraví) Mezinárodní unie věd o půdě (2002-2006). Aktivně se účastní činnosti Globálního půdního partnerství organizovaného FAO.

Profesor Kozák byl i významným akademickým funkcionářem. 25 let (1985-2010) byl vedoucím katedry pedologie a ochrany půd (dříve katedra geologie a půdoznalství, katedra pedologie a geologie), ze které vybudoval významné pedologické pracoviště se špičkovým vybavením na světové úrovni a s širokou sítí kontaktů a spolupráce na národní i mezinárodní úrovni. V letech 1994-2000 byl prorektorem České zemědělské univerzity v Praze pro vědu a školní podniky, v letech 2000-2003 pak jejím rektorem. V letech 2003-2010 byl dvě období děkanem fakulty, které z důvodu významného rozšíření odborného záběru bylo nutno změnit název Agronomická fakulta na současný název Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Opakovaně byl zvolen předsedou a místopředsedou České pedologické společnosti. Byl a je členem vědeckých rad různých institucí a oborových rad doktorského studia. Je šéfredaktorem vědeckého časopisu *Soil and Water Research*, který se pod jeho vedením stal mezinárodně uznávaným časopisem, v posledních letech s nejvyšším impaktním faktorem mezi časopisy vydávanými ČAZV.

Za svoji činnost se profesor Kozák dočkal řady ocenění. Je doktorem honoris causa Jordánské univerzity vědy a technologie v Irbidu, Jordánsko, je držitelem zlaté medaile ČAZV, zlaté medaile ČZU v Praze, je čestným členem České pedologické společnosti, čestným členem *Societas pedologica slovacica*, a jako teprve čtvrtý Čech získal v roce 2018 čestné členství v Mezinárodní unii věd o půdě.

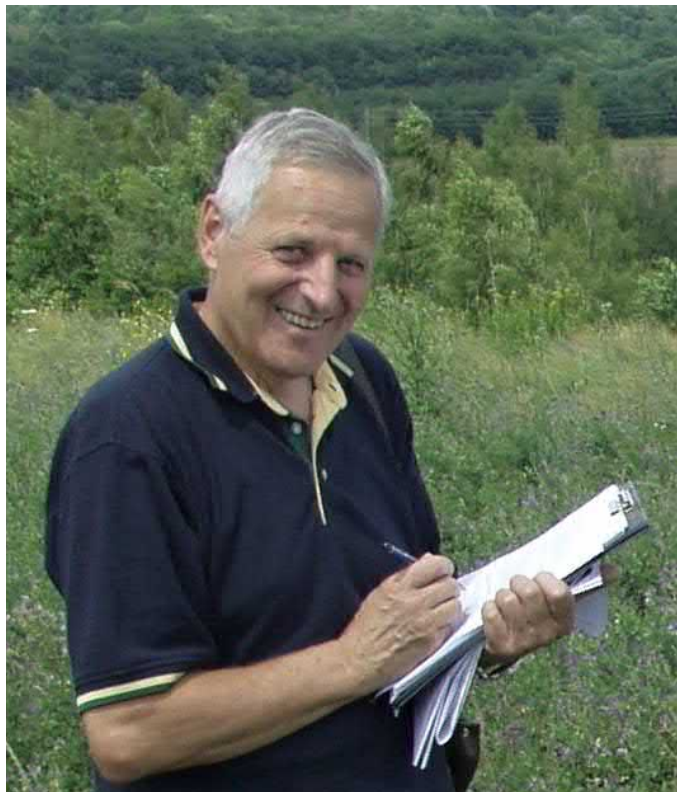
Profesor Kozák dosud neustále přednáší několik předmětů každý semestr. Jeho přednášky z obecné pedologie absolvovaly již tisíce studentů. Vedle toho vede přednášky z Půdní chemie, Ochrany půd, Úpravy půdních režimů, a také několika anglických přednášek. Studenti oceňují jeho přátelský, až otcovský přístup, charisma, nadhled, vstřícnost, i to, že výklad oživuje mnoha historkami ze svého bohatého života i z mnohých cest, které podnikal po celém světě. Profesor Kozák zavedl a garantoval studijní obor Hodnocení a ochrana

půdy. Vychoval také řadu doktorandů, mezi které se hrdě a s vděčností řadím.

Katedra pedologie a ochrany půd uspořádala na počest tohoto významného životního jubilea pana profesora Kozáka v září loňského roku seminář, na kterém vystoupili vedle českých přednášejících také kolegové a přátelé ze Slovenska, doc. Jaroslava Sobocká a prof. Jozef Kobza, a také profesor Winfried E. H. Blum z BOKU Vídeň a již zmíněný profesor Alessandro Piccolo z Neapole.

Rád bych závěrem panu profesoru Kozákovi jménem svým i jménem jeho žáků a kolegů poděkoval za jeho hodnotnou a cennou vědeckou i pedagogickou práci, a za přátelské a inspirativní prostředí, které kolem sebe vytváří. Přejeme mu, aby si udržel i nadále svoji svěžest, čínorodost a aktivitu. Věříme, že se ještě spoustu dalších let budeme pracovně i lidsky potkávat, a přejeme mu hodně zdraví, dobré nálady, pohody a osobní spokojenosti, ať již s dětmi a vnučkou, se psem, nebo nad četbou jeho oblíbeného dobrého vojáka Švejka. Ale přejeme mu také další profesní úspěchy a těšíme se na pokračující plodnou spolupráci.

Luboš Borůvka



## ROZHOVOR

### Rozhovor s prof. Ing. Josefem Kozákem, DrSc., dr. h. c.

**Jaká byla vaše cesta k pedologii? Dostal jste se k ní již v mládí, při studiích nebo snad později? A vybral jste si cestu k ní či šlo spíše o náhodu?**

Moje cesta k pedologii byla mojí jasnou volbou. Víím, že to zní tak trochu nadneseně. Jelikož pocházím ze zemědělské rodiny a navíc z kraje, kde je velice rozmanitý půdní pokryv, byla kvalita půdy vždy předmětem rozhovorů a i já sám jsem měl možnost se s tímto problémem často setkávat. Dalším impulsem byla pravidelná televizní vystoupení, každou neděli dopoledne, prof. Kosila, tehdejšího rektora VŠZ, který vysvětloval aktuální problémy hospodaření na půdě a problémy s počasím. Řízením osudu jsem vystudoval agronomickou fakultu VŠZ. Po ukončení studia se mi nepodařilo, i přes velkou snahu, získat místo pomocné vědecké síly na katedře pedologie na fakultě, kde bylo už bohužel obsazené, takže své první roky po škole jsem zahájil v Kolíně, jako vedoucí pedologické laboratoře při ZZNP (zemědělský zásobovací a nákupní podnik).

Jak se zpívá v jedné písni: „Život je jen náhoda...“, po roce jsem byl vyzván katedrou pedologie, abych nastoupil do doktorského studia. Mé přání se tak naplnilo, dostal jsem se tam kam jsem si vždy přál a tam jsem také zakotvil.

**Jakým tématům se v rámci pedologie věnujete?**

Nejprve jsem se věnoval mikroanalytickým metodám vybraných půdních objektů, hlavně železitomanganičitých konkréci a jílových povlaků. To bylo i tématem mé disertační práce.

V další etapě jsem se dost intenzívně věnoval osudu pesticidních látek v půdách, poté kontaminaci půd potenciálně rizi-

kovými prvky a též výskytem toxických forem hliníku v půdách. Souběžně jsem se věnoval sledování tvorby půd na rekultivovaných plochách výsypek, zejména v oblasti Chomutovska, Bílinska a v Sokolovském revíru. Tuto etapu, trvající 30 let, považuji za velmi užitečnou a uspokojivou.

V devadesátých letech jsem měl tu čest se podílet, spolu s prof. Němečkem, na přípravě „Atlasu půd Evropy“. Poté, co byla dokončena digitalizovaná forma mapy půd v ČR v měřítku 1 : 250 000, jsme spolu s kolektivem spoluautorů publikovali „Atlas půd v ČR“ v české a anglické verzi. V současnosti se věnuji zejména hodnocení produkčních i ekologických funkcí půd a využívání rozsáhlých databází půdních charakteristik.

**V průběhu vaší kariéry jste měl možnost spolupracovat s celou řadou významných odborníků. Kdo vás nejvíce profesně ovlivnil?**

Třetí otázku bych rozdělil na dvě části. Z našich odborníků to byl prof. Kosil a prof. Duchoň, a to za studia. Pro mladší spolupracovníky uvádím, že prof. Duchoň byl agrochemik. Po lidské stránce jsem obdivoval doc. Zázvorku pro jeho statečnost během druhé světové války. Mým školitelem a troufám si říct i přítelem byl prof. Pavel, vynikající chemik, matematik a programátor. V další etapě mě hodně ovlivnil prof. Němeček. Byl jsem překvapen již během doktorských studií, že nás tehdy mladé bral jako rovnocenné spolupracovníky. Patřil k nejlepším pedologům s kterými jsem se setkal. Velmi jsem si vážil prof. Koláře z Českých Budějovic. Na katedře jsem měl to štěstí pracovat s doc. Vallou a doc. Drbalem, oba vynikající odborníci

a vzácní lidé. Z UK jsem spolupracoval s prof. Smolíkovou, z VŠCHT s doc. Polejem, z VÚMOP s RNDr. Tomáškem a Ing. Pavlem Novákem. Musím říct, že každý z těchto spolupracovníků mě nějakým způsobem ovlivnil. Upřímně řečeno, mohl bych jmenovat celou řadu dalších.

Ze zahraničních pedologů to byl prof. Tyner z University of Illinois, prof. Weber z University of North Carolina a rovněž prof. Alessandro Piccolo, jeden z nejlepších půdních biochemiků.

**Jaké jsou podle Vás největší mezery v dosavadním poznání půdního prostředí? Na co by se měli dle Vás hlavně soustředit pedologové v dnešní době?**

Na otázku, jaké jsou největší mezery v současném poznání půd, je složité odpovědět, neboť pedologie je velmi rozmanitá a každý dílčí obor bude považovat svoje řešené problémy za nejdůležitější.

Já osobně jako důležité vidím chránit půdu jako neobnovitelný přírodní zdroj nejenom v teorii ale i v praxi. Tady bohužel stále narážíme na soubor požadavků na zábor půdy. Soupeř je velmi silný. Většina pedologických problémů a výzev je známa, ale často chybí prostředky na jejich řešení. Je důležité mít stále na zřeteli fakt, že každý výzkum v oblasti pedologie musí mít vedle aplikace moderních vědeckých postupů i praktické využití.

Výrazné mezery v současném pedologickém výzkumu nevidím, ale je to jen můj názor. Doporučil bych pokračovat v používání nových analytických metod, i když jsem si vědom, že často jsou hodnoty (možnosti detekce) již tak nízké, že je obtížné získané výsledky interpretovat. Velice oceňuji velký posun v používání matematických modelů. V oblasti klasifikace půd se přikláním k názoru amerických kolegů, kteří příliš nezasahují do jejich Soil Taxonomy.

Zato WRB (*World Reference Base for Soil Resources - pozn. red.*) se neustále vyvíjí, snad až příliš rychle. Způsobuje to poté problémy v mapování půd.

Pokud bych si troufl zobecnit současné úkoly v pedologickém výzkumu, tak bych se přiklonil k hodnocení využití půd tak, aby byly schopny zajišťovat plnění produkčních i mimoprodukčních funkcí.

**Spolupracoval jste na tvorbě půdní mapy Evropy či vedl kolektiv tvořící Atlas půd České republiky. Jak obtížné je sestavovat podklady pro mapování půdního pokryvu pro díla takového rozsahu?**

Měl jsem tu čest se podílet na práci Atlasu půd Evropy a ČR, spolu s prof. Němečkem. Mapa půd Evropy je v měřítku 1 : 1 000 000. V ČR jsme měli dostatek podkladů mapových i rozsáhlou databázi půdních profilů, které byly převážně výsledkem KPP a též lesotypologického mapování. Hlavním problémem byla harmonizace map na hranicích se sousedními státy.

Pro Atlas půd ČR byla jiná situace. Zde byla velkým problémem digitalizace mapy 1 : 200 000, která sloužila jako podklad map 1 : 250 000. Toto měřítko bylo tehdy doporučeno orgány EU, zejména Soil Bureau Network. Protože jsme měli k dispozici jen mapu na deformovaném topografickém podkladu (z důvodu utajení), tak to byla velmi namáhavá práce. Podíleli se na ní

hlavně prof. Němeček a Ing. Ilinčevová.

Velice významným přínosem bylo vytvoření této mapy též v systému SOTER (*Soil Terrain Database - pozn. red.*). Prof. Němeček pro tyto účely musel vytvořit mapu geomorfologicko-půdních regionů. Zahraniční kolegové toto dílo velice oceňovali.

**V rámci vašeho akademického působení na České zemědělské univerzitě v Praze jste působil i v pozicích rektora, prorektora, děkana a vedoucího katedry. V jakém rozsahu jste se v rámci těchto rolí mohl věnovat vaší vědecké činnosti a oboru?**

Je pravdou, že vrcholným akademickým funkcím jsem se věnoval 16 let. Nikdy jsem během tohoto období nepřestal vědecky pracovat. Mladším kolegům ale radím, aby takovýto postup zvažili. Den má jen 24 hodin..., já jsem však měl obrovské štěstí na spolupracovníky, kteří byli tak skvělí, že mi tuto kumulaci funkcí umožnili. Tímto jim moc děkuji.

**Byl jste dlouhou dobu členem IUSS (International Union of Soil Sciences), od roku 2016 jste se pak stal jeho čestným členem, co Vám tato zkušenost dala a jak jí bylo možné přenést do českého prostředí?**

Pracoval jsem v komisi IUSS. Jako zástupce České pedologické společnosti jsem se zúčastnil mnoha zasedání. Jmenování čestným členem IUSS považuji za svůj životní úspěch.

Ptáte se, jak lze toto převést do dnešního prostředí. Je to především uznání celé naší pedologie a pro mladší kolegy povzbuzením v jejich práci a ambicích.

**Pracovně ať už při výzkumech, dlouhodobějších stážích či v rámci cestování po kongresech jste se dostal do různých částí světa. Máte nějaké speciální vzpomínky na místa, která Vám utkvěla v paměti?**

Pracovně jsem procestoval větší část světa, moc mě to bavilo. Ale přesto se musím přiznat, že naše země se mi zdá nejhezčí.

**Co je podle Vás největší současnou výzvou v ochraně půdy?**

Hlavní výzvy v ochraně půd jsem již zmínil. Především jí musíme chránit pro ni samotnou, jako nenahraditelný přírodní zdroj!

**Myslíte si, že nové technologie a postupy v zemědělství mohou výrazně přispět k lepšímu nakládání s půdou nebo vždy jde především o hospodáře, jak k půdě přistupuje?**

Dovoluji si tuto odpověď trochu odlehčit. Asi před 10 lety byl naším zastoupením v Bruselu pořádán celodenní seminář věnovaný zahájení jednání o směrnici EU o ochraně půd. Byl tam i dr. Cílek, který poté, co jsem seznámil přítomné s novým klasifikačním systémem půd v ČR, vstal a učinil tuto poznámku: „Moc dobrý systém, ale abyste za pár let měli ještě co klasifikovat.“

**Vzkázal byste něco nastupujícím a budoucím generacím pedologů?**

Mladým pedologům bych si dovolil vzkázat, že především musí mít půdu rádi a vážit si jí. Ostatní už půjde samo.



## RNDr. Luděk Šefrna, CSc. - 70 let

Významné životní jubileum v roce 2020 oslavil náš milý kolega geograf RNDr. Luděk Šefrna, CSc., který od roku 1994 působí na katedře Fyzické geografie a geoekologie PřF UK.

V rámci fyzické geografie se Luděk Šefrna specializuje na pedologii, pedogeografii a biogeografii, kdo jej však poznal blíže, ví, že je jedním z posledních polyhistorů s širokým rozhledem a nadhledem. Šíří jeho záběru potvrzuje i skutečnost, že magisterské studium na PřF UK v roce 1973 úspěšně zakončil obhajobou sociálněgeografické diplomové práce „Geografie zahraničního obchodu ČSSR“ pod vedením doc. Josefa Brinke. Poté Luděk Šefrna nastoupil do Výzkumného ústavu pro zúrodnění zemědělských půd. Zde pod vedením Dr. Milana Tomáška pracoval na tématech pedologických či fyzickogeografických a mimo jiné i na průkopnickém velmi progresivním tématu využití DPZ v pedologickém výzkumu. Na toto téma v roce 1987 obhajuje svou kandidátskou práci a z tehdejších zjištění je možné dodnes čerpat. Pedologii už zůstal věrný po celou jeho další profesní dráhu.

Na jeho dnešní pracoviště jej přivedl doc. Jan Votýpka z tehdejšího Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy v Praze. Po příchodu na fakultu se Luděk Šefrna podílí na řešení řady projektů, z těch posledních a aktuálních témat to je například „Úloha milířišť z hlediska kulturního dědictví a ochrany krajiny“.

Po příchodu na KFGG rozvíjí spolupráci s univerzitami ve Strassbourgu, pořádáním společných terénních cvičení, Miláně, či ve Sfaxu v Tunisku. Společně s prof. Jánským se účastní expedic vedoucích k objevení pramenů Amazonky a poznání přírodního prostředí vysokohorských oblastí Cordillera de Chilla. Z Jižní Ameriky mu vedle Peru učaroval ještě Valdiviánský deštný les v Chile. Lesy, jejich ekologie, fungování, druhové složení dřevin ale i zpracovávání a opracovávání dřeva jsou ostatně, vedle pedologie, jeho celoživotní vášní a dovede o nich poutavě vyprávět na přednáškách a terénních cvičeních, či se do praktických činností zpracovávání a opracovávání dřeva s neskrývanou radostí pustit.

Terénní cvičení a exkurze jsou jeho oblíbenou formou výuky, kde studenty učí nejen poznávat půdy, ale především vnímat jednotlivé složky přírodní sféry komplexně, což může v terénu studentům demonstrovat lépe než v uzavřené posluchárně. Jeho osobní kouzlo, vlídný přístup a zaujetí při terénní výuce jsou důvodem jeho oblíbenosti mezi studenty.

Luděk Šefrna je oblíbeným vedoucím bakalářských či magisterských prací a jedním z nejúspěšnějších školitelů doktorských studentů. Svým studentům nabízí netradiční interdisciplinární témata, často vyžadující velkou samostatnost a hledání inovativních metodických řešení.

Luděk je nejen oblíbeným pedagogem, ale zejména velmi oblíbeným kolegou, který si vždy zachovává nadhled a úžasný lidský přístup, a to zejména proto, že i v dnešní době plné spěchu a neustálých konečných termínů („deadline“) s ním čas plyne pomaleji.

Přejeme Luděkovi mnoho zdraví, štěstí a pracovních úspěchů do dalších let.

Tomáš Chuman



## Laudatio Rožnovský

Neúprosný čas rychle plyne, a je tedy žádoucí se i v tom životním a pracovním shonu občas zastavit, setkat se s přáteli, ohlédnout se za tím, co bylo vykonáno a nastavit si další životní směřování. Taková chvíle nastala dne 28. 2. 2019 v Mikulově, kam pozval své přátele a oslavil své životní jubileum pan **RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.**

Brněnský rodák (\*1.3.1949) vystudoval v roce 1972 VŠZ v Brně (nyní Mendelova univerzita v Brně) a v roce 1984 Univerzitu J. E. Purkyně (nyní Masarykova univerzita). Vědní obor, ve kterém našel zalíbení a celoživotní práci, je klimatologie, bioklimatologie, agrometeorologie a vše, co je spojeno s problematikou klimatu. Po ukončení studia nastoupil studijní pobyt na katedře bioklimatologie AF VSŽ v Brně, kterou vedl pan prof. V. Havlíček, CSc. a na které dříve působil významný český půdoznalec a klimatolog pan prof. Václav Novák. RNDr. Rožnovský je přímým pokračovatelem a propagátorem díla těchto dvou významných učitelů. Jako vysokoškolský pedagog působil na třech fakultách univerzity Mendelu v Brně a také na Přírodovědecké fakultě Ostřavské univerzity. Od roku 1978 současně pracoval jako samostatný odborný pracovník na ČHMÚ v Brně, kde se stal v letech 2001 až 2017 ředitelem brněnské pobočky. Zde působí i nadále.

Od roku 1998 je předsedou České bioklimatologické společnosti a vede také Český výbor ICID. Aktivně je činný jako člen redakční rady časopisu Soil and Water Research a SAV Contributions to Geophysics and Geodesy a na Univerzitě J. E. Purkyně časopisu Studia Oecologica. Zasedá či zasedal ve vědeckých radách několika výzkumných ústavů i na PřF MUNI v Brně. K odborným aktivitám náleží:

- 2012 – 2015 člen Dozorčí rady Czech Globe – Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.
  - 2014 – dosud člen Výboru pro krajinu, vodu a biodiverzitu při Radě vlády pro udržitelný rozvoj
  - 2016 – člen Odborové komise pro studijní odbor 4.3.3. Environmentální manažment na funkční období 2016 – 2021 Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
- Od roku 2015 – dosud člen Vědecké rady ministra životního prostředí ČR

V rámci své vědecké činnosti publikoval více jak 200 původních vědeckých a odborných prací, samostatné kapitoly ve třech knihách a je autorem 5 skript z bioklimatologie a klimatologie. Úspěšně ukončil 24 výzkumných projektů s tematikou klimatických změn, znečištění ovzduší a erozních procesů v krajině. Úspěšné je také jeho pedagogické působení na třech univerzitách, kde jeho studenti obhájili 65 diplomových prací a 6 doktorandských disertací. Zapojen je také do oponentní činnosti pro různé agentury a jiná vědecká vydavatelství. Výše uvedené skutečnosti dokládají nebývalou píli a aktivitu jubilanta, který svým přístupem a elánem na pracovišti i jako vysokoškolský

učitel byl vzorem pro řadu mladých následovníků. Zasloužil se o modernizaci budovy ústavu a věhlas celého pracoviště brněnské pobočky ČHMÚ.

Ve spolupráci s půdoznalcí Agronomické fakulty MENDELU organizuje pravidelnou vzpomínkovou akci při příležitosti jubilea významného půdoznalce a klimatologa pana prof. Václava Nováka.

Při všech těchto aktivitách je také ovocnářem, který ve svých ekologicky pěstovaných sadech vede také porostní studia. Svě přátele a známe potom hostí svými pálenkami.

Pro svůj přátelský postoj a veselou povahu je mezi přáteli a spolupracovníky oblíbený, což dosvědčila i hojná účast přátel na oslavě jubilea. Zbývá tedy popřát panu RNDr. Ing. Jaroslavu Rožnovskému, CSc., hodně zdraví a chuti na další cestě úspěšným životem.

Alois Prax



## Vzpomínka za panem Zdeňkem Vašků

(\*11. 9. 1944 – † 26. 8. 2019 doc. Ing. Zdeněk Vašků, CSc.)

**Doc. Ing. Zdeněk Vašků, CSc.** vystudoval Vysokou školu zemědělskou v Praze (dnes Česká zemědělská univerzita v Praze) a geobotaniku na Přírodovědecké fakultě UK. Zabýval se kulturně-technickým inženýrstvím v krajině, klimatologií a půdoznalstvím. Napsal knihy Velký pranostikon (1998, 2002), Základní druhy průzkumů pro krajinné inženýrství, využití a ochranu krajiny (2008 a 2012), Umění pojmenovat (2011) a spolu s V. Cílkem a J. Svobodou Velkou knihu o klimatu zemí Koruny české (2003) a Hold slunci, dešti, půdě a pluhu (2014).

Byl členem vědeckých rad, odborných komisí, Redakční rady časopisu Vesmír, Obci spisovatelů, České pedologické společnosti a dalších.

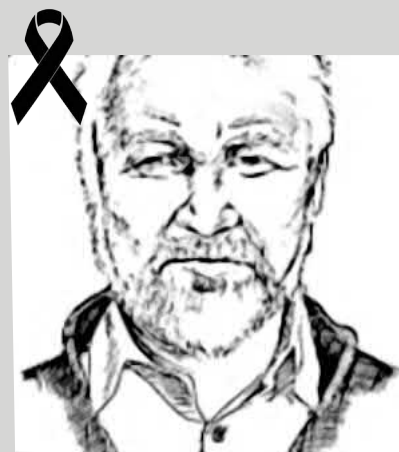
Ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. pracoval a výzkumnou činností se zabýval od roku 1986 do roku 1991. V letech 1994 – 2007 působil jako vedoucí výzkumný a vývojový pracovník a byl předním odborníkem v oblasti půdoznalství a klimatologie. V tomto směru je autorem a spoluautorem stovek publikačních výstupů, od mediálních relací, rozhlasových pořadů, od vědeckých textů, populárně naučných textů, odborných posudků, expertíz, znaleckých posudků, závěrečných zpráv a metodik. Byl účastníkem různých odborných mediálních pořadů, diskusí, konferencí a seminářů.

Jeho poslední aktivní činnost byla na České zemědělské univerzitě v Praze. Přednášel na Fakultě životního prostředí a byl školitelem doktorského studijního programu Krajinné inženýrství (Landscape Engineering).

Touto cestou bychom chtěli vzdát úctu a dík vstřícnému a důslednému kolegovi, dobrému a ochotnému kamarádovi. Jeho hlavním posláním bylo předávat nejen vědecké poznatky, ale i zajímavé informace o klimatu jak kolegům, studentům, tak široké veřejnosti.

Čest jeho památce

Anna Sobotková



## PEDOLOGICKÉ AKTUALITY

Ke dni 17. 6. 2000 byl jmenován profesorem v oboru Pedologie na České zemědělské univerzitě v Praze doc. Ing. Radim Vácha, Ph.D.

Na návrh Vědecké rady Českého vysokého učení technického v Praze byl v roce 2022 jmenován profesorem pro obor vodní hospodářství a vodní stavby doc. Dr. Ing. Tomáš Dostál, který se dlouhodobě věnuje problematice vodní eroze půdy.

Na Vědecké radě FAPPZ ČZU v Praze proběhlo dne 5. 12. 2018 habilitační řízení paní Ing. Lenky Pavlů, Ph.D.

13. 10. 2021 podstoupila habilitační řízení paní RNDr. Tereza Zádorová, Ph.D. Téma habilitační práce bylo: „Kolvizemě: komplexní pohled na jejich pedogenezi, morfologii a mapování“. Kolegyně Zádorová byla jmenována docentkou pedologie.

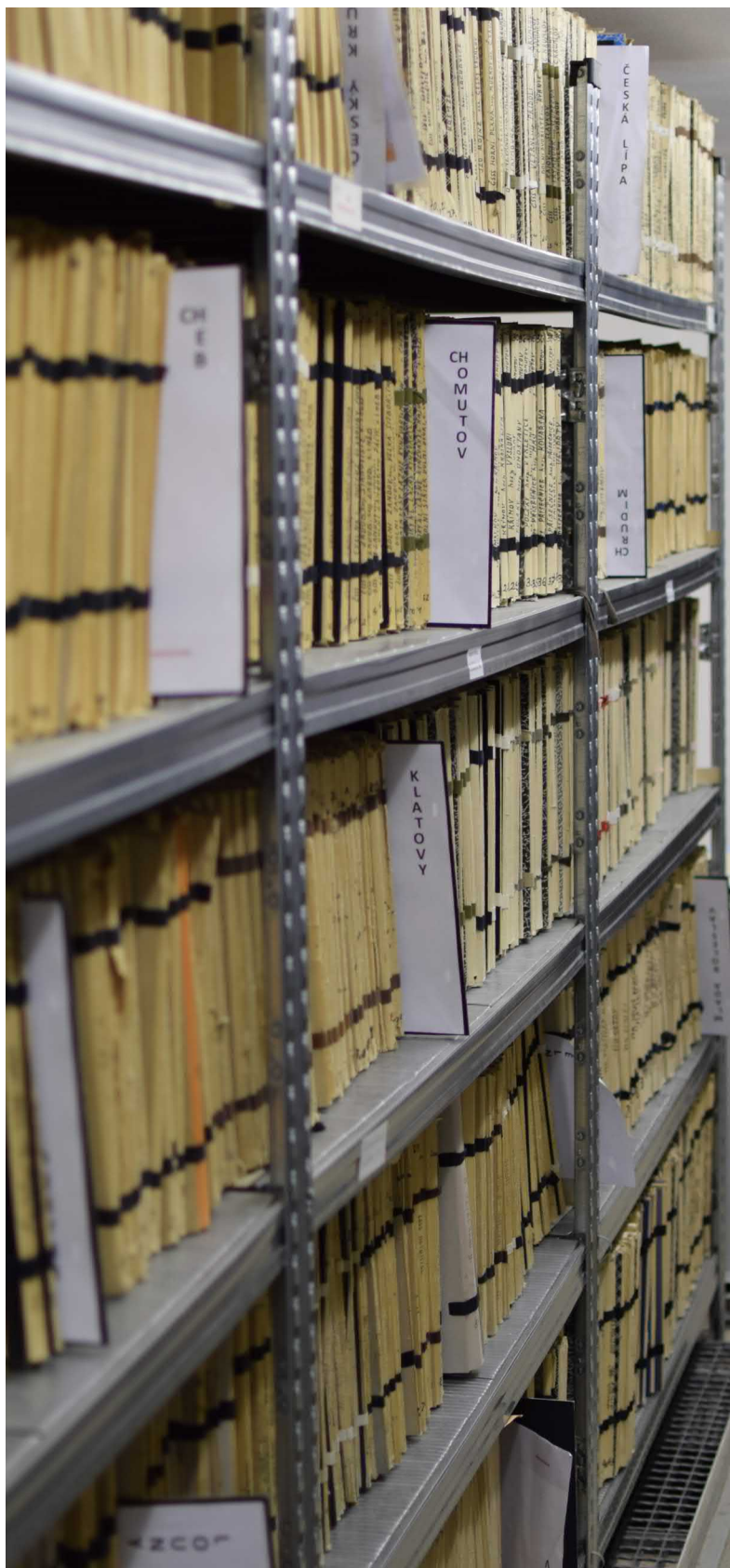
V oboru technika a mechanizace zemědělství se v roce 2022 habilitoval Ing. Jan Vopravil, Ph.D. Tématem jeho habilitační práce bylo: "Obnova infiltrace vody do utužené půdy pomocí vybraných způsobů jejího zpracování".

Na Mendelově univerzitě se v roce 2021 úspěšně habilitoval Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D. v oboru obecná produkce rostlinná. Ve své habilitační práci se zabýval tématem: "Hodnocení plošné nevyrovnanosti půdy a stavu porostů v precizním zemědělství".

Ing. Ivan Novotný dne 6. 10. 2022 úspěšně obhájil svou disertační práci s názvem: "Aktuální poznatky problematiky vodní eroze a možnosti jejich efektivního využití s důrazem na půdoochranný vliv vegetace". Stalo se tak na Mendelově univerzitě v Brně v rámci oboru Aplikovaná a krajinná ekologie.

9. 1. 2018 úspěšně obhájil svou disertační práci na katedře fyzické geografie a geoekologie Přf UK Mgr. Lukáš Vlček. Tématem jeho disertační práce bylo: "Retence vody v půdách horských oblastí na příkladu Šumavy"

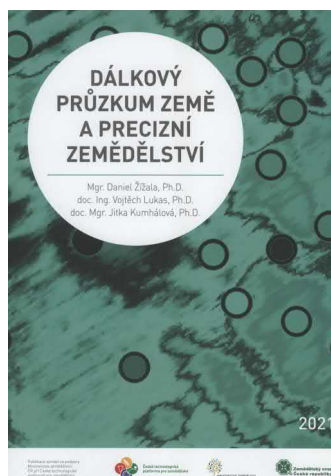
dne 20. 6. 2022 obhájil svou doktorskou práci v oboru fyzická geografie a geoekologie Mgr. Robert Minařík. Tématem práce bylo: "Detekce disturbance lesa pomocí UAV multispektrální fotogrammetrie"



# Kalendář akcí na rok 2023

leden		
únor	7. - 9. 2.	<b>Workshop Soil Mapping for a Sustainable Future, 2nd joint Workshop of the IUSS Working Groups Digital Soil Mapping &amp; Global Soil Map</b> , Orléans, Francie
březen	13. - 15. 3.	<b>The 3rd Global Soil Biodiversity Conference 2023</b> , Dublin, Irsko Odkaz: <a href="http://www.GSB2023.org">www.GSB2023.org</a>
	28. - 30. 3.	<b>Intersol 2023 - Soil: a springboard for the transition of territories</b> , Lille, Francie Odkaz: <a href="https://www.webs-event.com/en/event/intersol/">https://www.webs-event.com/en/event/intersol/</a>
duben	23. - 28. 4.	<b>EGU General Assembly 2023</b> , Vídeň, Rakousko Odkaz: <a href="https://www.egu23.eu/">https://www.egu23.eu/</a>
	4. - 5. 5.	<b>ICSS 2023: 17. International Conference on Soil Science</b> , Istanbul, Turecko Odkaz: <a href="https://waset.org/soil-science-conference-in-may-2023-in-istanbul">https://waset.org/soil-science-conference-in-may-2023-in-istanbul</a>
květen	15. - 17. 5.	<b>BonaRes Conference 2023 "Soil as a Sustainable Resource"</b> , Berlin, Německo odkaz: <a href="https://www.bonares2023.de/">https://www.bonares2023.de/</a>
	22. - 25. 5.	<b>InterPore2023</b> , Edinburgh, Skotsko Odkaz: <a href="http://www.interpore.org/2023">www.interpore.org/2023</a>
červen	4. - 8. 6.	<b>Global Conference on Sandy Soils</b> , Madison, Wisconsin, USA Odkaz: <a href="https://sandysoils.org/">https://sandysoils.org/</a>
	19. - 23. 6.	<b>5th WASWAC World Conference - "Adaptation Strategies for Soil and Water Conservation in Changing World"</b> , Olomouc, Česko
červenec		
srpen	28. 8. - 1. 9.	<b>Wageningen Soil Conference 2023</b> , Wageningen, Nizozemí Odkaz: <a href="https://wageningensoilconference.eu/">https://wageningensoilconference.eu/</a>
září		
říjen		
listopad		
prosinec	5. 12.	<b>Světový den půdy</b>
	11. - 15. 12.	<b>AGU Fall Meeting</b> , San Francisco, USA

# Novinky v knihovně VÚMOP, v. v. i.



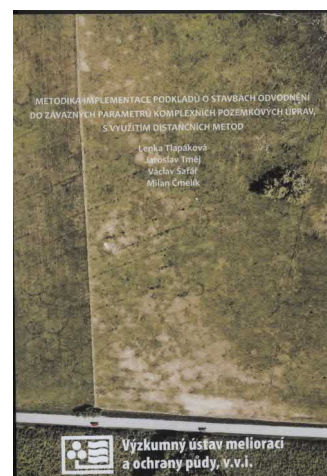
**Dálkový průzkum Země a precizní zemědělství 2021**  
Žižala, D., Lukas, V., Kumhálová, J.



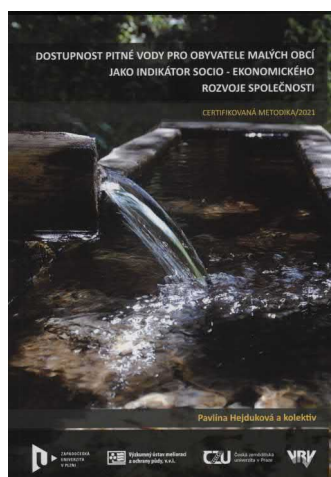
**Využití matematického simulačního modelu EROSION-3D pro posuzování erozní ohroženosti a navrhování ochranných opatření 2021**  
Beitlerová, H., Devátý, J., Stehlík, M., Lenz, J., Kapička, J., Dostál, T., Pavel, M., Žižala, D., Minařík, R., Juřicová, A., Zelenková, K.



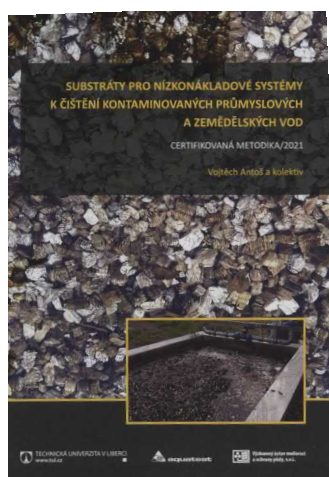
**Využití půdoochranných technologií a inovace pěstitelských technologií polních plodin 2020**  
Mikulka, J.



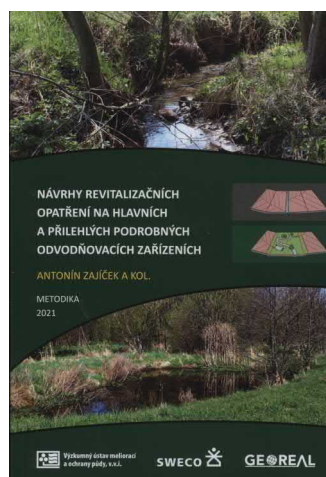
**Metodika implementace podkladů o stavbách odvodnění do závazných parametrů komplexních pozemkových úprav, s využitím distančních metod 2021**  
Tlapáková, L., Tměj, J., Šafař, V., Čmelík, M.



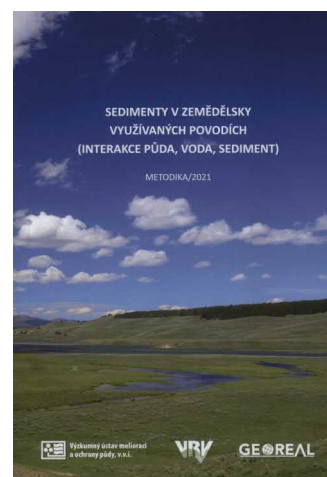
**Dostupnost pitné vody jako indikátor socio - ekonomického rozvoje společnosti 2021**  
Hejduková, P., Marval, Š., Roub, R., Zrostlík, Š., Kopp, J., Hejduk, T., Sychová, P., Kureková, L., Pavlíčková, L., Mičudová, K., Bureš, L.



**Substráty pro nízkonákladové systémy k čištění kontaminovaných průmyslových a zemědělských vod 2021**  
Antoš, V., Polách, L., Fučík, P., Hrabák, P., Šupíková, I., Zajíček, A., Hejduk, T.



**Návrhy revitalizačních opatření na hlavních a přílehlých podrobných odvodňovacích zařízeních 2021**  
Zajíček, A., Sychra, L., Vybíral, T., Hejduk, T., Čmelík, M., Fučík, P., Kaplická, M.



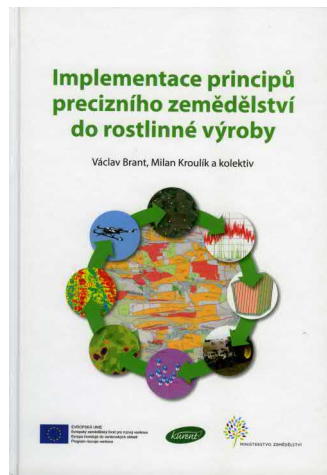
**Sedimenty v zemědělsky využívaných povodích (interakce půda, voda, sediment) 2021**  
Marval, Š., Hejduk, T., Dušková, K., Vybíral, T., Tomek, M., Roub, R., Zajíček, A., Fučík, P., Vacek, M.



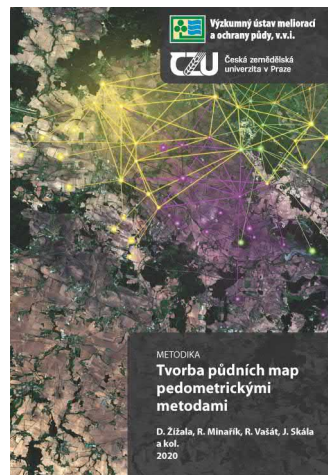
**Metodika ochrany půdy před erozí pomocí zemědělských postupů příznivých pro klima a životní prostředí** 2021 Mistr, M., Janoušek, Z., Novotný, Žižala, D., Kapička, J., I., Krása, J., Dostál, T., Roudnická, A., Štrobach, J., Mikulka, J., Středa, T., Středová, H.



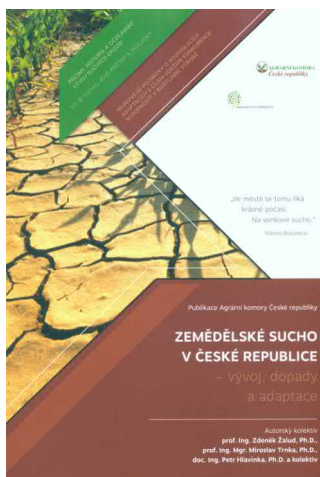
**Měřicí aparatura pro kvantifikaci množství sedimentů** 2020 Marval, Š., Hejduk, T., Vybíral, T., Dušková, K., Tomek, M., Fučík, P., Zajíček, A., Vacek, M., Roub, R.



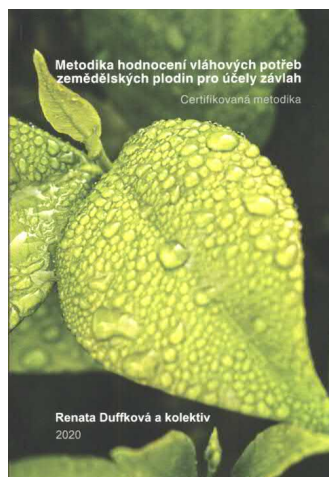
**Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby** 2020 Brant, V., Kroulík, M., Krček, V., Krása, J., Kapička, J., Hamouz, P., Lukáš, J., Záborský, P., Škeříková, M., Škeřík, J., Job, Z., Lang, J., Petrus, D.



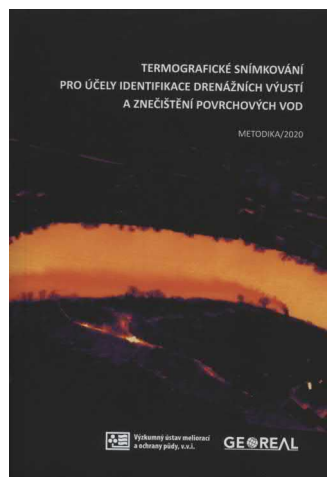
**Tvorba půdních map pedometrickými metodami** 2020 Žižala, D., Minařík, R., Vašát, R., Skála, J., Juřicová, A., Zádorová, T., Penížek, V., Beitlerová, H.



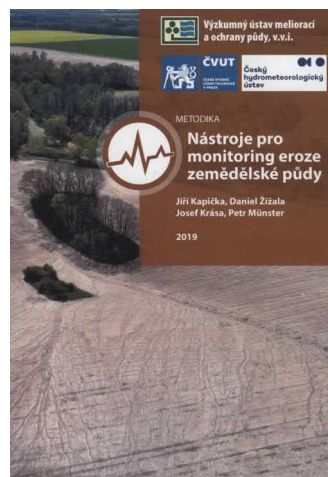
**Zemědělské sucho v České republice - vývoj, dopady a adaptace** 2020 Žalud, Z., Trnka, M., Hlavinka, P., Vopravil, J.



**Metodika hodnocení vláhových potřeb zemědělských plodin pro účely závlah** 2020 Duffková, R., Fučík, P., Holub, J., Kulhavý, Z., Khel, T., Hejduk, T., Novotný, I., Vopravil, J., Pelíšek, I.



**Termografické snímkování pro účely identifikace drenážních výústí a znečištění povrchových vod** 2020 Marval, Š., Hejduk, T., Vybíral, T., Zajíček, A., Fučík, P., Vacek, M., Hubsch, L., Sítková, V., Mikuláš, P.



**Nástroje pro monitoring eroze zemědělské půdy** 2019 Kapička, J., Žižala, D., Krása, J., Munster, P.



**půda, voda, krajina**

VÚMOP, v.v.i.  
2022