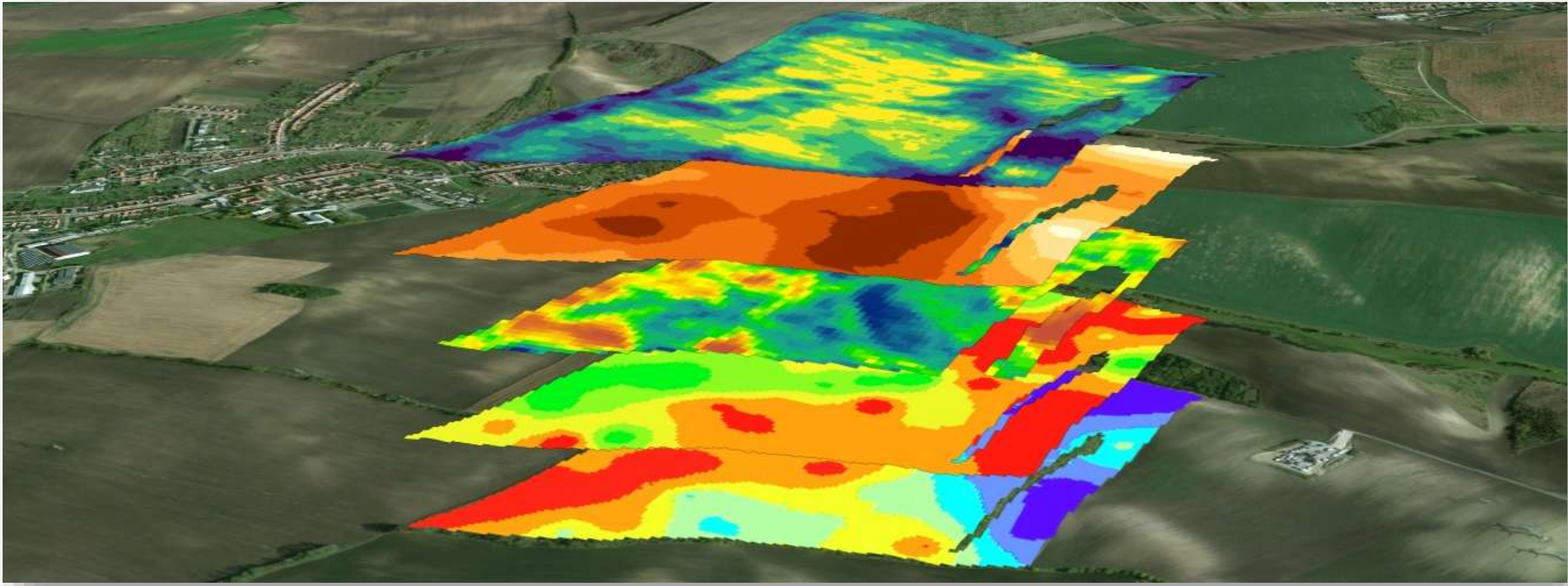




Precizní zemědělství na AF MENDELU v Brně

Vojtěch Lukas a kol.

Ústav agrosystémů a bioklimatologie
Mendelova univerzita v Brně

Setkání zemědělských podnikatelů (Rakvice, 1-2.12.2025)

- 9 000 studentů
- 5 fakult a 1 institut
 - **Agronomická fakulta** (2 100 studentů)
 - Lesnická a dřevařská fakulta
 - Provozně ekonomická fakulta
 - Zahradnická fakulta
 - Fakulta regionálního rozvoje a mezinárodních studií
 - Institut celoživotního vzdělávání
- 2 školní podniky
- 144 studijních programů (Bc, NMgr, PhD)

Mendelova univerzita v Brně (MENDELU) je veřejnou vysokou školou s dlouhou tradicí excelence ve vzdělávání a výzkumu .
proudly bears the name of Gregor Johann Mendel, the founder of modern genetics.



Založeno roku 1919 (VŠZ)

Agronomická fakulta MENDELU



100+ let tradice
výuky

37 studijních
programů

2 000+ ha polí a
vinic

Řešíme témata, která souvisí
například

s klimatickou
změnou, precizním
zemědělstvím

a dalšími.

15 odborných ústavů

2 100+ studentů

1 školní statek

V Brně studuje skoro

**65 tisíc
vysokoškoláků**

a tradičně se řadí mezi nejlepší
studentská města.



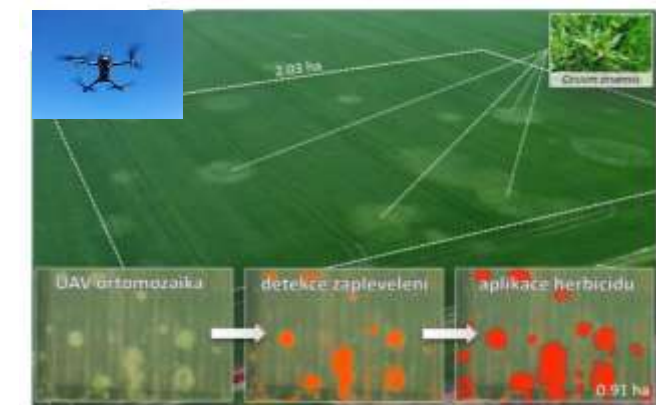
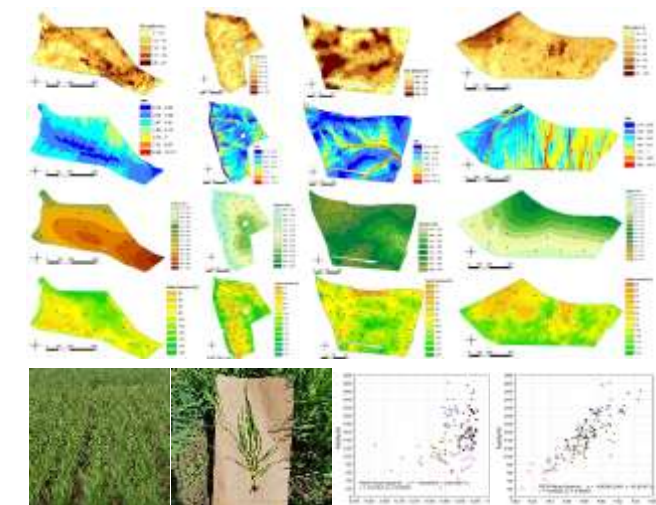
Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Mendelova univerzita v Brně

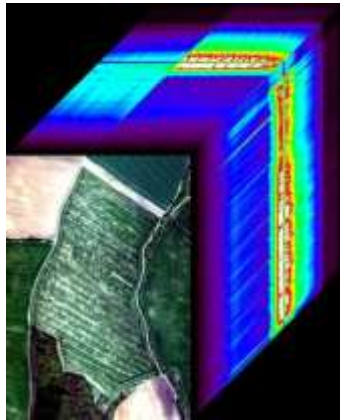
Laboratoř precizního zemědělství

Výzkum precizního zemědělství

- Postupy efektivního mapování variability půdy
- Diagnostika stavu porostů polních plodin
- Vymezení výnosových hladin v rámci pozemků
- Návrh a ověřování variabilních aplikací hnojiv
- Mapování zaplevelení a cílené aplikace POR

Vzdělávání smart farming na MENDELU



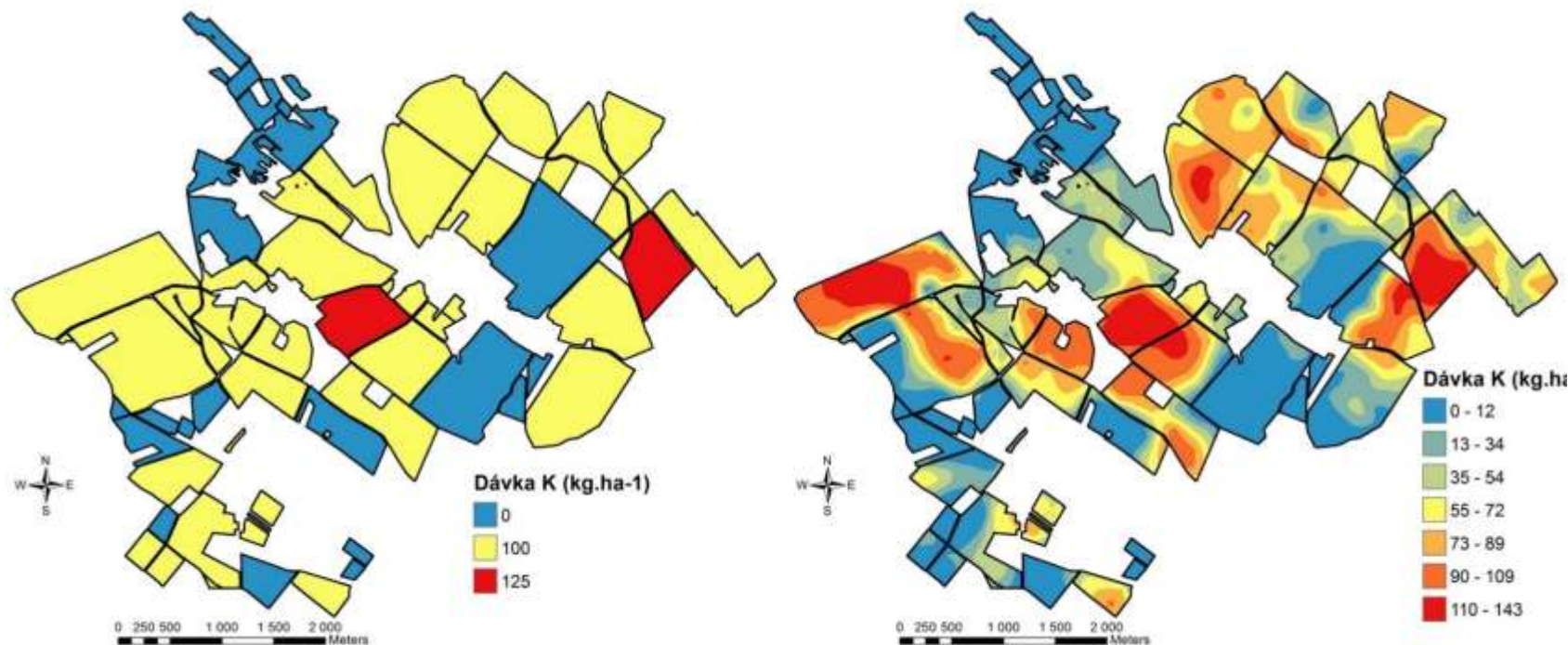


Plošně diferencované hospodaření / precizní zemědělství

je moderní způsob hospodaření, které na základě znalostí o **variabilitě** pozemků **optimalizuje** produkční vstupy (hnojiva, pesticidy, osivo, PHM, ...).

Na rozdíl od tradičního přístupu **nepovažuje** pozemek za **homogenní** jednotku, ale zohledňuje **rozdíly** půdních a porostních podmínek.

Cílem je **zefektivnění** využívání materiálových vstupů a zvýšení kvality produkce při **dodržování environmentálních omezení**.

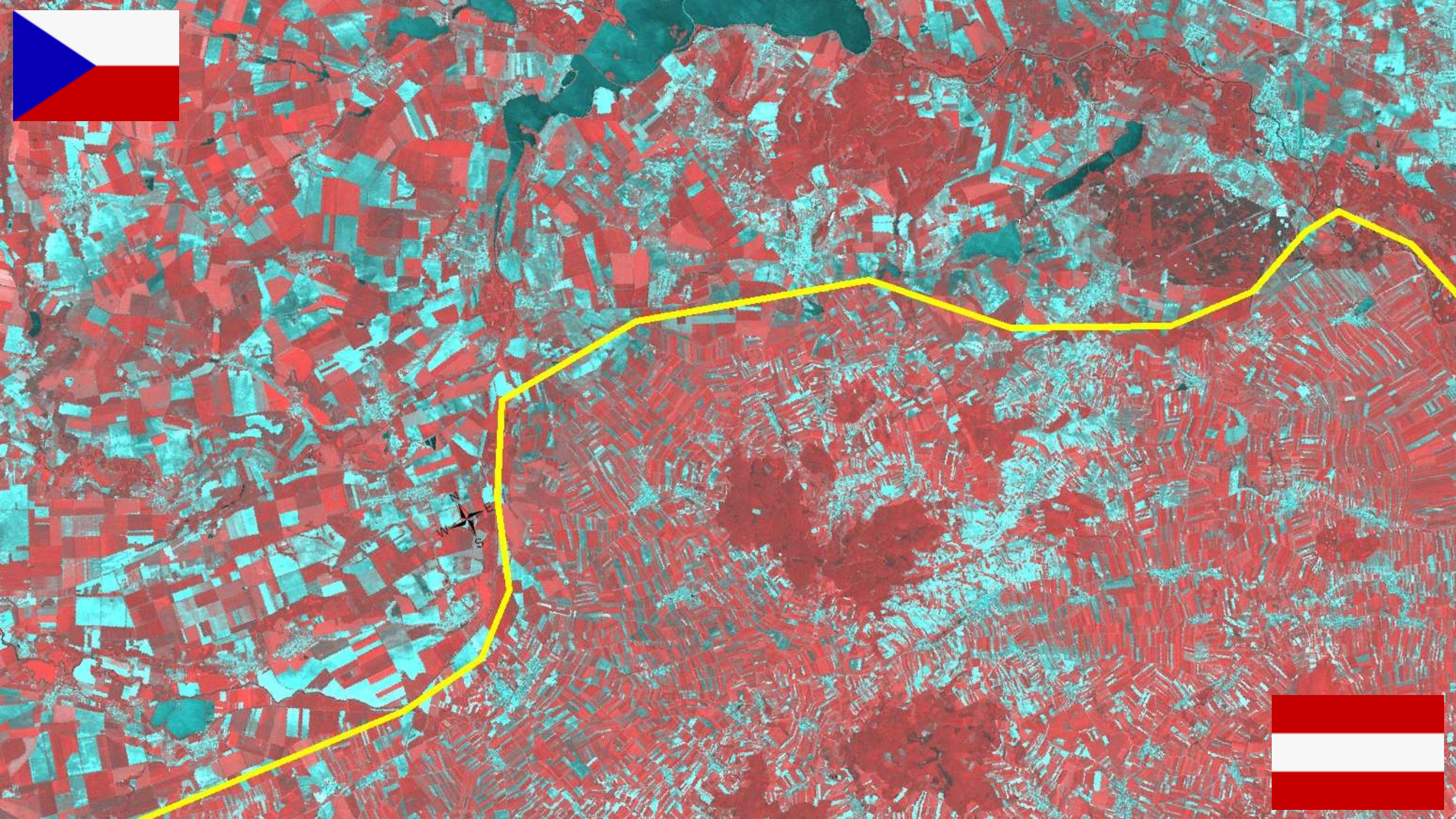


Plošně diferencované hospodaření / precizní zemědělství

Precizní zemědělství je řazeno mezi **10 nejvýznamnějších inovací uplatňovaných v současnosti v oblasti pěstování rostlin** (Crookston, 2006)

Využívání technologií precizního zemědělství ve vybraných zemích EU potvrdilo jejich prosazování politickými a poradenskými autoritami jako **cestu zvyšování produktivity zemědělské půdy se současným zachováním jejího přírodního bohatství** (Barnes et al., 2019).

Celá řada zahraničních studií popisuje **ekonomické a environmentální přínosy** implementace technologií a postupů precizního zemědělství při hospodaření na zemědělské půdě. Pro účely doporučení pro české farmáře je nutné jejich **ověření ve specifických podmínkách ČR.**



1953

Tisk mapy

2 km
1 mi

Podkladové letecké snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2009

2020

Tisk mapy

2 km
1 mi

Podkladová data © GEODIS BRNO, spol. s r. o.

spolu

Šetrné hospodaření s využitím technologií PZ

- **Optimalizace pojezdů po pozemcích**
= snížení utužení půdy, = omezení eroze půdy
- **Oblast výživy rostlin**
= vyrovnaná bilance živin (variabilní aplikace hnojiv)
- **Ochrana rostlin**
= omezení nadměrného používání pesticidních látek (cílená aplikace POR, načasování zásahu)
- **Zvýšení biodiverzity**
= zakládání neprodukčních ploch na méně výnosných částech pozemků

Intenzitu hospodaření vždy vztahovat ke konkrétním stanovištním podmínkám daného místa = **nezbytnost celoplošného mapování půdy a stavu porostů**





Vzorkování půdy



Půdní mapy



Reliéf terénu



Historie užívání



Mapování půdy



Mapování výnosů



Plodinové senzory



Dálkový průzkum



Var. aplikace hnojiv



Aplikace POR



Zpracování půdy



Variabilní setí

Používané technologie ovládání mechanizace

- **Navádění souprav pomocí GNSS**
 - Manuální/poloautomatické – EGNOS (20-30cm / 1-2m)
 - Automatické (autopilot) - RTK/VRS (2-4 cm, placené/vlastní korekce)
- **Monitoring pohybu strojů (telematika)**
- **Automatizované ovládání nářadí**
 - Komunikace ISOBUS (není nezbytná)
 - Řízení aplikace pomocí aplikačních map
 - Vypínání sekcí (rozmetadla, postřikovače, secí stroje)
 - Synchronizace aplikace v příčném záběru při otáčení
 - Meziřádková kultivace – řízení pleček
- **Senzory stavu porostu a půdy**
 - diagnostika výživného stavu rostlin
 - detekce poškození porostu a zaplevelení
 - Identifikace půdních vlastností (fyzikální)
- **Autonomní systémy = robotizace**



Snadný přístup k prostorovým datům

- veřejný LPIS webGIS (<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>)
- veřejný export dat do GIS aplikací (<http://eagri.cz/public/app/eagriapp/lpisdata/>)
- webové služby a API rozhraní pro přenos dat (MyJD)
- LPIS portál
- volně dostupná data DPZ (Sentinel, Landsat, ...)



Pásové střídání plodin

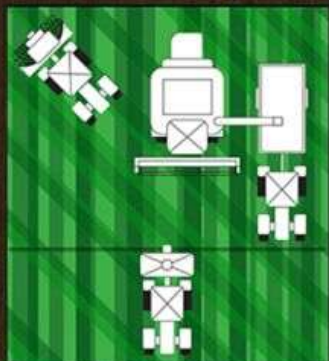


- Založeno 2017 na 150 ha orné půdy ve společnosti Rostenice, a.s. pro šetrné pěstování širokořádkových plodin na svažitých pozemcích
- šířka pásů dle záběru postřikovací techniky (36m)
- omezení vodní eroze půdy, zvýšení biodiverzity, ztefektivnění využívání mechanizace
- šířka záběru v násobcích: 36m postřikovač, 12 / 9 m sklízeč, 9 m secí kombinace, 6 m kypřič



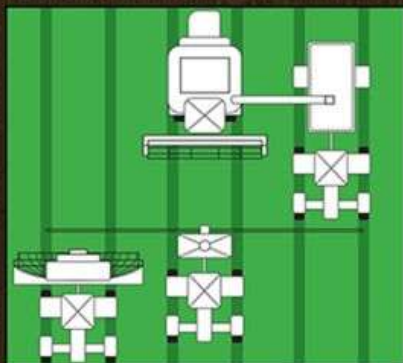
- od 2025 dotační podpora (9 490 Kč/ha), 20 – 40 m pásy kombinující plodiny s nízkým a vysokým protierozním účinkem
- příprava formou projektu v QGIS (plugin MoPSP) – vytvoření pásů na základě digitálního modelu terénu (DMR5G)
- zohlednění svahové dostupnosti mechanizace
- zatravnění údolnic – využití pro logistiku
- vhodné využití GNSS-RTK u mechanizace

Optimalizace pojezdů



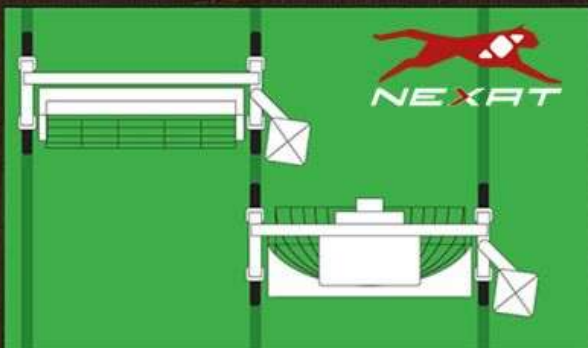
Random Traffic Farming (RTF)

ca. **70% - 90%**
is driven over



Controlled Traffic Farming (CTF)

ca. **20% - 25%**
is driven over



Widespan Controlled Traffic Farming (WS-CTF)

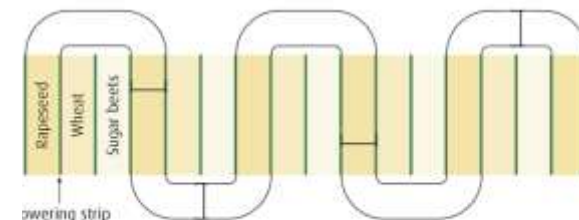
ca. **5%**
is driven over



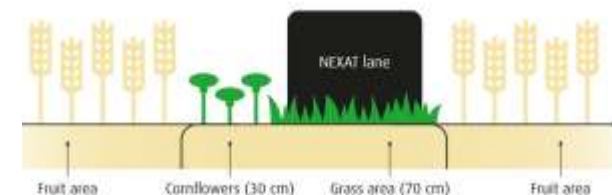
NEXAT - Carrier Vehicle

Walkaround Part1

- ⊕ 2 engines with each 550 hp
- ⊕ Cabine rotatable by 270 degrees
- ⊕ Diesel-electric drive
- ⊕ All-wheel steering
- ⊕ Single-wheel drive
- ⊕ Chassis is hydraulically adjustable
- ⊕ 45 ft (14 m) working width
- ⊕ autonomous driving
- ⊕ tool-free interchangeable implements
- ⊕ standardized interfaces (ISOBUS)
- ⊕ 360° camera monitoring



Contour-farming: To increase biodiversity.

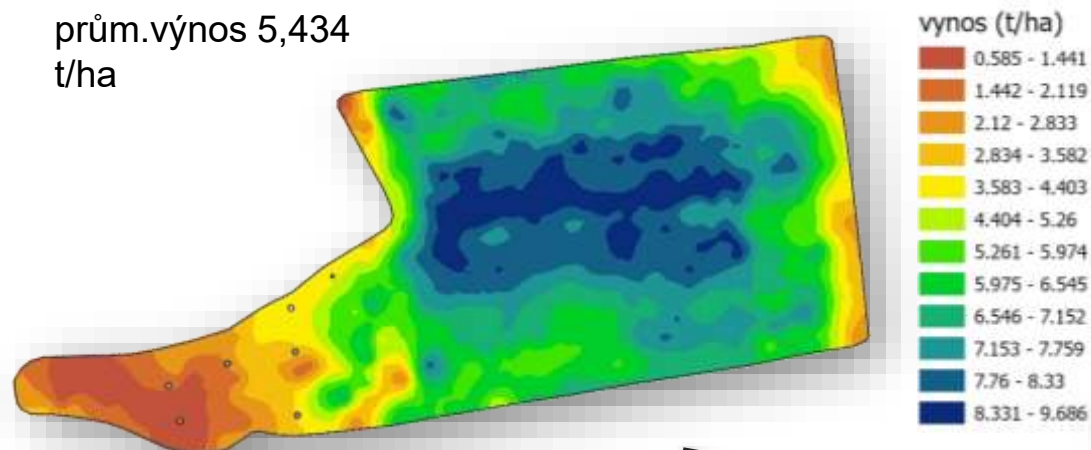


lowering strips: Permanently grassed field paths with cornflower strips.

Princip variabilní aplikace hnojiv

Výnosová mapa - pšenice ozimá (9,76 ha, 2023)

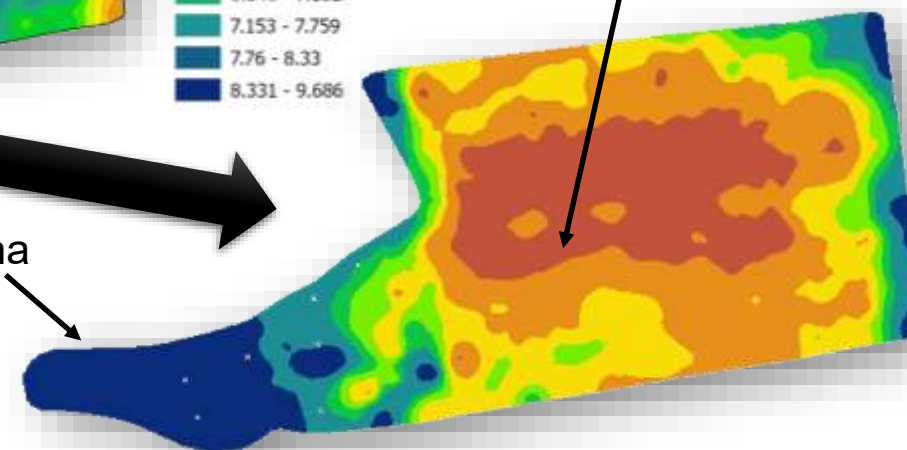
prům.výnos 5,434
t/ha



Přehnojená plocha



Nedostatečně hnojená plocha

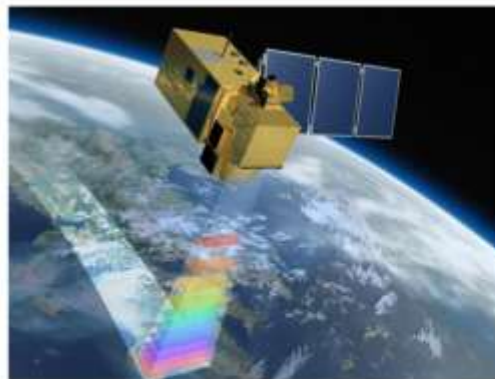


Bilance dusíku po uniformní aplikaci
na pokrytí průměrného odběru živin (134 kg N / ha)

Metody celoplošné diagnostiky stavu porostů



On-the-go senzorové systémy



Družicový dálkový průzkum Země



Letecký a bezpilotní průzkum



On-board kamerové systémy

Detailnost

desítky m

m

cm

mm

Aplikace

záběr postřikovače

ovládání sekcí

ovládání trysek

- účelové zaměření na variabilní aplikaci hnojiv / POR
- zjednodušené ovládání

- globální pokrytí s vysokou frekvencí poskytování dat
- prost. rozlišení od 10m (volně dostupná data)
- náročné zpracování dat (poskytovatelé služeb)

- cílené průzkumné mise
- vysoké prost. rozlišení (cm)
- legislativní omezení
- náročné zpracování dat

- ultra-vysoké prostorové rozlišení (mm)
- on-the-go zařízení
- bodová aplikace POR
- mechanická / fyzikální regulace

Zdroje dat pro variabilní přihnojování porostů dusíkem

Respektování výnosových úrovní
= **zohlednění bilance živin**

- dlouhodobý trend (výnosový potenciál/produkční zóny)
- hodnocení odběru živin dle plošné variability výnosu
- lze připravit v předstihu
- nezávislé na aktuální dostupnosti dat
- nezohledňuje aktuální stav porostu

Průběžná **diagnostika stavu rostlin**

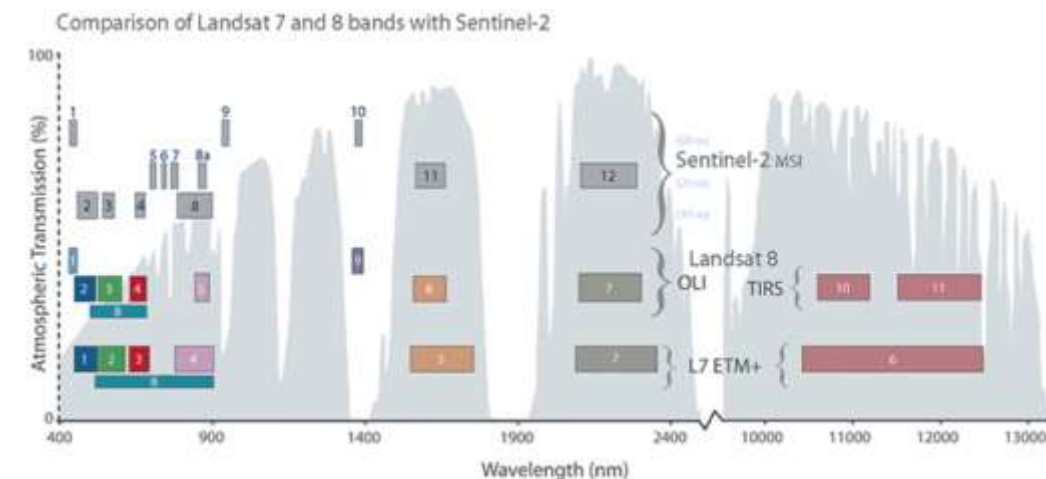
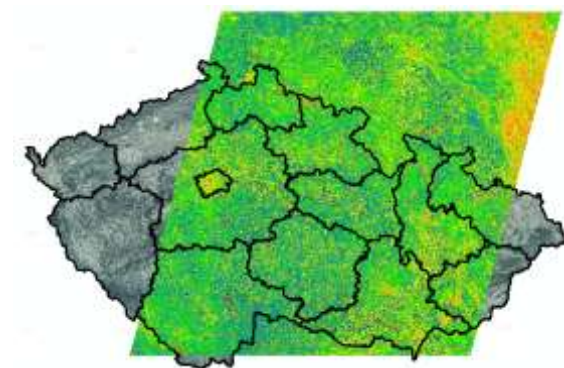
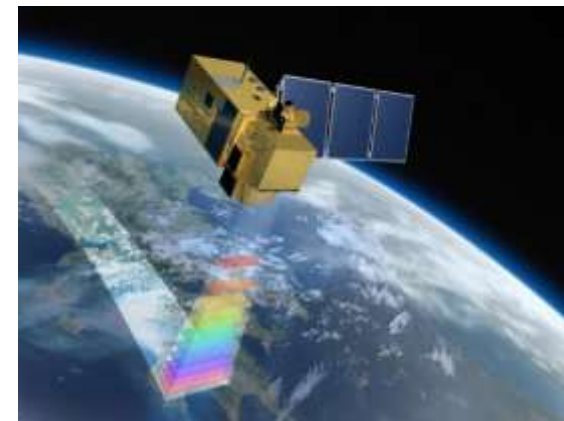
- aktuální stav porostu =vhodné při reakci na vývoj porostu
- omezená dostupnost DPZ dat (oblačnost)
- krátký čas na přípravu
- nemusí odpovídat bilanci živin

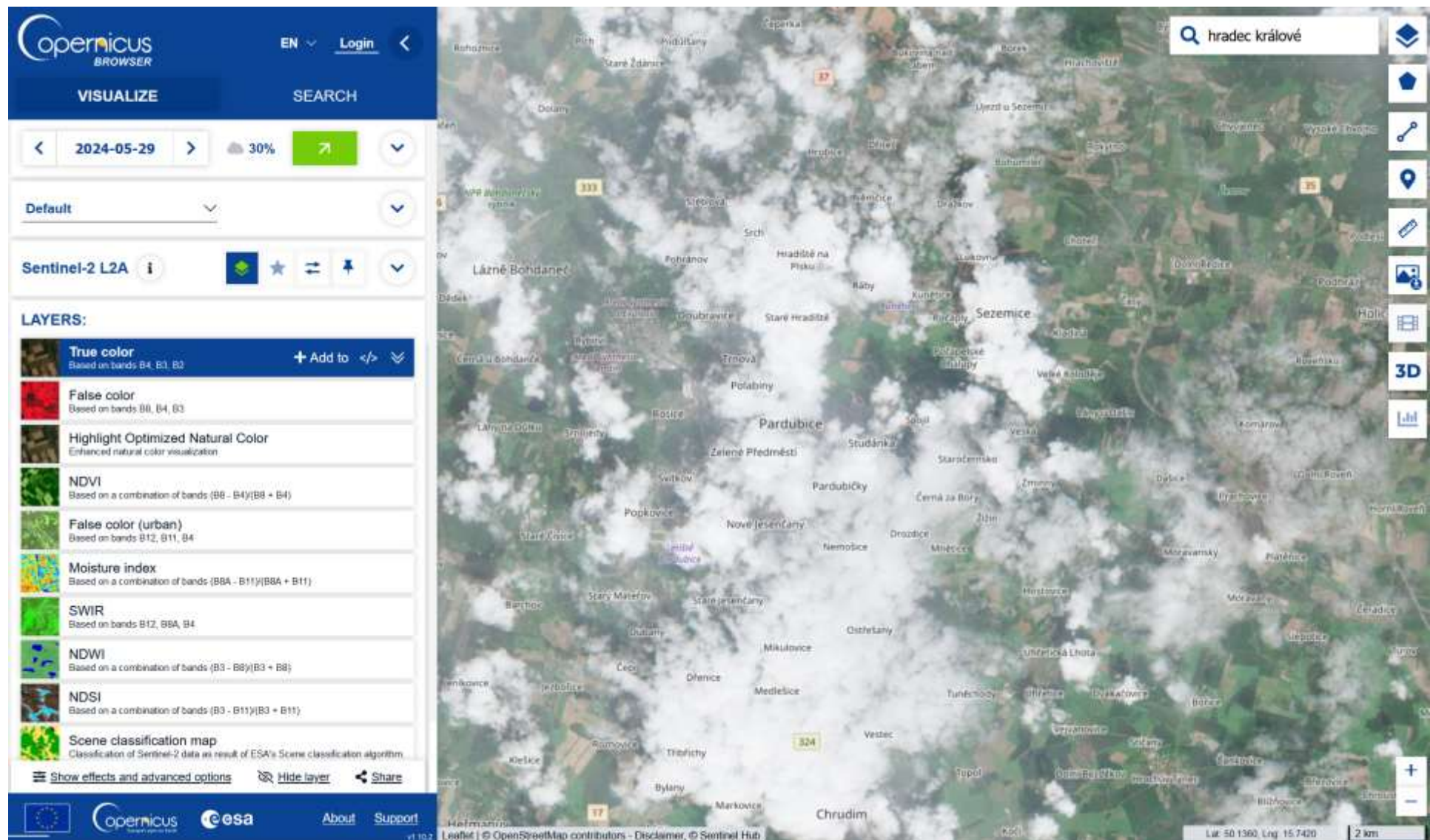


lze kombinovat

Družicový průzkum z volně dostupných dat

- Sentinel 2 A/B/C (ESA), od 2015
 - na podzim 2024 vypuštěna třetí družice Sentinel-2C
 - doba oběhu 2-3 dny
 - rozlišení (**10m/20m/60m**), záběr 290 km
 - **red-edge pásma = vysoká citlivost na stav rostlin**
 - dostupnost dat:
 - Copernicus Dataspace (<https://dataspace.copernicus.eu/>)
 - Google Earth Engine
 - komerční služby





<https://dataspace.copernicus.eu/>

March 2022



April 2022



May 2022



June 2022



July 2022



May 2023



Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa	Su
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

sentinel-2
 Planet



PlanetScope
Always-on Monitoring

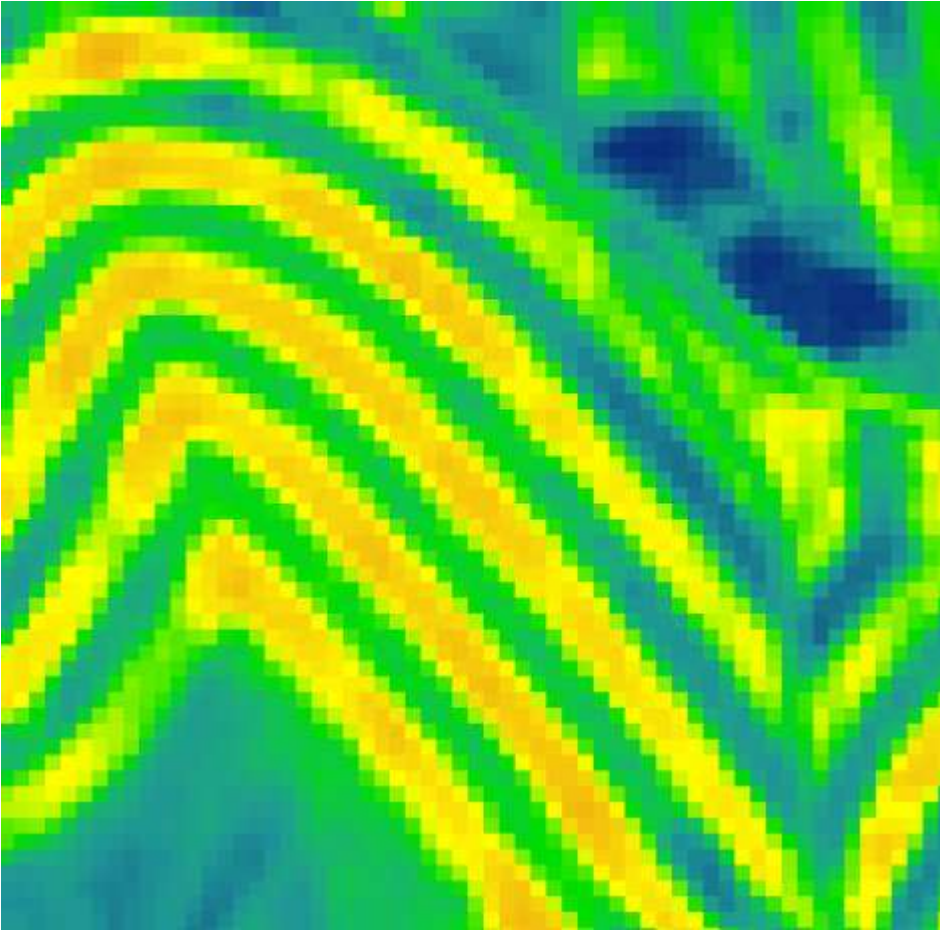
~180
Satellites

3.7 m (3.0 NIIRS)
GSD

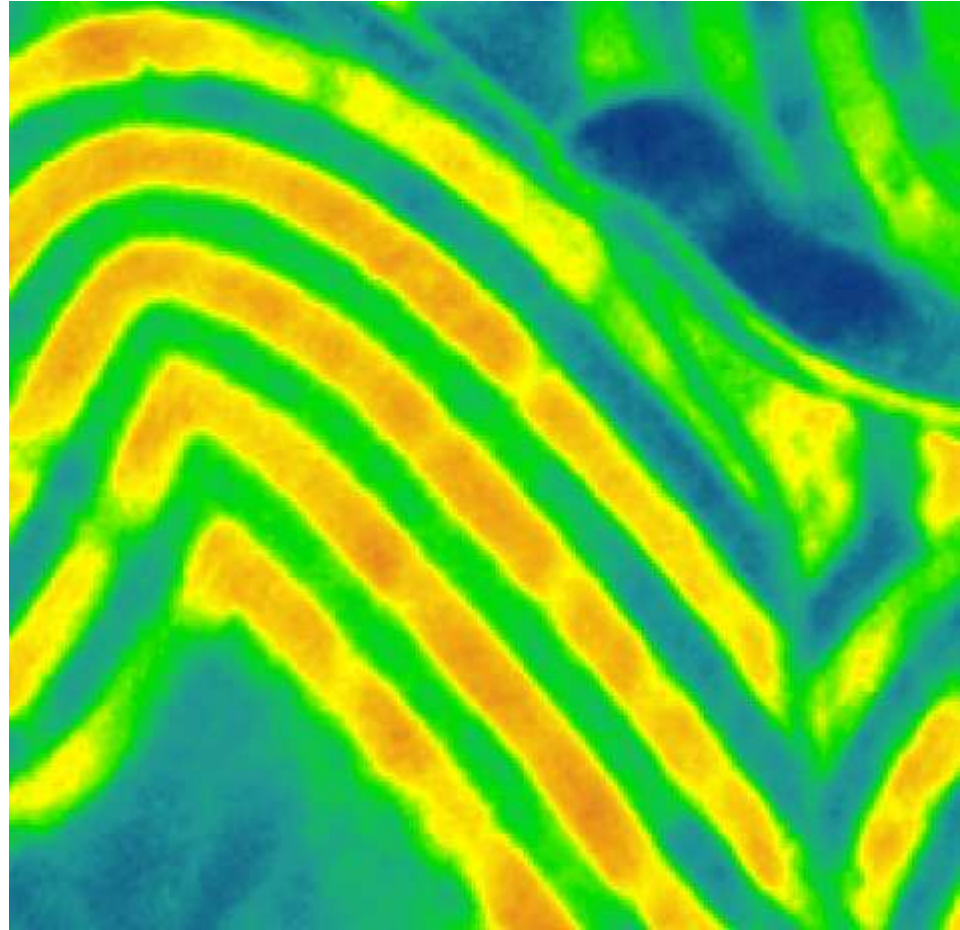
8
Spectral Bands

Not required
Tasking

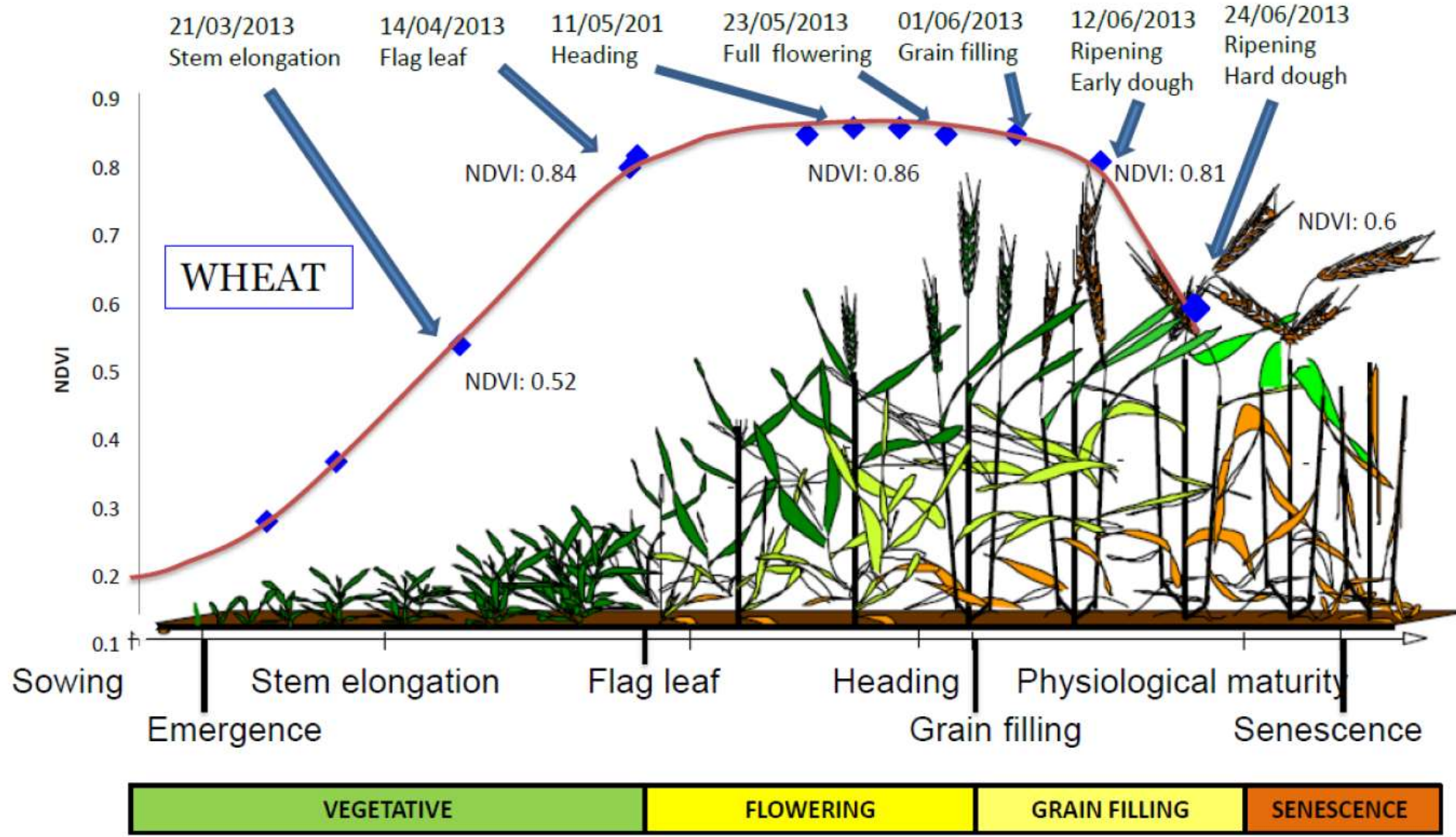
- komerční platforma
(poplatek za ha/rok)

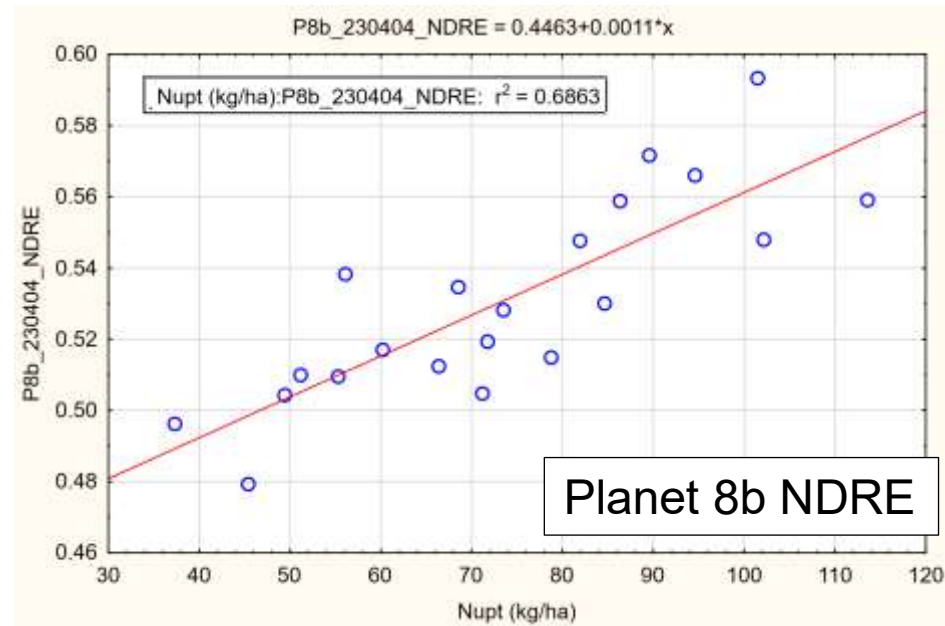
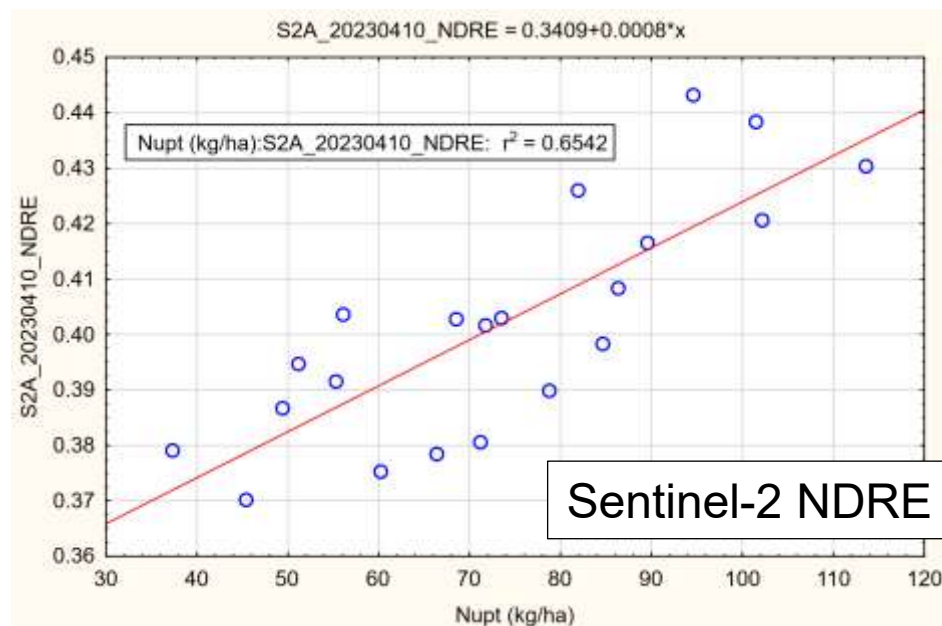


Sentinel-2 19.6.2022 (10m/pix)



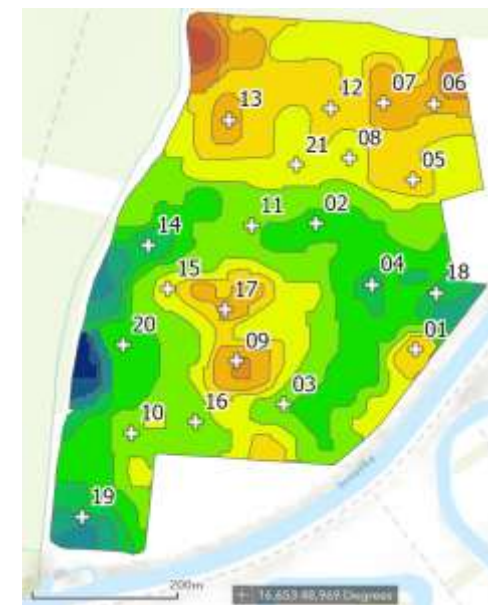
PlanetScope 19.6.2022 (3m/pix)





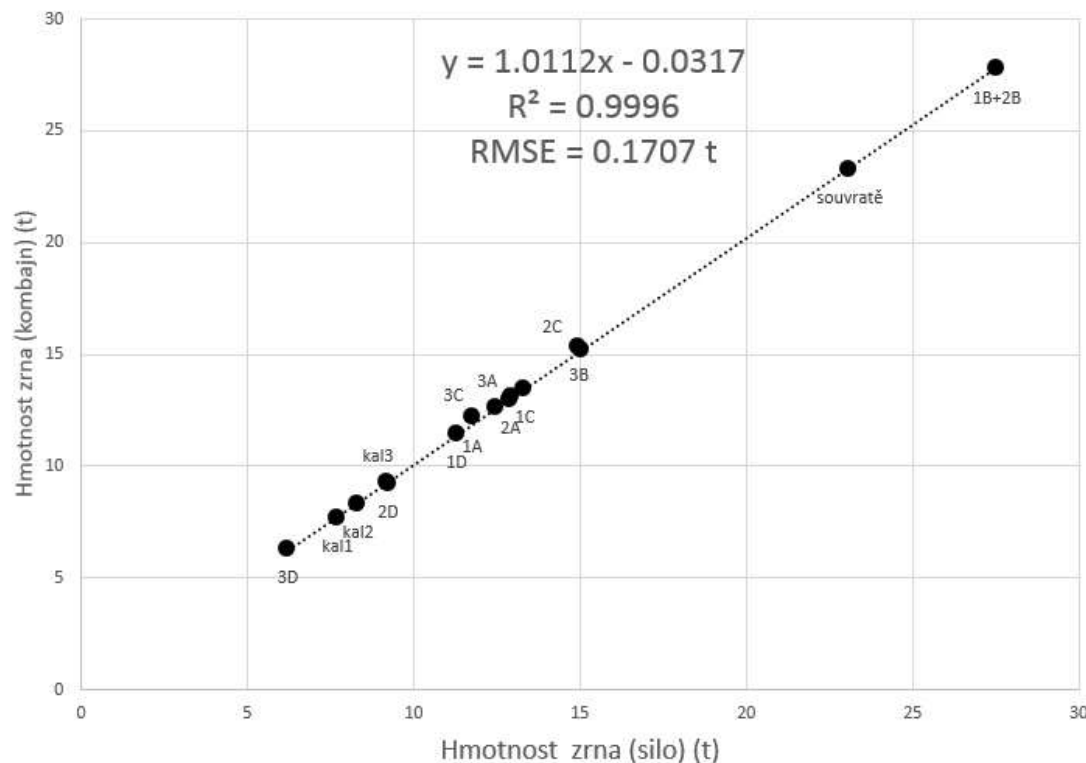
Korelace (Tabulka dat1) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < 0.05000$ N=21 (Celé případy vynechány u ChD)

Proměnná	S2A_20230410_CIRE	S2A_20230410_EV12	S2A_20230410_EV1	S2A_20230410_GNDVI	S2A_20230410_IRECI	S2A_20230410_NDMI	S2A_20230410_NDRE	S2A_20230410_NDVI	S2A_20230410_NDVIa	S2A_20230410_NRERI	S2A_20230410_PSRI	S2A_20230410_REIP1	S2A_20230410_RENDVI	S2A_20230410_S2REP
Biom_D (t/ha)	0.798	0.784	0.800	0.793	0.764	0.798	0.801	0.784	0.771	0.568	-0.625	0.786	0.692	-0.143
CWC (t/ha)	0.834	0.811	0.808	0.828	0.793	0.824	0.836	0.811	0.796	0.588	-0.590	0.828	0.718	-0.118
LFMC (%)	0.651	0.573	0.513	0.613	0.604	0.585	0.652	0.573	0.565	0.363	-0.224	0.677	0.480	0.029
Ncont (%)	0.200	0.059	0.011	0.132	0.157	0.051	0.190	0.059	0.082	0.042	0.173	0.276	0.090	0.338
NNI	0.765	0.689	0.684	0.725	0.717	0.698	0.765	0.689	0.691	0.480	-0.482	0.785	0.608	0.006
Nupt (kg/ha)	0.808	0.767	0.771	0.789	0.767	0.779	0.809	0.767	0.760	0.552	-0.571	0.811	0.680	-0.075
GS	0.796	0.685	0.659	0.756	0.802	0.672	0.795	0.685	0.729	0.313	-0.227	0.767	0.483	-0.146
N-tester	0.011	0.081	0.049	0.049	0.003	0.018	0.002	0.081	0.102	0.139	-0.116	-0.025	0.115	-0.088

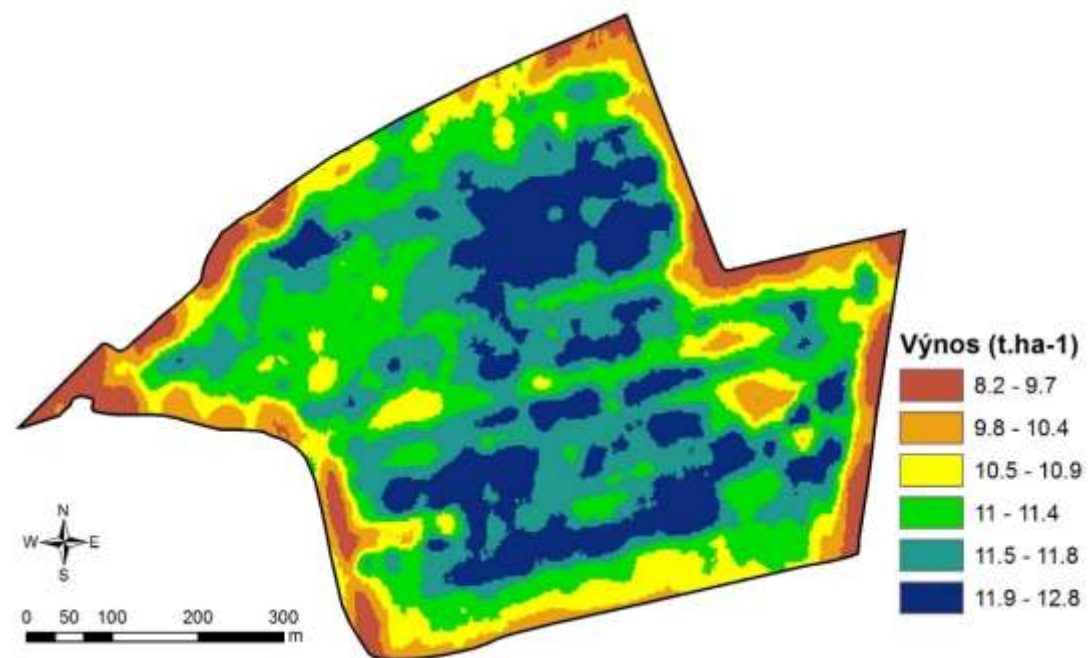


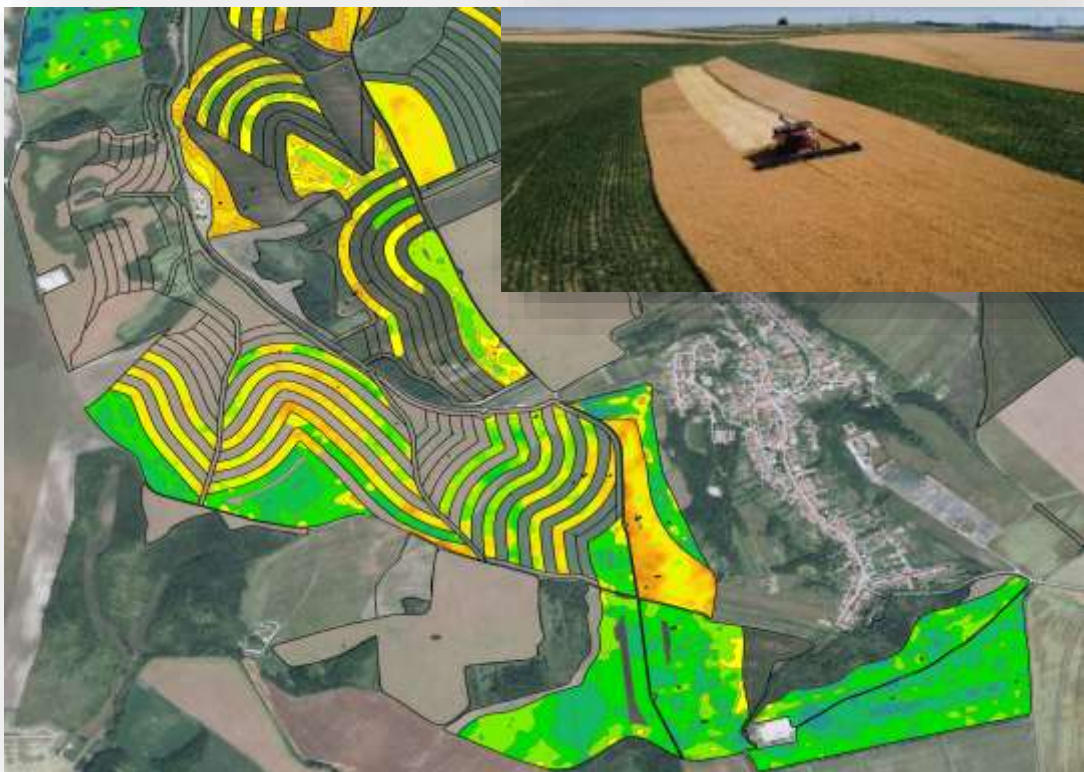
Uherčice, ječmen ozimý (2023), výměra 28ha, BBCH 31 (n=21)

Mapování výnosů plodin při sklizni



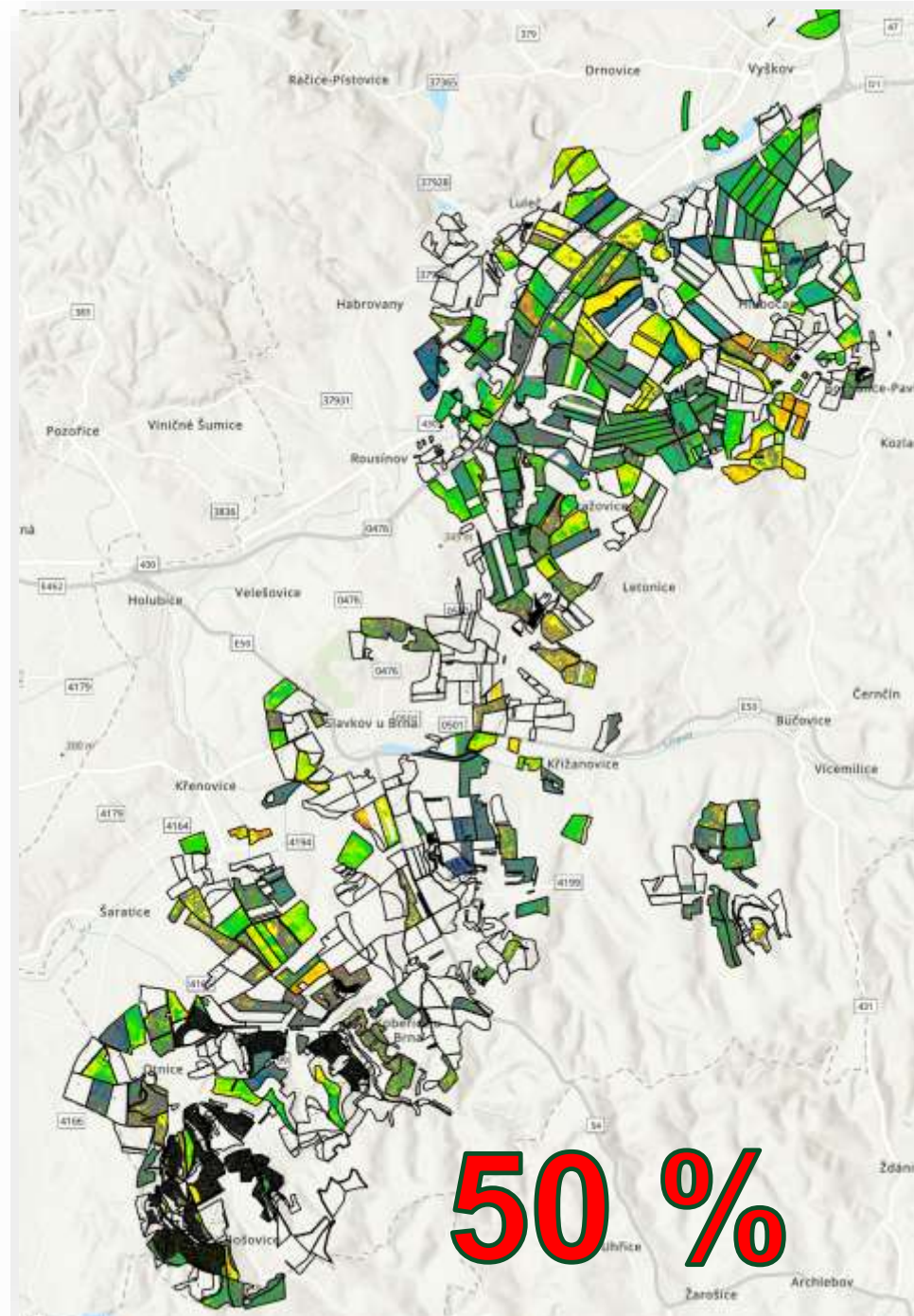
- pšenice ozimá (40 ha, Salix Morava, Zdounky)
- sklizeň 2015, New Holland CR9.80
- průběžná kalibrace výnosoměru !!!





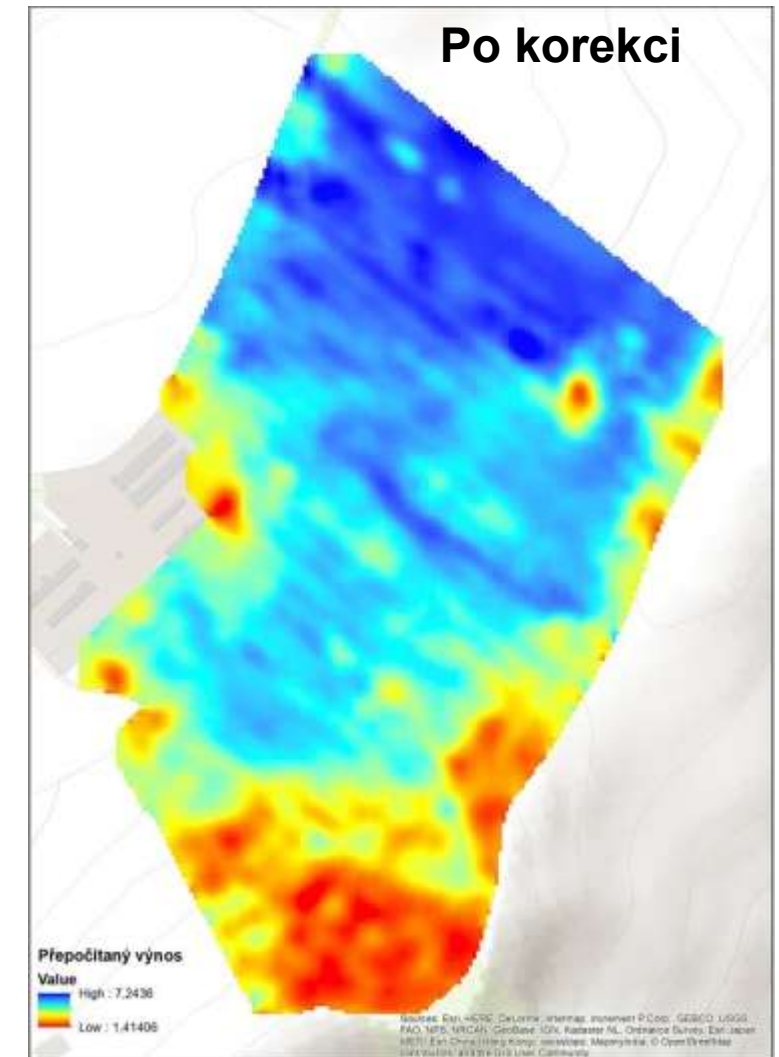
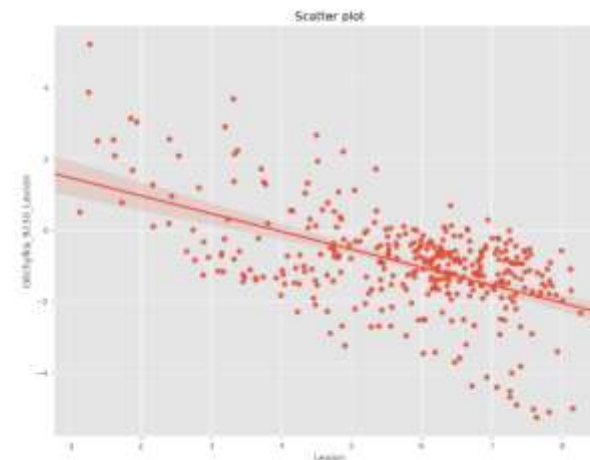
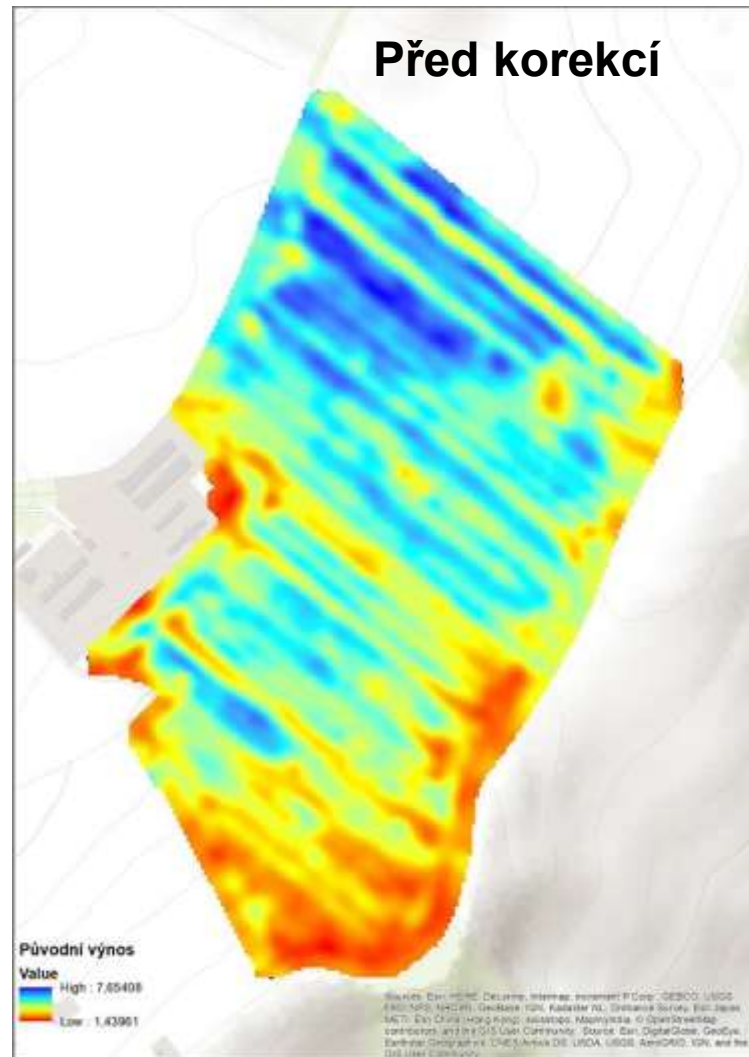
Mapování výnosů (Rostěnice a.s., 2022)

PLODINA	VÝNOSOVÉ MAPY (ha)
Hořčice bílá	7.04
Ječmen jarní	679.93
Ječmen ozimý dvouřadý	508.06
Kukuřice na siláž	653.58
Kukuřice na zrno	1052.33
Pšenice setá ozimá	492.28
Řepka ozimá	1128.31
Sója	469.57
Celkový součet	4991.1



Mapování výnosů při sklizni

Zpracování záznamů výnosových dat ze 2 sklízecích mlátiček



P. Širůček (MENDELU, Rostěnice a.s.)

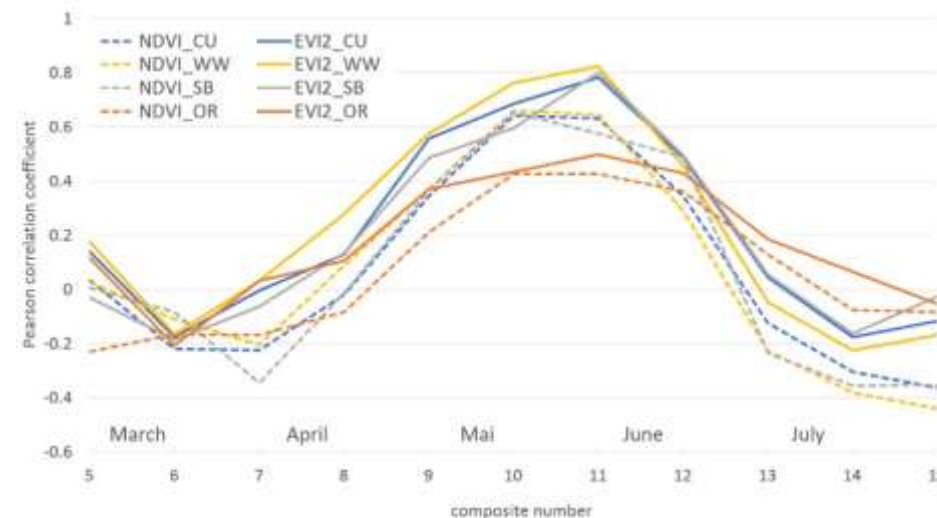
Vymezení produkčních zón v rámci pozemků

Družicová multispektrální data

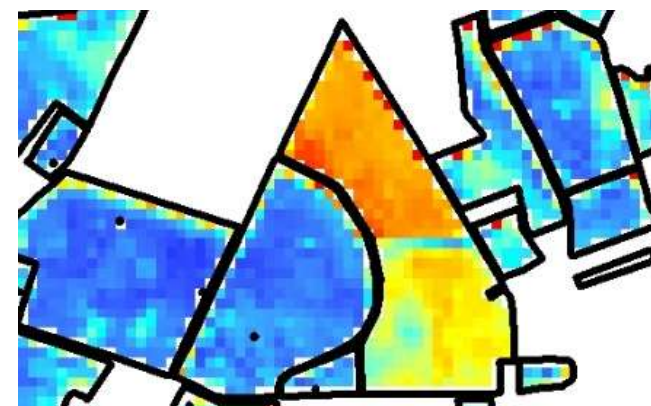
- víceletá časová řada (8 let)
 - **Sentinel**, Landsat, **PlanetScope**
- produkty Surface reflectance + identifikace oblačnosti (sen2cor, CFmask, UDM)
- výběr scén v rámci vegetačního období
- veg. indexy bez saturačního efektu (např. EVI)

Hranice pozemků

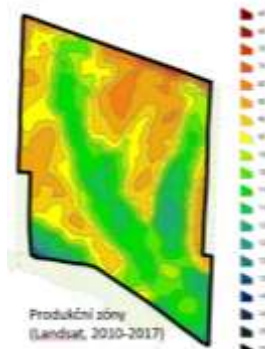
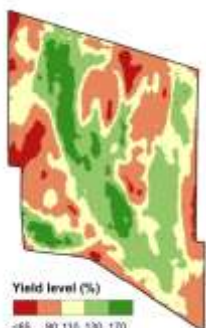
- DPB (veřejný LPIS, od 2014) – bez rozlišení plodin
- zemědělské parcely za jednotlivé podniky
- **deklarace plodin** – od 2023 ke stažení za ČR (2019-2025)
- vylišení EVP

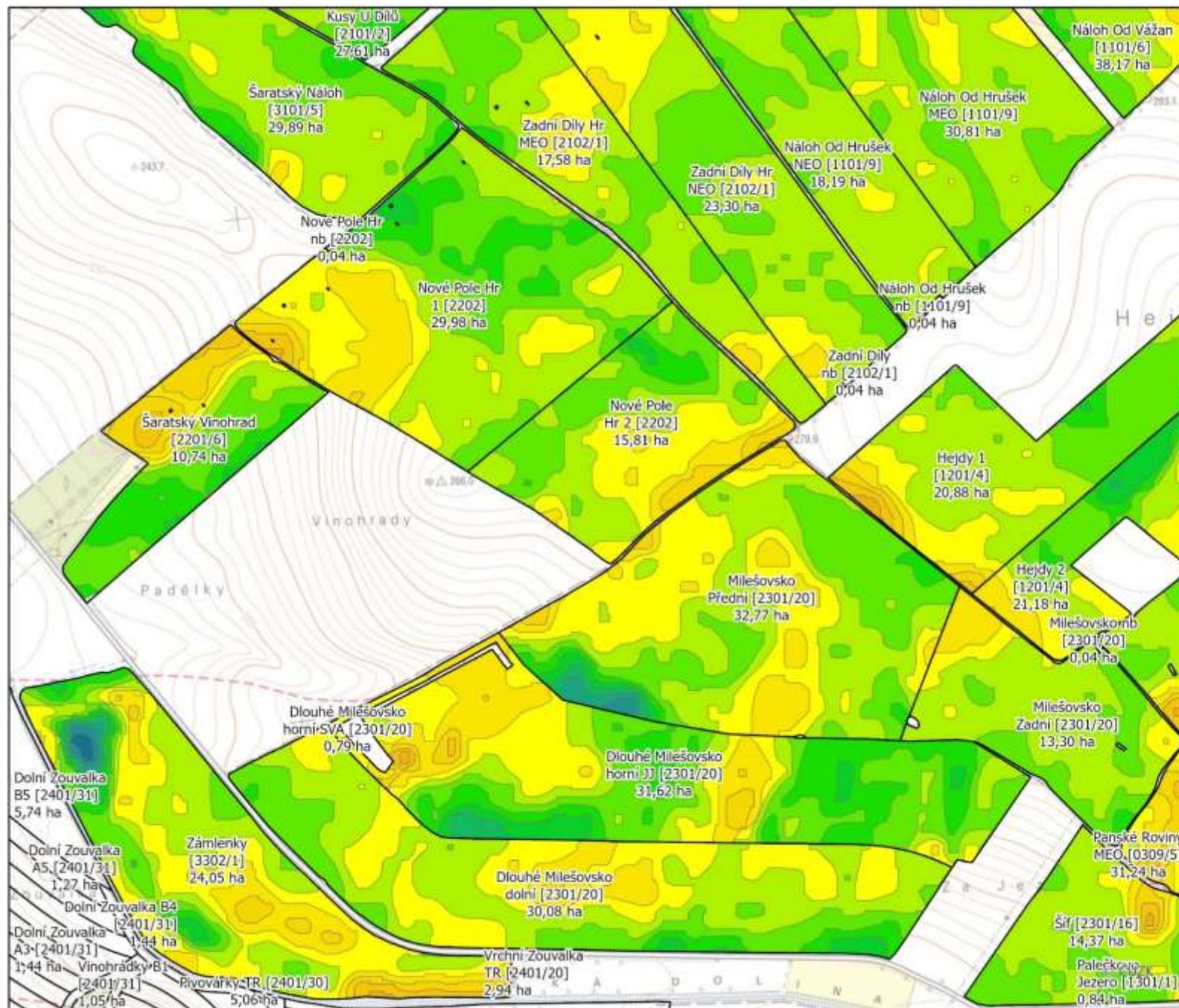


Korelace NDVI/EVI2 MODIS s výnosy (okresy)

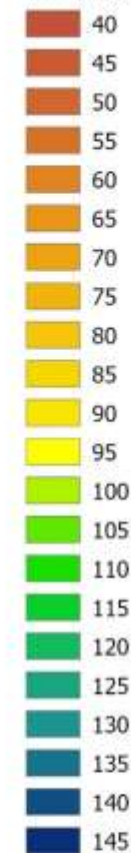


Dělené bloky s více plodinami
= nepřesné vymezení ploch





PZ (%)

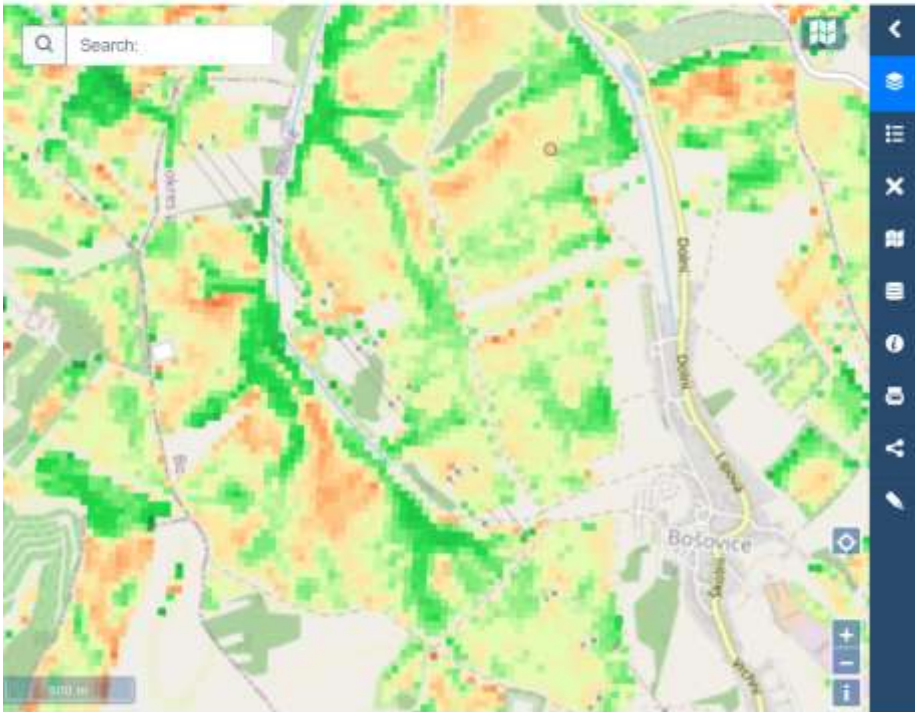


Rostěnice a.s.
(2013-2020)

Vymezení produkčních zón pro ČR z družicových dat

FOODIE
SMARTAGRIHUB

version **2017** Landsat
(30m/pix)



FOODIE
SMARTAGRIHUB

version **2020, 2023**
Landsat+Sentinel-2 (10m/pix)

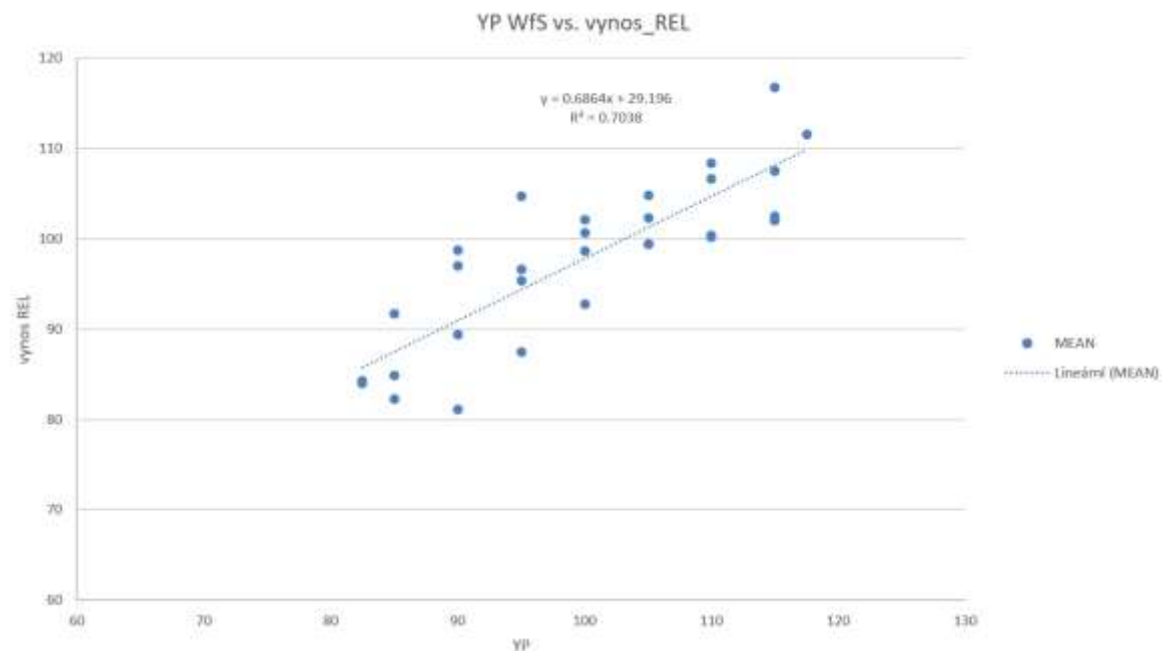


<https://www.agrihub.cz>

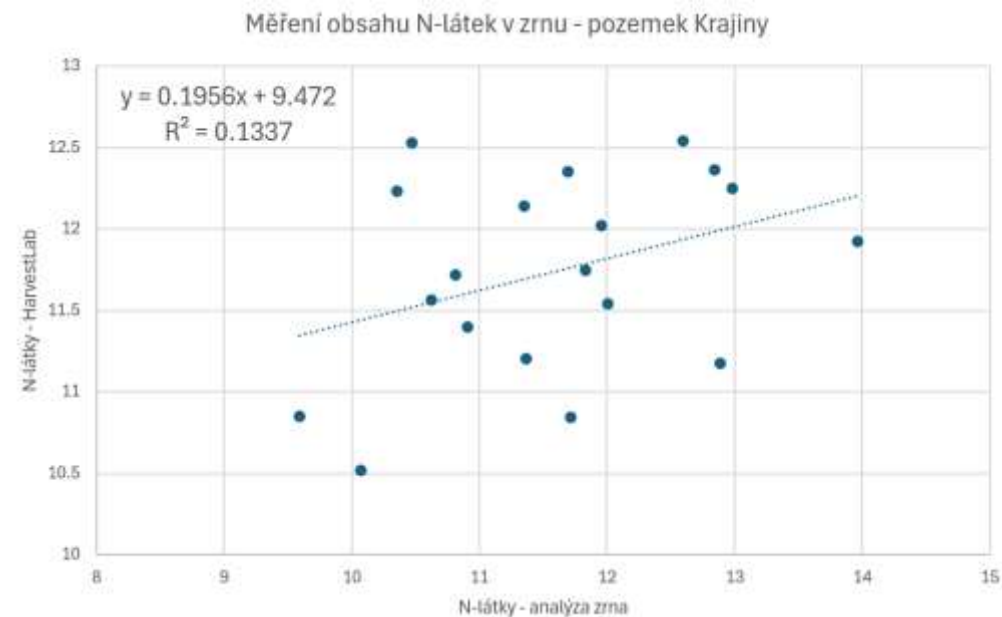
LESPROJEKT
služby

MENDELU
Faculty
of AgriSciences

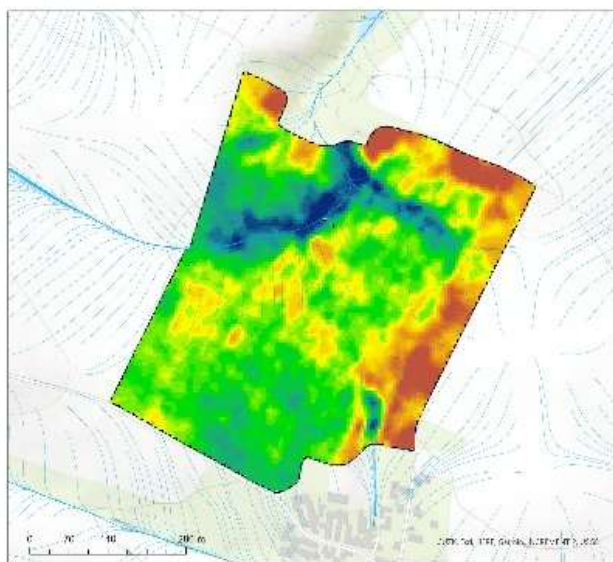
Porovnání produkčních zón a výnosových map



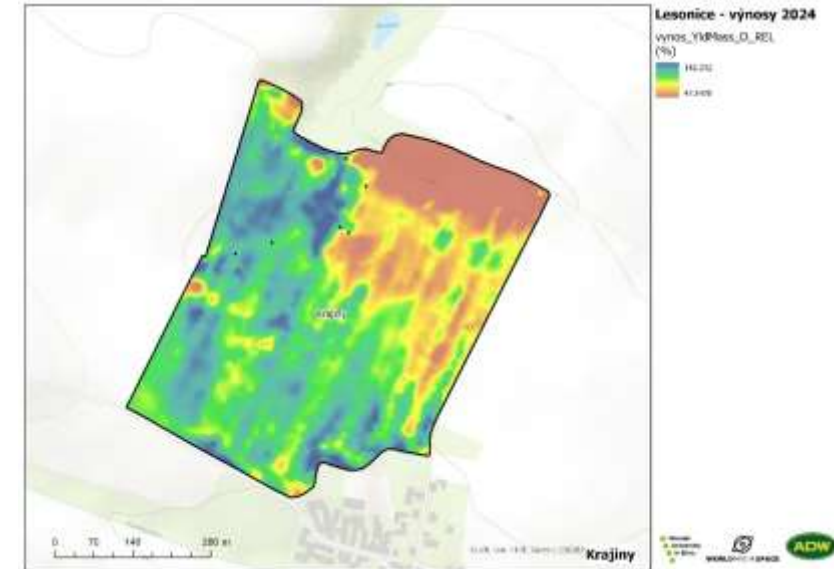
Hodnocení kvality zrna (Harvestlab)



pšenice oz., 2024
Lesonice (Mor. Budějovice)

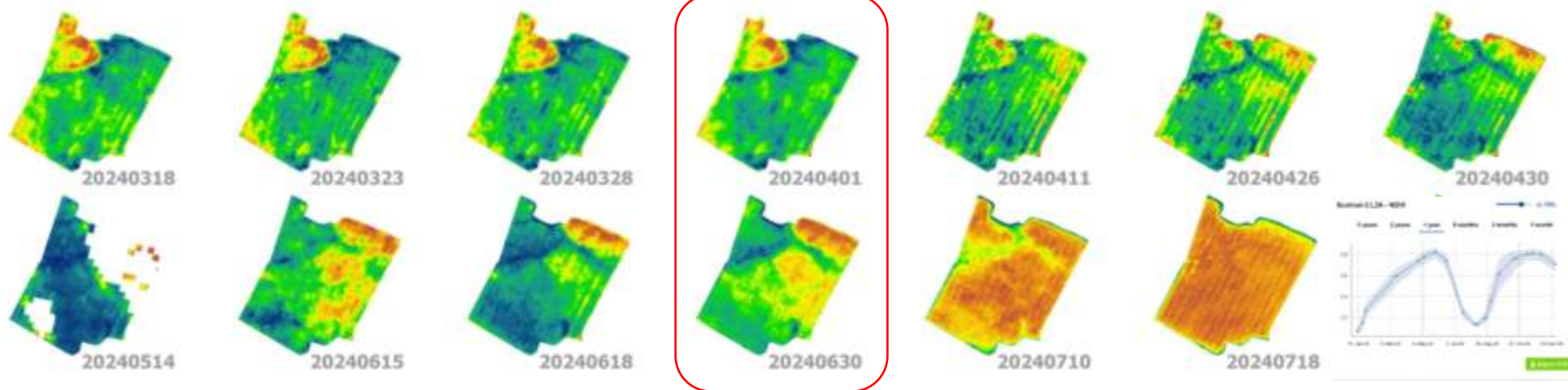


Produkční zóny z DPZ



Mapa výnosu plodiny (pšenice oz., 2024) (%)

Vývoj porostu z dat Planet Scope – NDVI, Lesonice (Mor. Budějovice) , pšenice oz., 32 ha (2024)



Výzkumný projekt TAČR Sigma TQ03000882 „Identifikace management zón v precizním zemědělství kombinací optického a radarového družicového monitoringu polních plodin“ (2024-2025)

Strategie určení intenzity zásahu

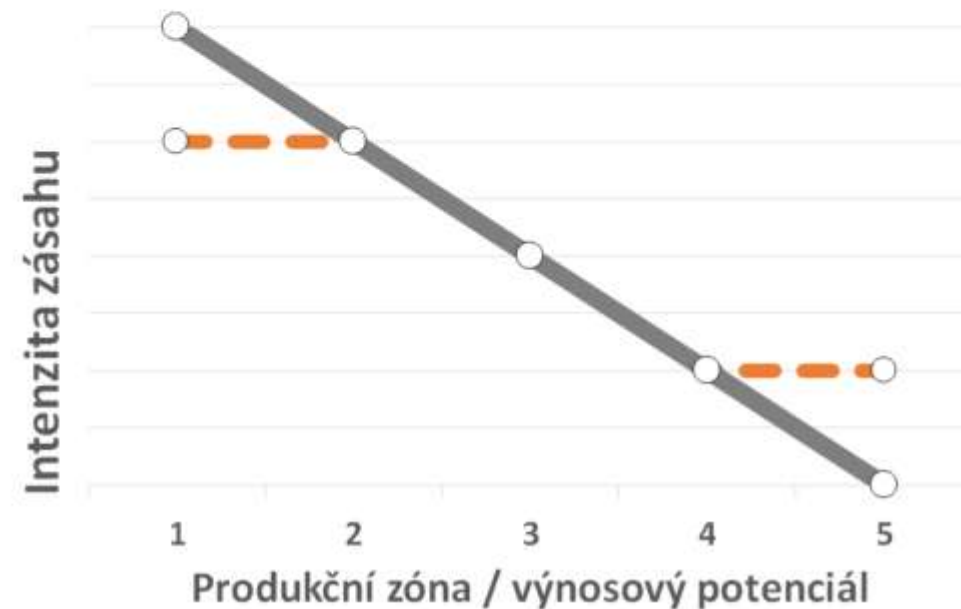
Posilovací (aditivní)

- S vyšší hodnotou očekávaného výnosu (produkčních zón) se zvyšuje intenzita zásahu
- Úprava extrémních hodnot dle aktuální situace (riziko poléhání porostů, výsušné stanoviště, podpora slabých porostů, ...)

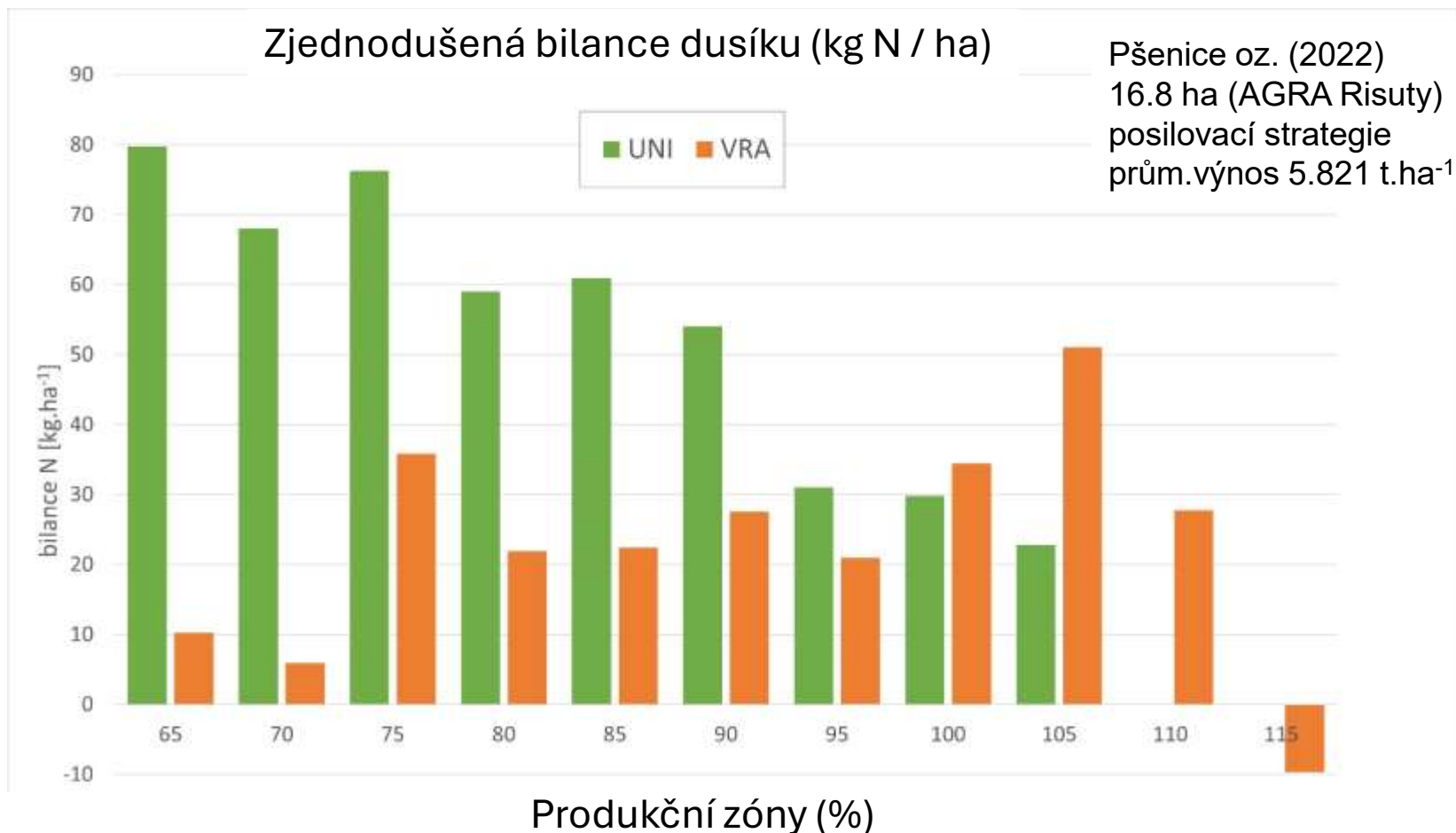


Kompenzační

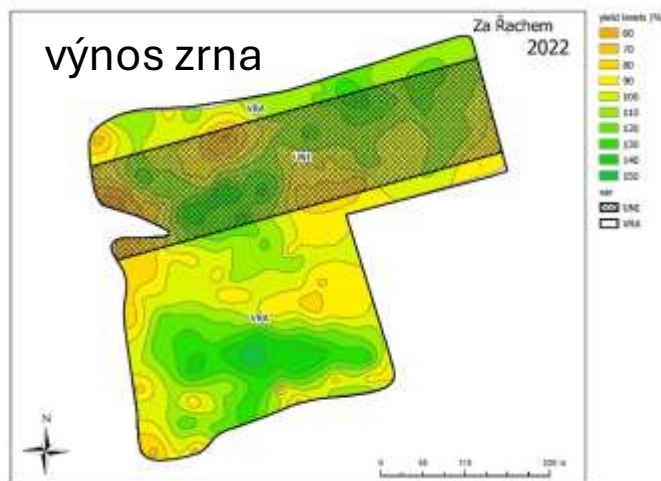
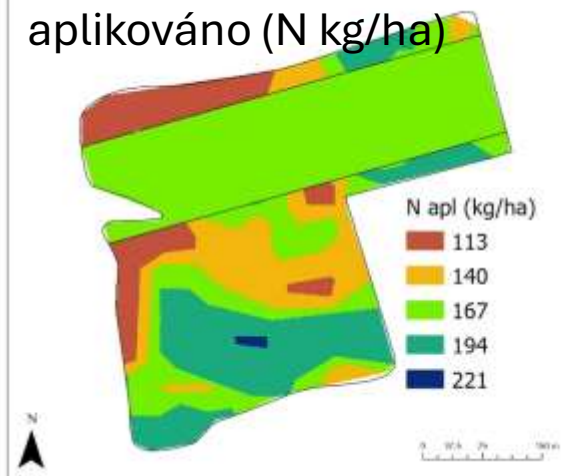
- Intenzita zásahu se snižuje se zvyšující se hodnotou výnosového potenciálu



Variabilní aplikace dusíkaté výživy



- Zvýšení dávky N v méně produkčních zónách **nevedlo ke zvýšení výnosu** zrna
- Doporučení – snížení intenzity hnojení dusíkem ve „slabých“ zónách = **omezení přehnojení**



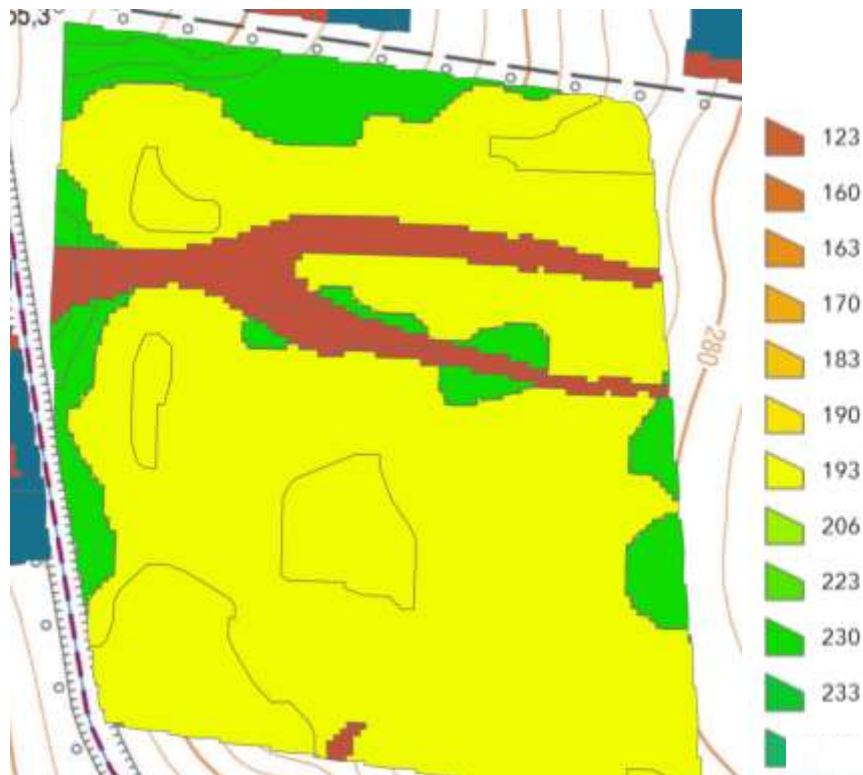
Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.

Mendelova
univerzita
v Brně

AGRA
Risuty s.r.o.

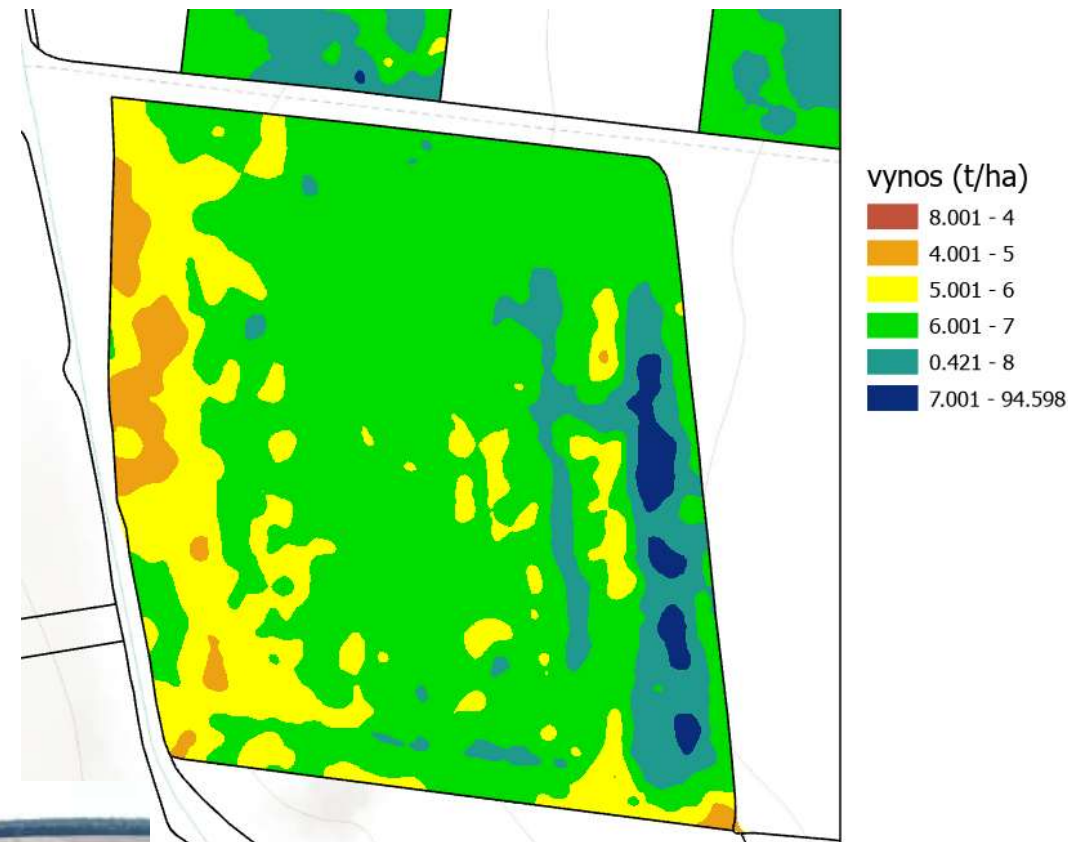
Varistar

Optimalizace hnojení dusíkem v údolnicích



Aplikační mapa (LAD)

- jarní ječmen, 2022
- dle TWI (DMR4G)

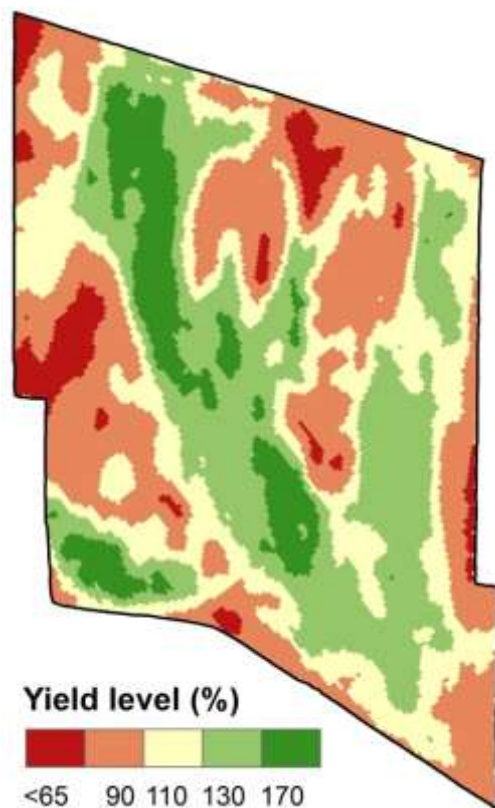


Mapa výnosu zrna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

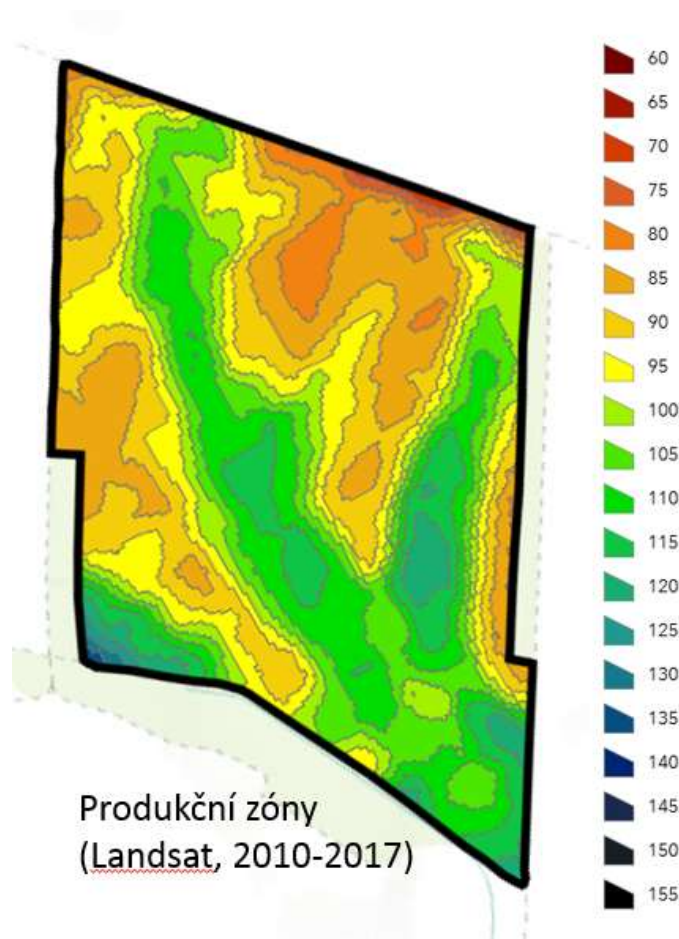


P. Širůček, Rostěnice a.s.

Variabilní aplikace zásobního hnojení



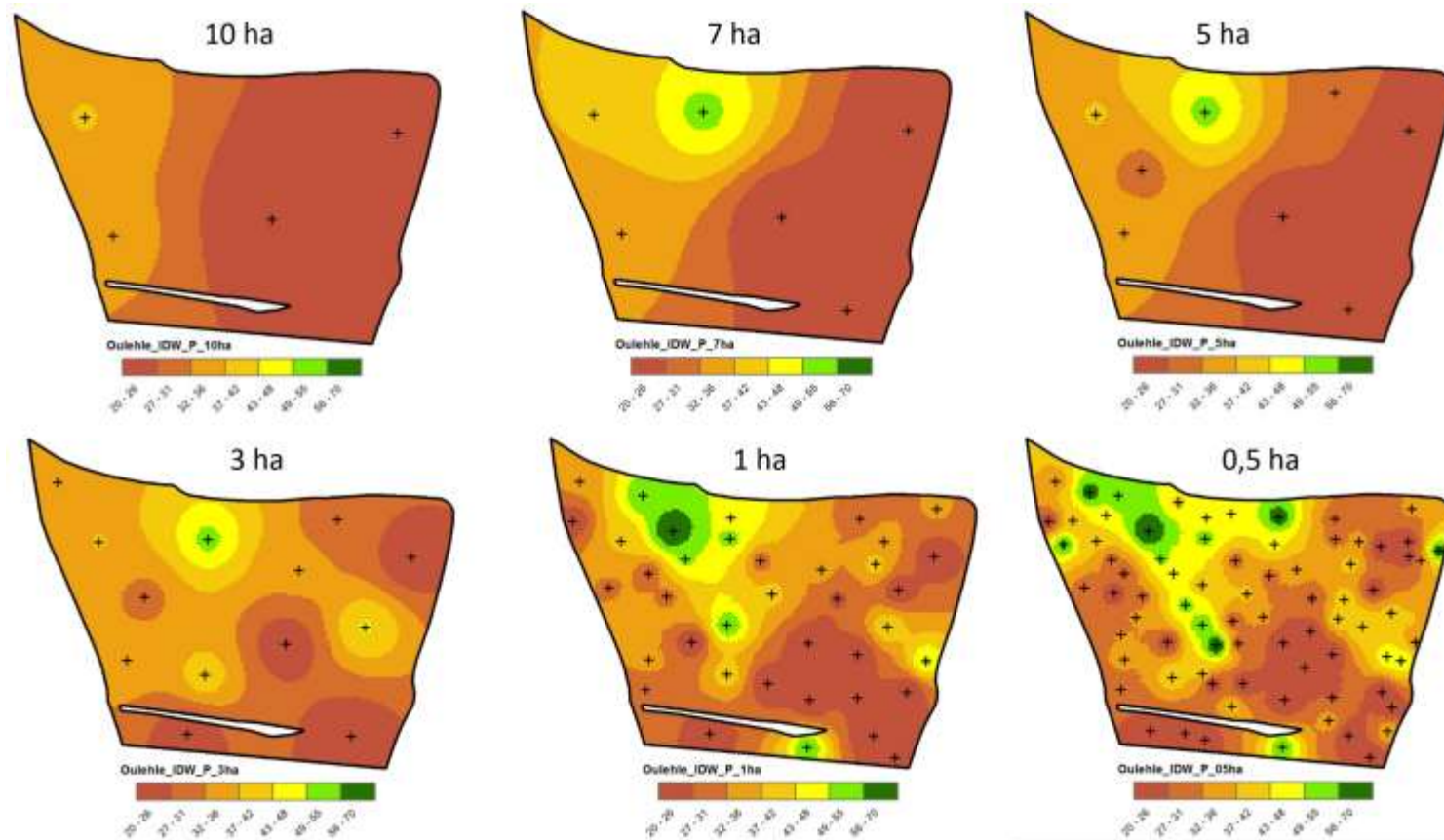
Rozložení výnosu
(výn. mapy 2004-2009)



Obsah P v půdě
(52 ha, Přísnovice, 2004)

Digitální mapování půdy

Vliv hustoty vzorkování půdy na stanovení obsahu přístupných živin v půdě

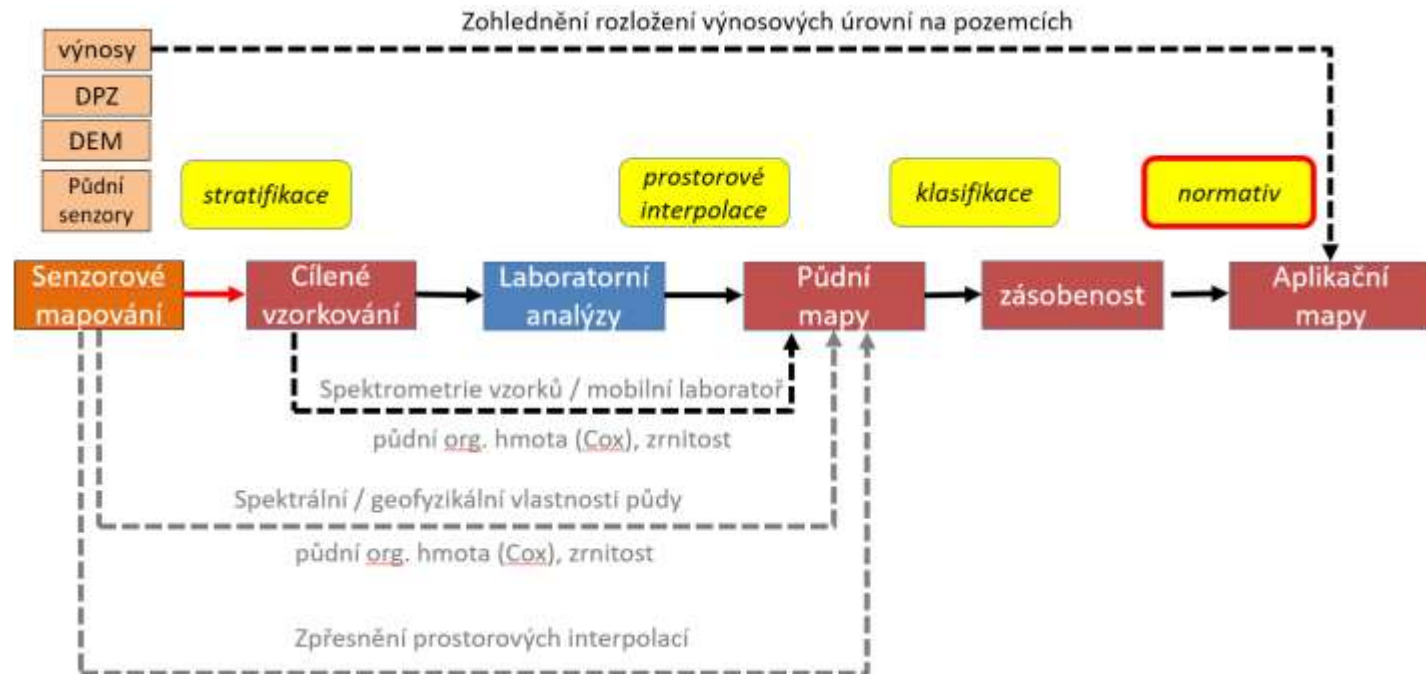
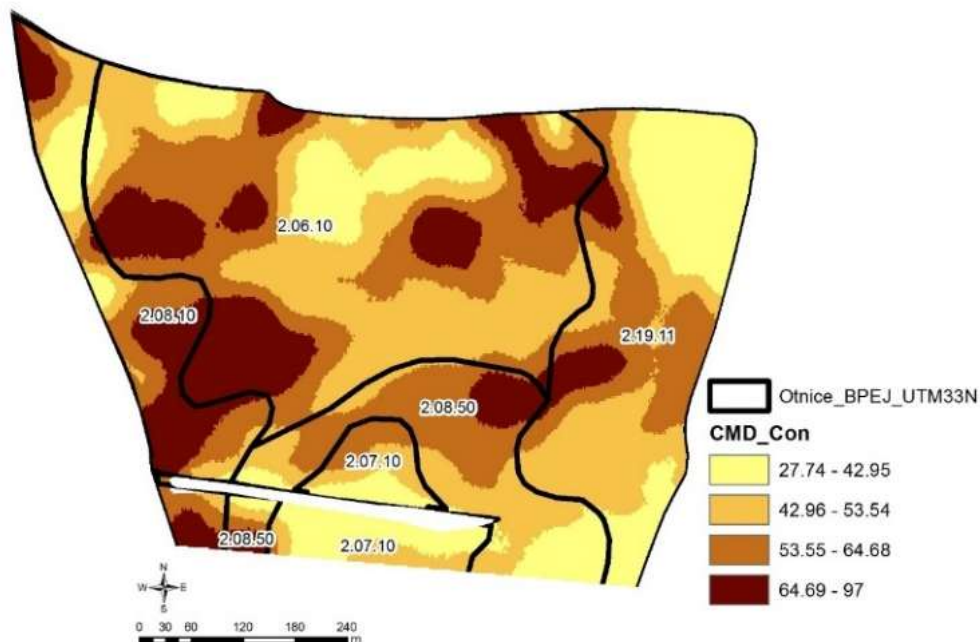
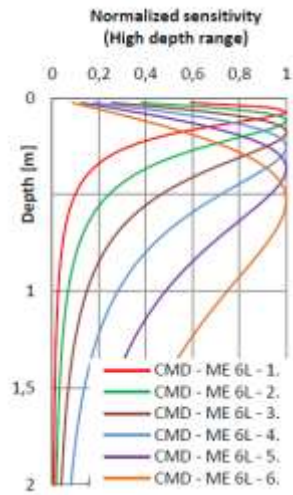


Rostěnice a.s., obsah fosforu (37 ha pozemek)

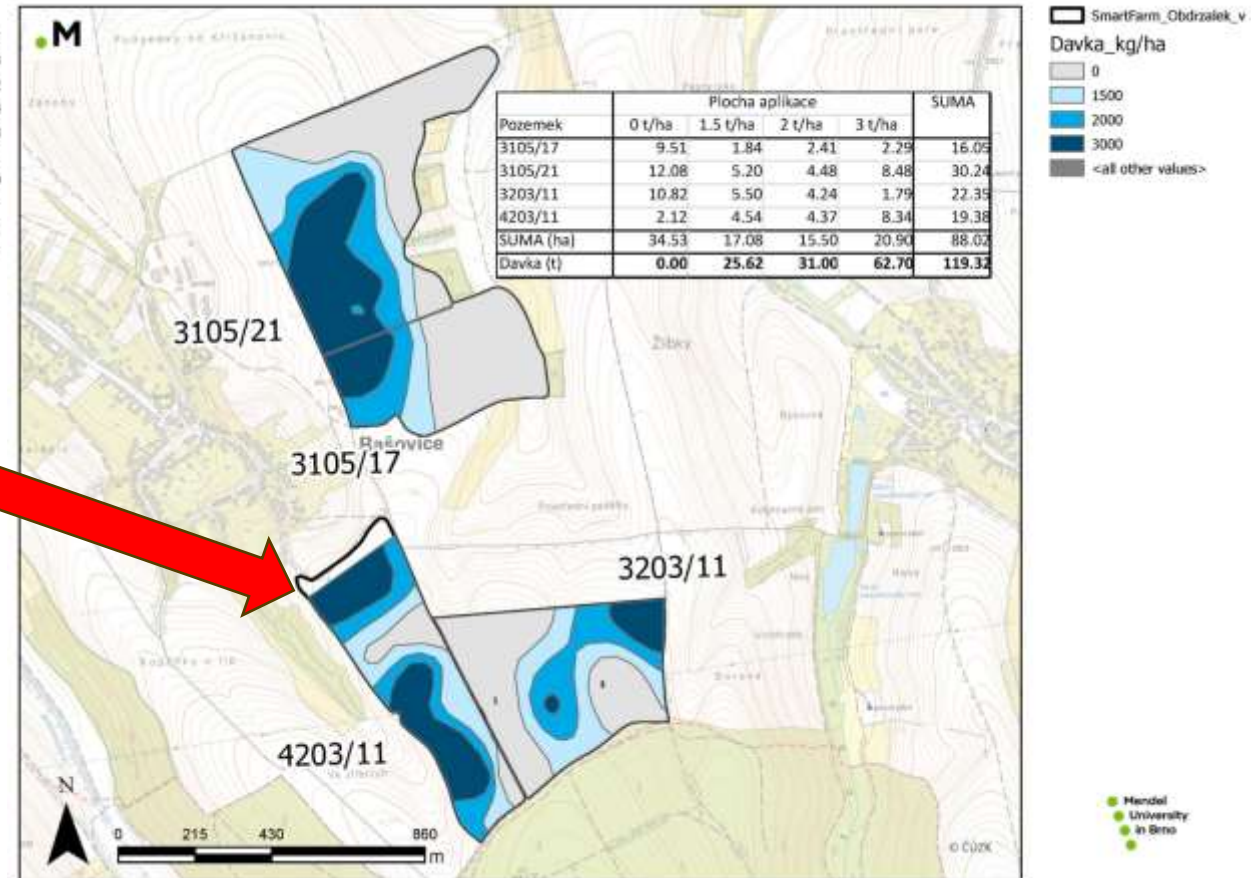
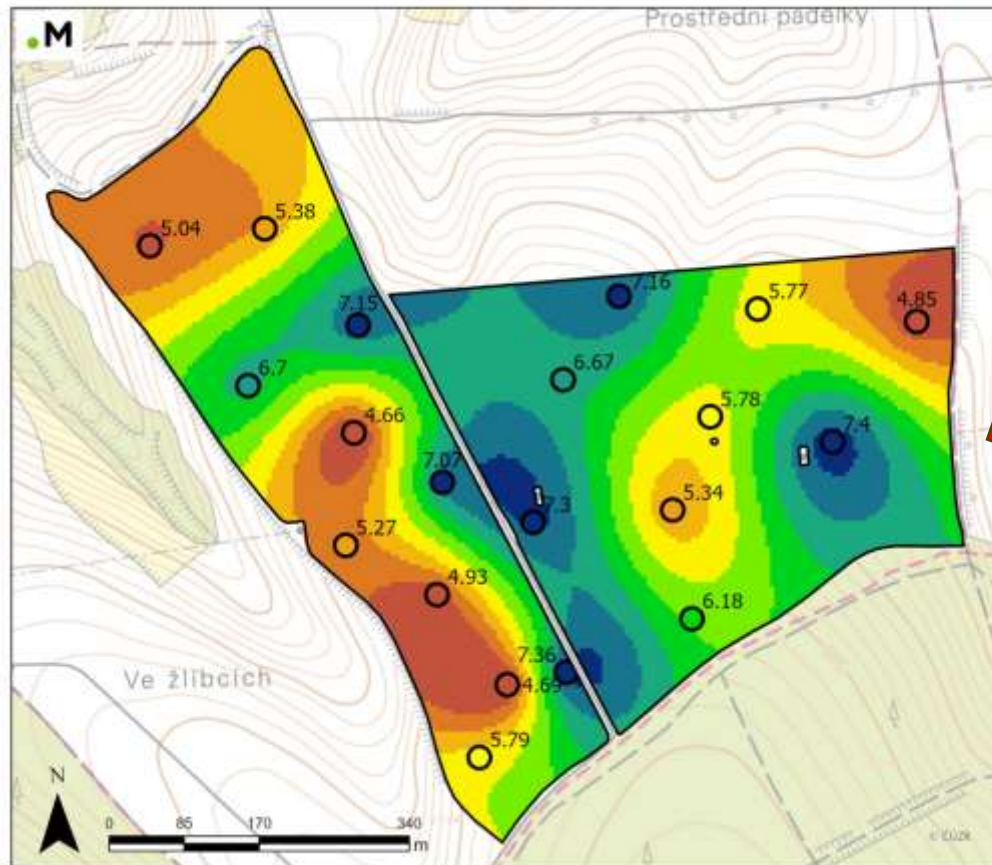
Digitální mapování půdy

Senzorové měření půdních vlastností

- měření elektrické vodivosti půdy (EMI)
- dálkový průzkum Země
- spektrometrie půdy (laboratoř)

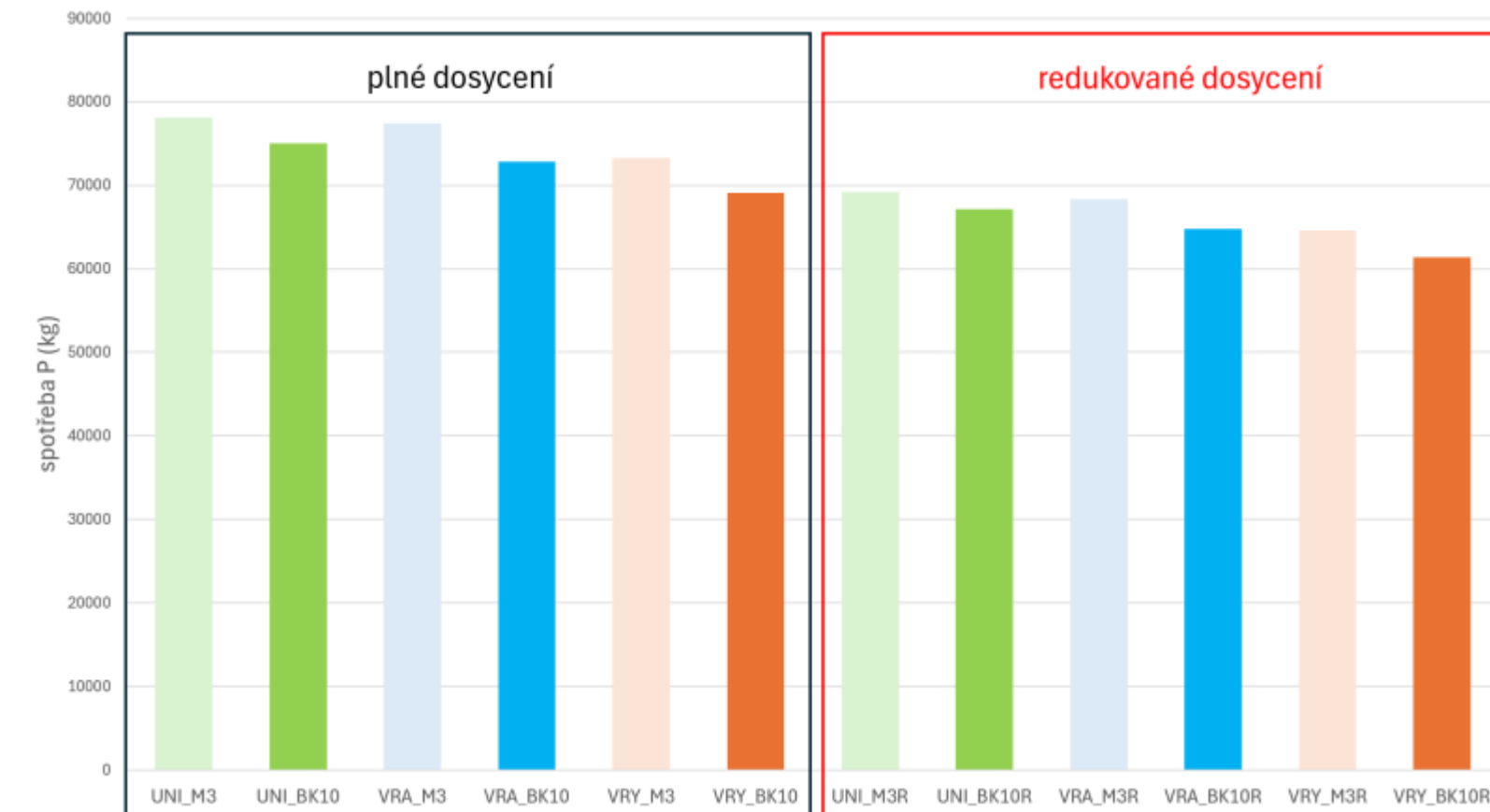


Digitální mapování půdy



Digitální mapování půdy

Rostěnice a.s., modelový výpočet - spotřeba čistých živin (P) v kg



- pšenice ozimá (3871 ha), výnos zrna 6t/ha, odběr P 2,9 kg / t
- Varianty: uniformní hnojení (UNI), variabilní hnojení (VRA), variabilní hnojení se zohledněním výnosových hladin (VRY), Plné vs. redukované dosycení

Integrovaná / plošně diferencovaná ochrana rostlin

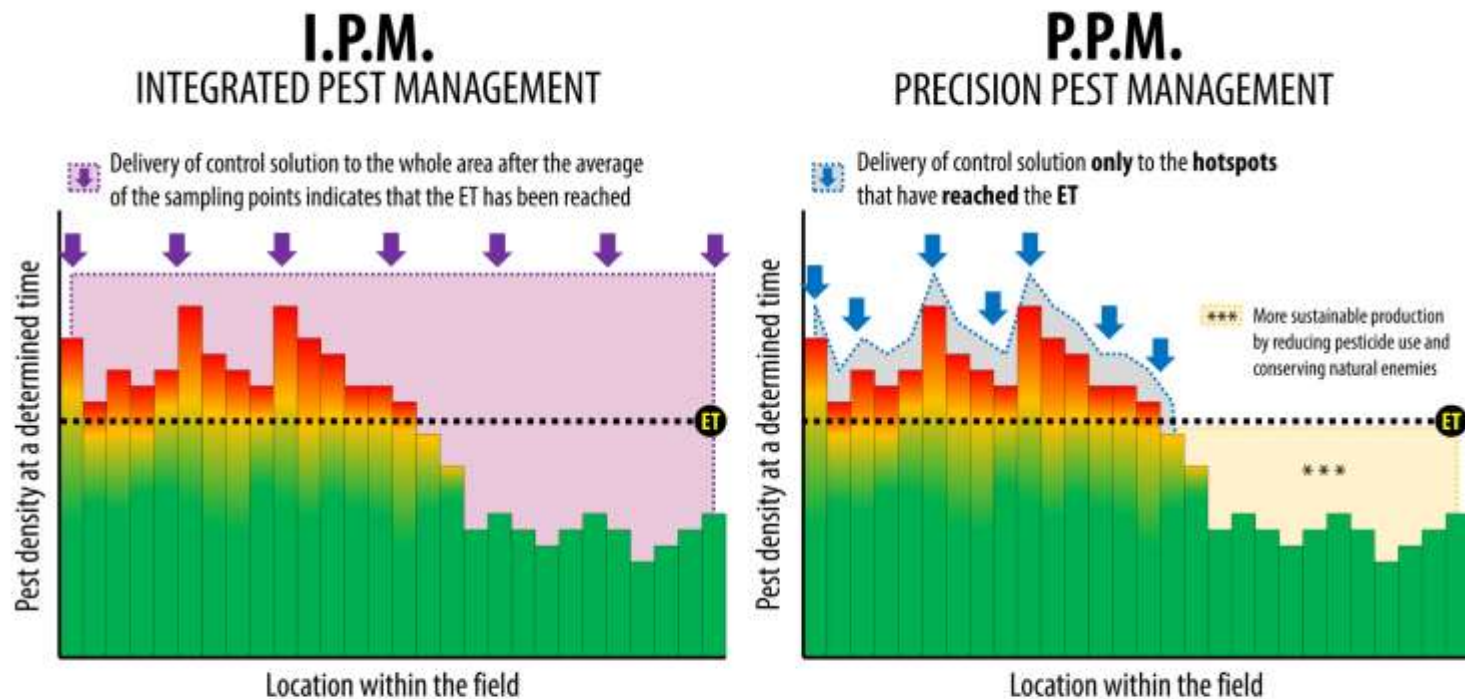


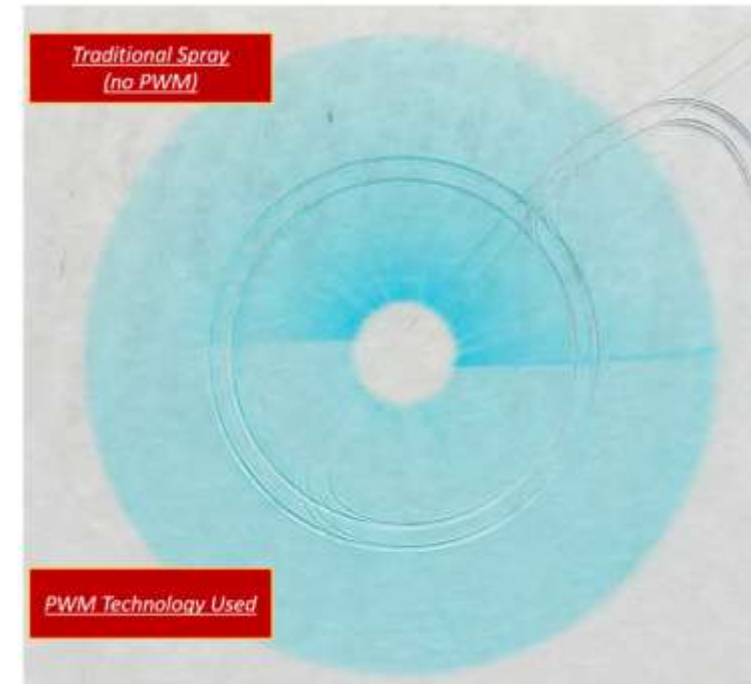
FIGURE 1
Digital transformation in agriculture, leading to precision pest management (PPM), with the use of digital tools to monitor the fields and identify the regions (hotspots) where pest populations have reached the economic threshold (ET), and the delivery of control solutions only to the hotspots, instead of delivery to the whole area, as in integrated pest management (IPM). Adapted from [Molin et al. \(2015\)](#).



Řízení aplikačního záběru postřikovací techniky

Pulzní modulace (PWM - Pulse Width Modulation) – regulace průtoku rychlým otevíráním/zavíráním trysek elektromagnetickým ventilem beze potřeby změny tlaku (20-100x / sec.).

- individuální ovládání trysek
- kompenzace dávkování při zatažení

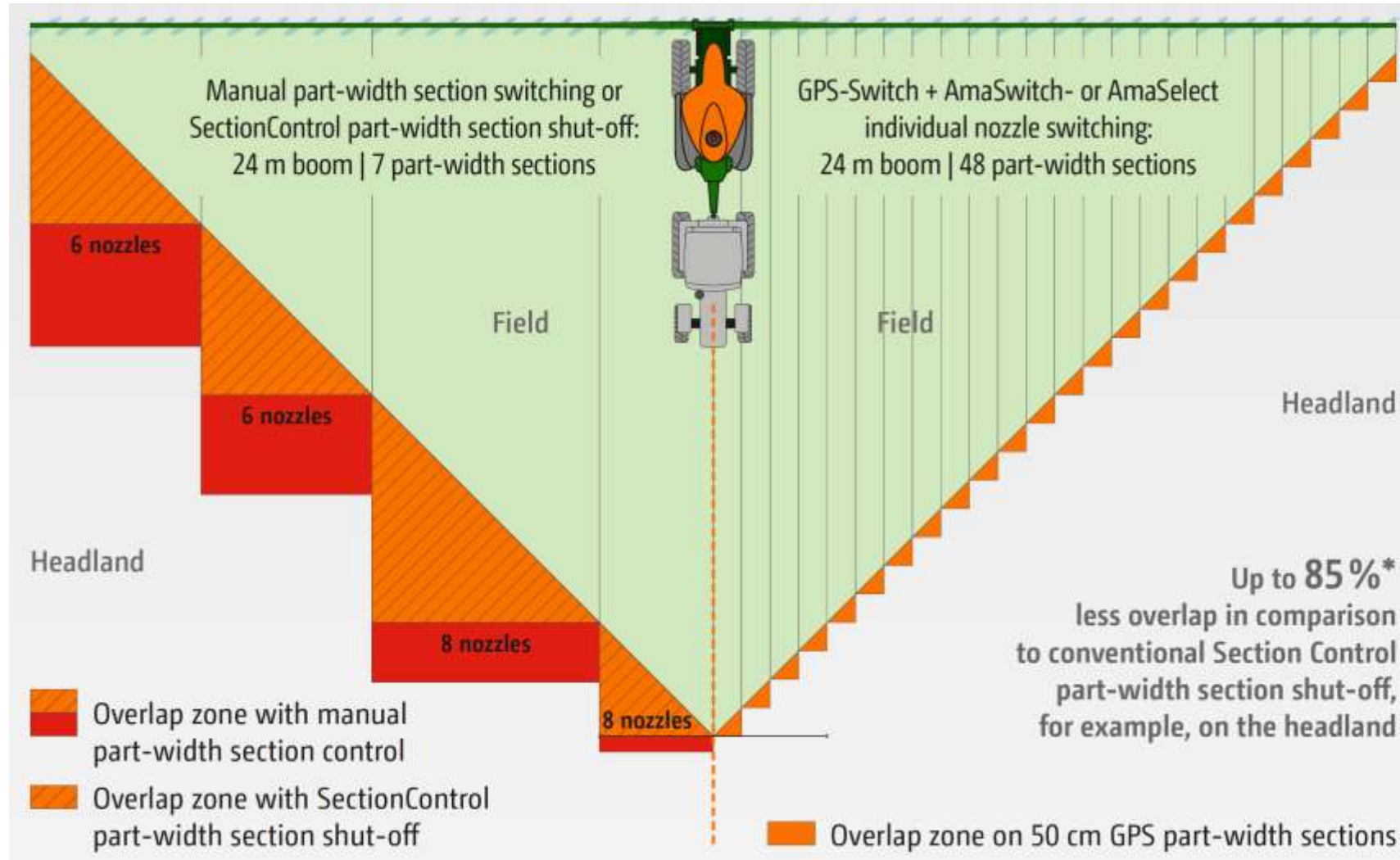


<https://crops.extension.iastate.edu/blog/ryan-w-bergman/turn-compensation-%E2%80%93-benefit-pwm-sprayer-technology>

SeleJet – změna dávkování je řízena kombinací trysek o různém průtoku nainstalovaných na držáku trysky. Ovládání trysek může být řešeno vzduchovým systémem.



Řízení aplikačního záběru postřikovací techniky



Automatic part-width shut-off on the headland and in wedge shaped fields

GPS-Switch

5%*

Savings in crop protection agent usage



Electric individual nozzle control
AmaSwitch or AmaSelect

5%*

Additional saving in crop protection agent usage

Projekt NAZV SmartSpray



NAZV QL25020034 „Optimalizace používání přípravků na ochranu rostlin plošně diferencovanou aplikací metodami precizního zemědělství“ (2025-2027)

- Zaměření na ověření použitelnosti postupů:
 - **cílená aplikace herbicidů** na základě mapování zaplevelení
 - **pásková aplikace POR**
 - **variabilní aplikace regulátorů růstu a fungicidů** dle snímání stavu porostu DPZ
- Návrh implementace plošně diferencovaných zásahů do pěstebních technologií v souladu s principy integrované ochrany rostlin a udržitelného hospodaření
- Analýza možností stávající zemědělské techniky a technologií dostupných v blízké budoucnosti

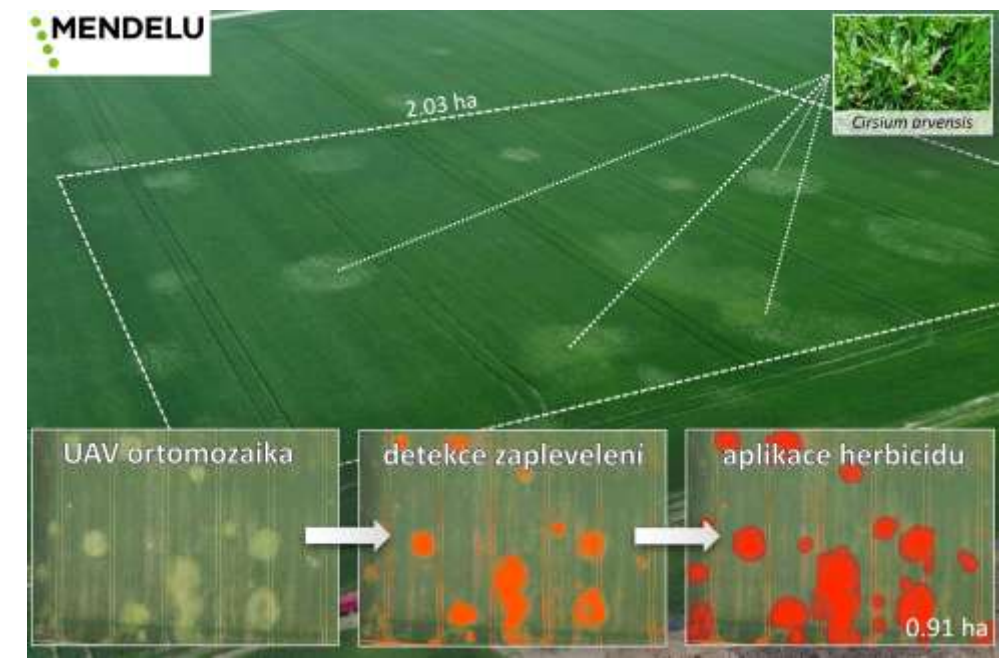


Národní centrum zemědělského
a potravinářského výzkumu



Přínosy plošně diferencované ochrany rostlin

- cílená aplikace na oblasti výskytu škodlivých organizmů či poškození porostu
- optimalizace dávkování dle hodnocení stavu porostů
- úspora nákladů (POR, PHM, čas, voda, ...)
- environmentální přínosy (dodržení zón zákazu aplikace, ochrana kvality vod, ...)
- redukce fytotoxických účinků POR



Studie hodnocení zaplevelení (2019, SK+HU)

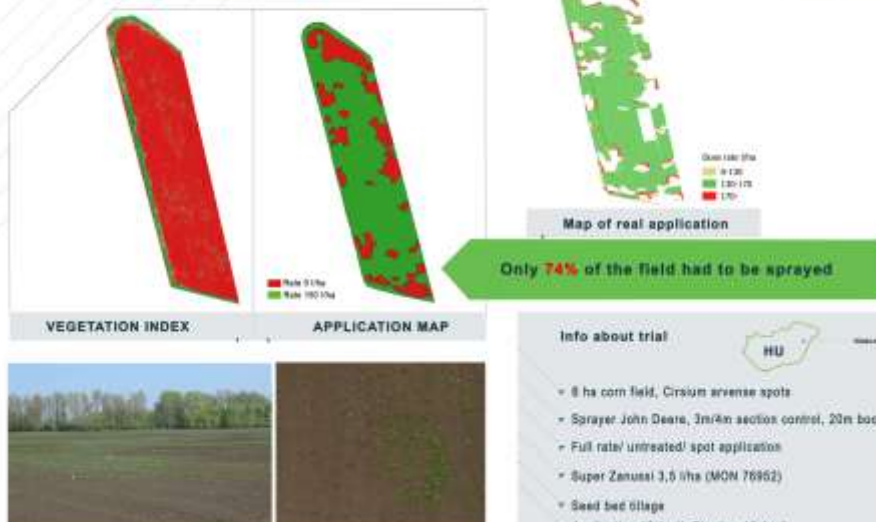
Trial no. 1 - Gabčíkovo



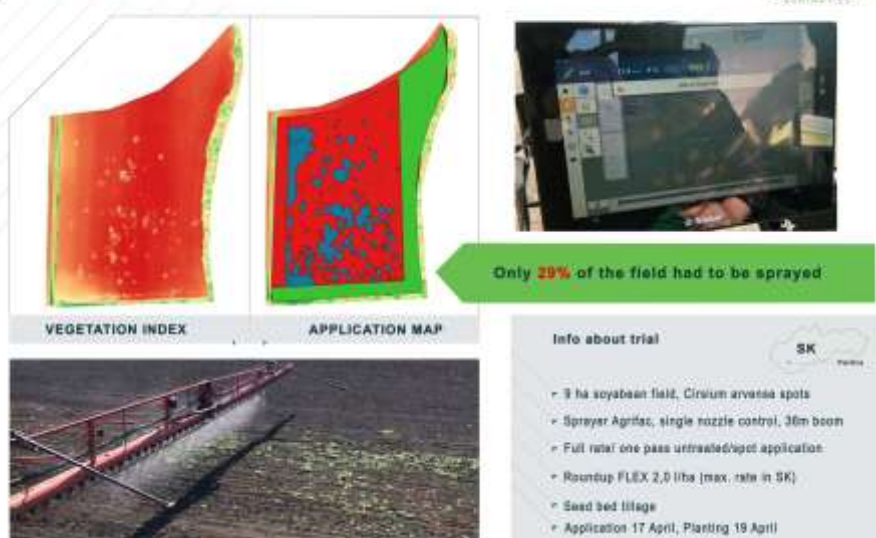
Trial no. 2 - Sládkovičovo



Trial no. 3 - Nádudvar



Trial no. 4 - Pavlice



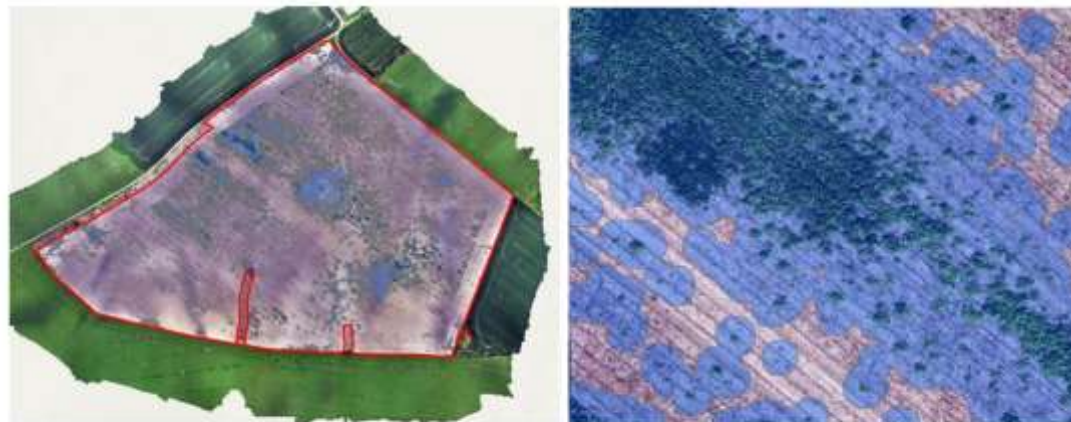
Studie hodnocení zaplevelení 2021-2023 (CZ,SK,RO)

Tab. 2 Tabulkový přehled mapování zaplevelení Skymaps a MENDELU na anonymizovaných pozemcích České republiky, Slovenska a Rumunska za období 2021–2023 včetně uvedení snímací techniky a cílových plevelných druhů.

pozemky	země	snímkování	data	UAV + kamera	Plevelné druhy a plodina	Výměra pole (ha)	Zaplevelení (%)	Dávka postřiku (l/ha)	Úspora postřiku (%)
DS1	SK	15.09.2022	NDVI, RGB	M300, P1 + Altum	výdrol v řepce	31.22	68.58	100	31.42
DS2	SK	15.09.2022	NDVI, RGB	M300, P1 + Altum	výdrol v řepce	22.44	57.35	100	42.65
A	CZ	15.02.2021	NDVI, RGB	Phantom 4 rgb, Parrot sequoia MS	pcháč (strniště)	19.75	74.43	200	25.57
AHN1	SK	25.09.2021	NDVI	M600, Sony α7RIV, RedEdge-P	pcháč	68.48	99.58	75, 150	28.62
AHN2	SK	25.09.2021	NDVI	M600, Sony α7RIV, RedEdge-P	pcháč	36.86	99.67	75, 150	18.14
B	SK	31.08.2022	NDVI, RGB	Trinity f90, Sony RX1RII, Altum	pcháč (mák)	56.08	64.91	200	35.09
NZ	SK	30.05.2022	NDVI, RGB	M300, P1, Altum	pcháč (kukuřice)	78.03	37.04	200	62.96
AV	CZ	07.09.2021	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (strniště)	20.02	98.80	75, 120	18.36
In80	RO	13.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (sója)	15.47	51.73	120, 200	63.69
In81	RO	13.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (sója)	8.58	31.59	120, 200	78.57
In82	RO	13.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (sója)	18.75	71.84	120, 200	45.34
In83	RO	13.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (sója)	9.93	75.03	120, 200	47.21
In99	RO	13.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (sója)	113.16	96.37	120, 200	21.90
In52	RO	14.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (kukuřice)	44.32	81.32	120, 200	40.16
In62	RO	14.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (kukuřice)	64.45	89.94	120, 200	19.97
In44	RO	14.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (kukuřice)	104.34	73.42	120, 200	38.58
In50	RO	14.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (kukuřice)	148.78	82.08	120, 200	39.26
In43	RO	14.10.2022	NDVI	Trinity f90, Altum	pcháč (kukuřice)	143.94	100	120, 200	31.24
AP	CZ	02.06.2021	NDVI, RGB		pcháč (kukuřice)	12.57	49.16	200	50.84
RRS	CZ	29.05.2023	NDVI, RGB	M3M	heřmánkovec, pcháč (kukuřice)	29.03	60.63	200	39.37
RMP	CZ	29.05.2023	NDVI, RGB	M3M	heřmánkovec, pcháč (kukuřice)	31.69	17.36	200	82.64
RNP	CZ	29.05.2023	NDVI, RGB	M3M	heřmánkovec, pcháč (kukuřice)	17.68	38.46	200	61.54

Total 1095 ha, herbicides savings (simulation) **18 - 82 %** (patch spraying + multirate application)

Studie hodnocení zaplevelení 2021-2023 (CZ,SK,RO)



Obr. 15 Detekce zaplevelení vytrvalých (pcháč) a jednoletých (heřmánkovec) plevelů na pozemku o výměře 31,69 ha (vlevo) a detail identifikace plevelných rostlin s tvorbou zón pro aplikaci (vpravo)



Obr. 16 Aplikační mapy nahrané do palubního terminálu postřikovače Agrifac (vlevo) a Horsch (vpravo)



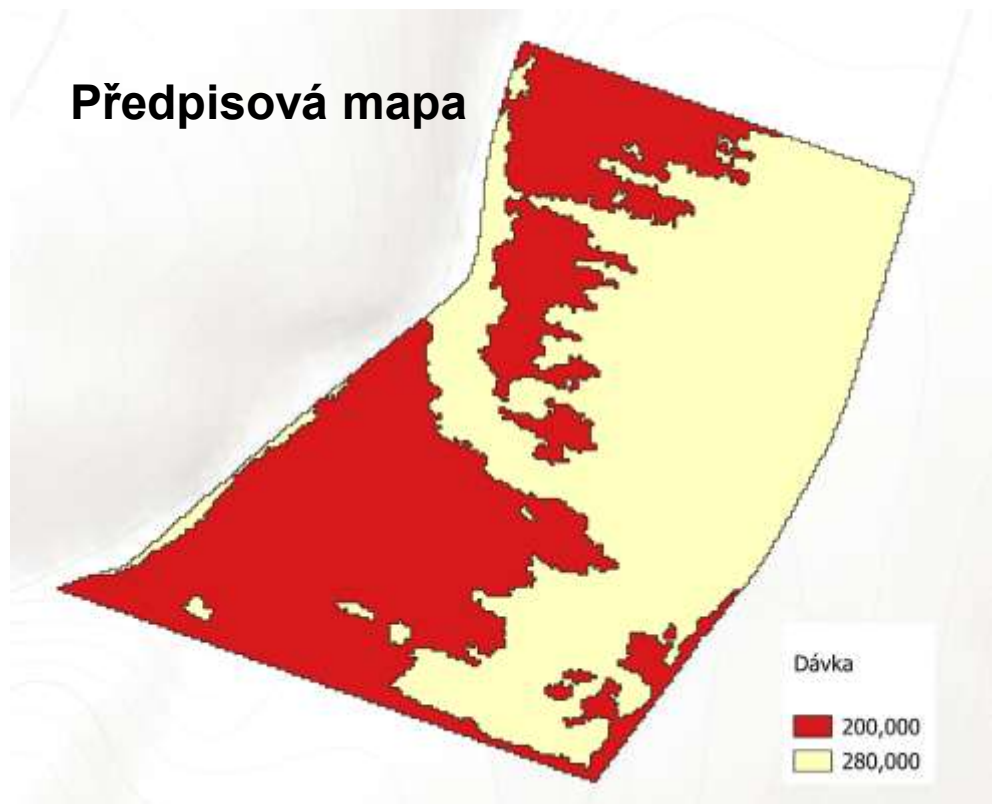
Obr. 17 Provedení plošně diferencované aplikace herbicidních látek postřikovačem Horsch Leeb na pozemcích ROSTĚNICE a.s.

Testování cílené aplikace herbicidů ve společnosti ROSTĚNICE a.s. – výměra 78.4 ha, aplikovaná plocha 29.9 ha = **62 % výměry bez aplikace** (Širůček, 2023)



Příklad zonální aplikace

Předpisová mapa

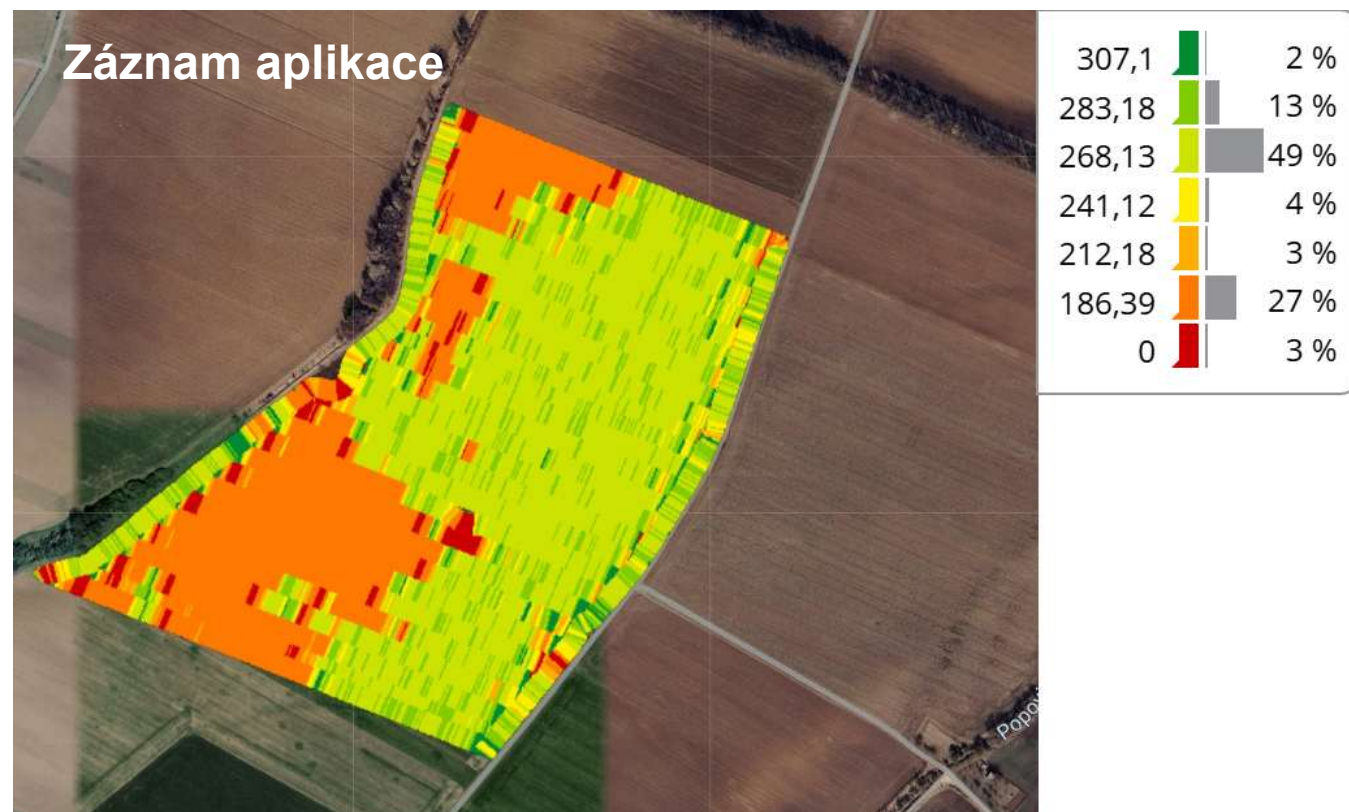


- ječmen jarní (29,4 ha), ZOD Rataje
- **morforegulátor** Ephon Top 660 (0,15 – 0,3 l/ha) + **fungicid** Elatus (dávka 0,6 – 0,8 l/ha)
- klasifikace dle **NDVI** z družicových snímků **PlanetScope** (3 m / pixel)

Vojtěch Slezák (MENDELU, 2025)

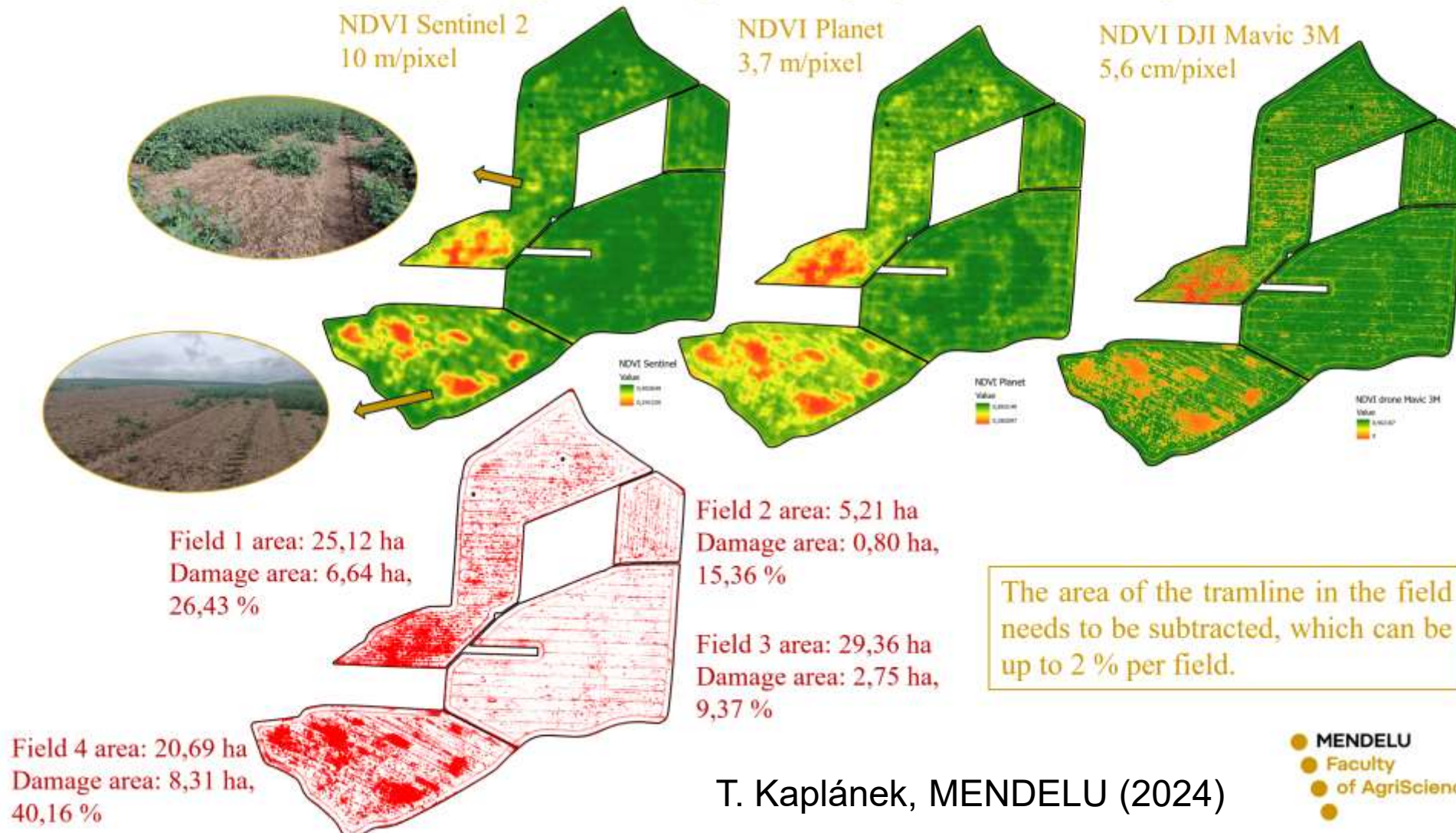
- Amazone UX 4201 Super
- záběr 24 m, ovládání trysek 25 cm (PWM)
- RTK terminál John Deere 4240
- Dávka 200 l.ha-1 = **32%**
- Dávka 280 l.ha-1 = **68 %**

Záznam aplikace



Detekce poškození porostu a inverzní ohnisková aplikace

Crop damage in a field of oilseed rape by a common vole in April 2024.



T. Kaplánek, MENDELU (2024)

Tab. 3: Vyhodnocení ohniskové a zonální aplikace

Kód dílu půdního bloku (DPB) dle LPIS	Výměra DPB (ha)	Plocha s aplikací POR (ha)	Úspora plochy aplikace (%)	Doporučená dávka postřikové jichy (l/ha)	Aplikovaná průměrná dávka postřikové jichy (l/ha)*	Úspora postřikové jichy (l)	Typ aplikace
Ohnisková aplikace							
2301/1 (630-1030)	32,72	18,1	45	100		1462	PRE
7601/17 (720-1140)	28,17	15,6	46	200		2514	POST
1402/26 (630-1030)	26,48	13,4	49	100		1308	PRE
1402/22 (630-1030)	19,54	9,5	51	100		1004	PRE
7102/85 (550-1170)	9,22	2,38	74	200		1368	POST
7102/41 (550-1170)	9,70	1,58	84	200		1624	POST
7102/91 (550-1170)	5,89	1,31	78	200		916	POST
7102/87 (550-1170)	7,90	1,93	76	200		1194	POST
Suma	139,62	63,8				11390 (56,81 %)	
Zonální aplikace							
1101/26 (740-1130)	23,16	23,16	0	160	141	440	PPI
1301/4 (740-1130)	29,05	29,05	0	160	139	610	PPI
1302/7 (740-1130)	12,86	12,86	0	160	143	218	PPI
Suma	65,07	65,07	-	-	-	1268 (12,19 %)	

Legenda: PPI – předsetová aplikace, PRE – preemergentní aplikace; POST – postemergentní aplikace (vždy v rané fázi růstu kulturní plodiny). *Celkové množství postřikové jichy přepočtené na celkovou výměru pozemku (celková spotřeba postřiku/výměra DPB). Relevantní pouze pro zonální aplikaci, při ohniskové aplikaci je úspora dána redukcí plochy aplikace.



Výměra pozemků	139.62 ha
Plocha aplikace	63.8 ha
Spotřeba jichy při celoplošné aplikaci	20 050 l (100 %)
Spotřeba jichy při ohniskové aplikaci	8 660 l (43.19 %)
rozdíl (úspora)	11 390 l (56.81 %)

Snížení spotřeby postřikové jichy neznamena snížení dávky POR, ale plochy aplikace !!!

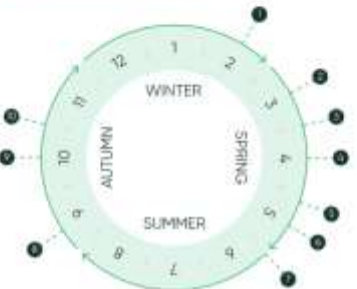
Doporučení pro pěstitele



www.CultiWise.com

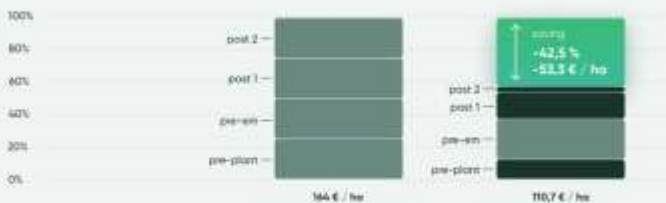
Benefits of using Cultiwise in **MAIZE**

TREATMENT CALENDAR



APPLICATION	BENEFITS	DATA SOURCE
1. VRA P, K Fertilizer (pre-plant)	Yield increase	Soil sam./Yield pot.
2. VRA Nitrogen Fertilizer (pre-plant)	Yield increase	Soil sam./Yield pot.
3. Targeted Herbicide (pre-plant)	Cost savings	Drone
4. VRA Seeding	Yield increase	Yield potential
5. Plant counting	Re-planting decision	Drone
6. VRA Nitrogen Fertilizer (in-season)	Yield increase	Satellite
7. Targeted Herbicide (post-emergent)	Cost savings	Drone
8. Targeted Herbicide (stubble burn-down)	Cost savings	Drone
9. VRA CaO Fertilizing	Yield increase	Soil samples
10. VRA Nitrogen Fertilizer (liquid manure)	Yield increase	Yield potential

Saving potential on Herbicide program



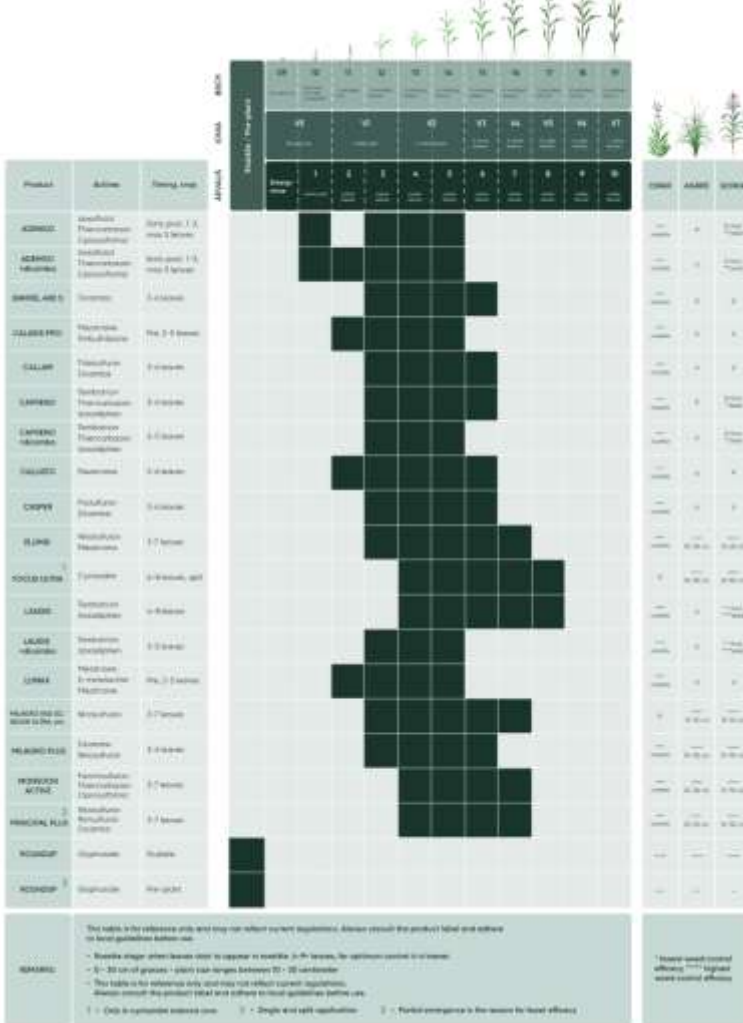
Standard practice		CultiWise	
cost	herbicide	mode	average saving
pre-plant	Total herbicide (eg. Glyphosate)	broadcast	0 %
pre-em	Soil residual (eg. Alifluor)	broadcast	0 %
post 1	Foliar (eg. Lincos/Dicamba)	broadcast	0 %
post 2	Foliar (eg. Lincos/Dicamba)	broadcast	0 %
	spraying also areas without weeds	0 % saving	42,5 % saving

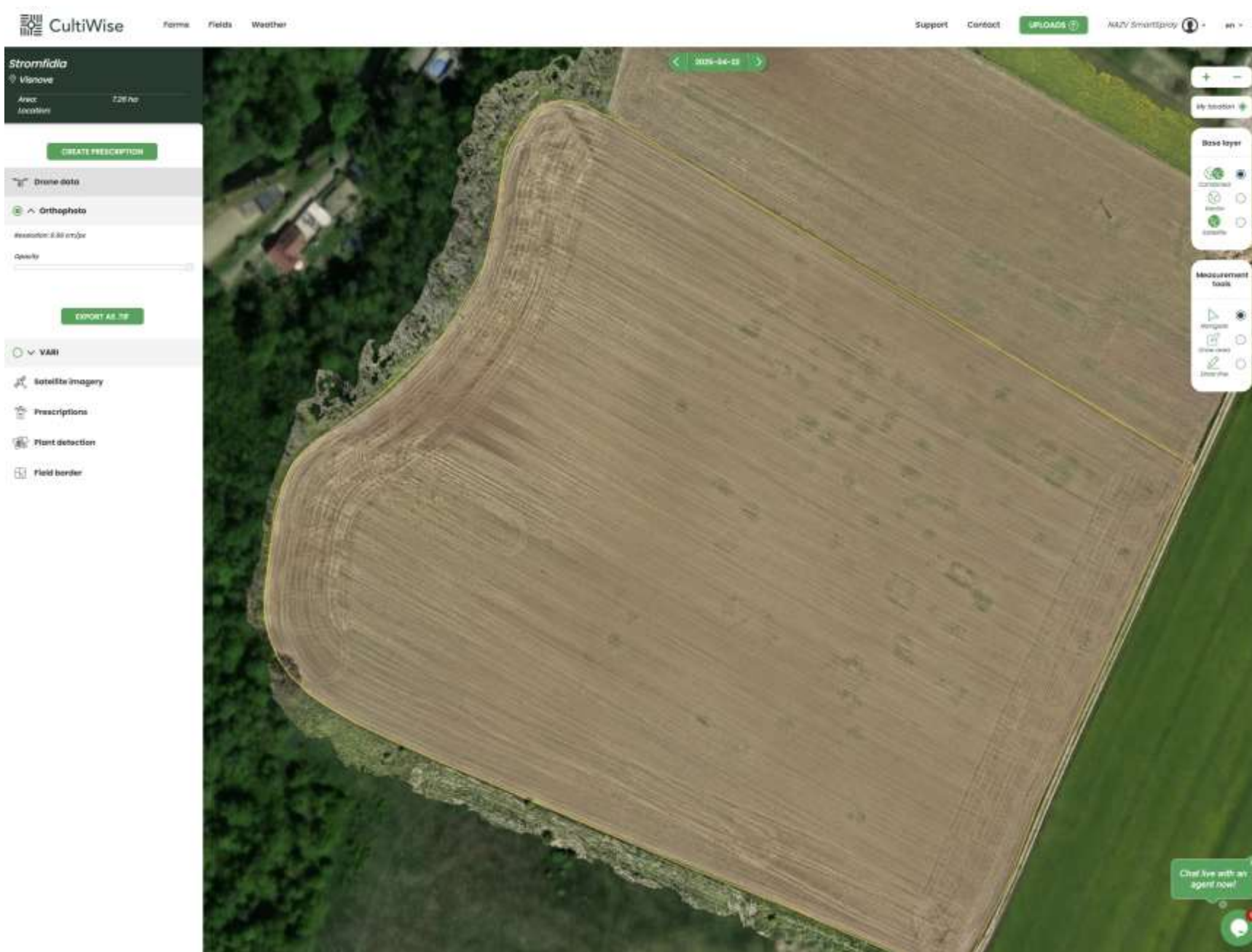
Disclaimer: Based on CultiWise field results from years 2017-2023

Weed species most suitable for Herbicide spot-spray



Herbicide spray windows





Příklad detekce pcháče v porostu hrachu setého ze snímků dronu o rozlišení 0,7 cm na pixel pomocí cloudové platformy Skympas Cultivise. Plocha aplikace představuje 20 % výměry pozemku

< back to field
Stromfida
Vienove

Area: 7,28 ha
Location:

Selective Herbicide (Green on Green)

Background layer

Application map settings

Name: VRA_buřm

Input layer: TRANSDR1

Specify:

Plant types to include in application map:

☒ Cereals
Minimum cover: 0.30

☒ Grass
Minimum cover: 0.30

Buffer (m): 2

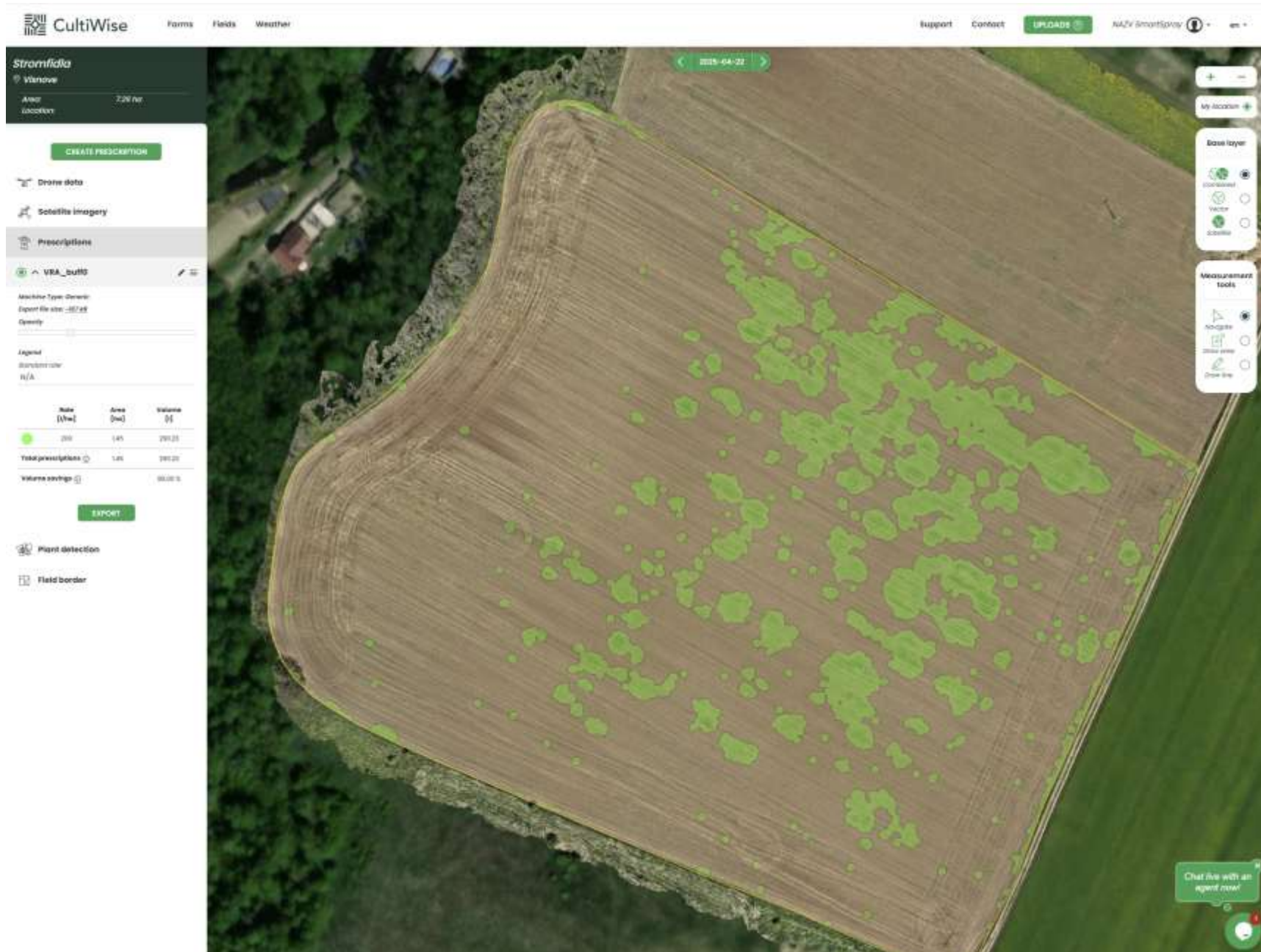
Machine type: (Generic)

Area (ha): 200

Submit



Příklad detekce pcháče v porostu hrachu setého ze snímků dronu o rozlišení 0,7 cm na pixel pomocí cloudové platformy Skympas Cultiwise. Plocha aplikace představuje 20 % výměry pozemku



Příklad detekce pcháče v porostu hrachu setého ze snímků dronu o rozlišení 0,7 cm na pixel pomocí cloudové platformy Skympas Cultivise. Plocha aplikace představuje 20 % výměry pozemku



See & Spray (John Deere) – kamerový systém na aplikační technice (on-board)



On-board kamerové systémy – jak dopředu stanovit potřebu postřikové jíchy?
Rozšíření o přímou injektáž POR.

Aplikace POR pomocí UAV

- aplikace kapalných a pevných látek z nízké výšky
- vysoká operabilita
- nosnost 10 – 70 kg, RTK, záběr 4-11 m, 16-30 l / min, cca 20 ha / hod
- efektivita ve specifických případech
- nevhodnost klasické mechanizace (sjízdnost, poškození porostu)
- ohnisková aplikace s nízkým plošným zastoupením
- **V současnosti výrazně omezeno legislativou !!!**



<https://ag.dji.com>



Figure 6. Drift potential from drones with a boom may be excessive depending on the size of the boom and the type and size of nozzle used. Photo by Adobe Stock.

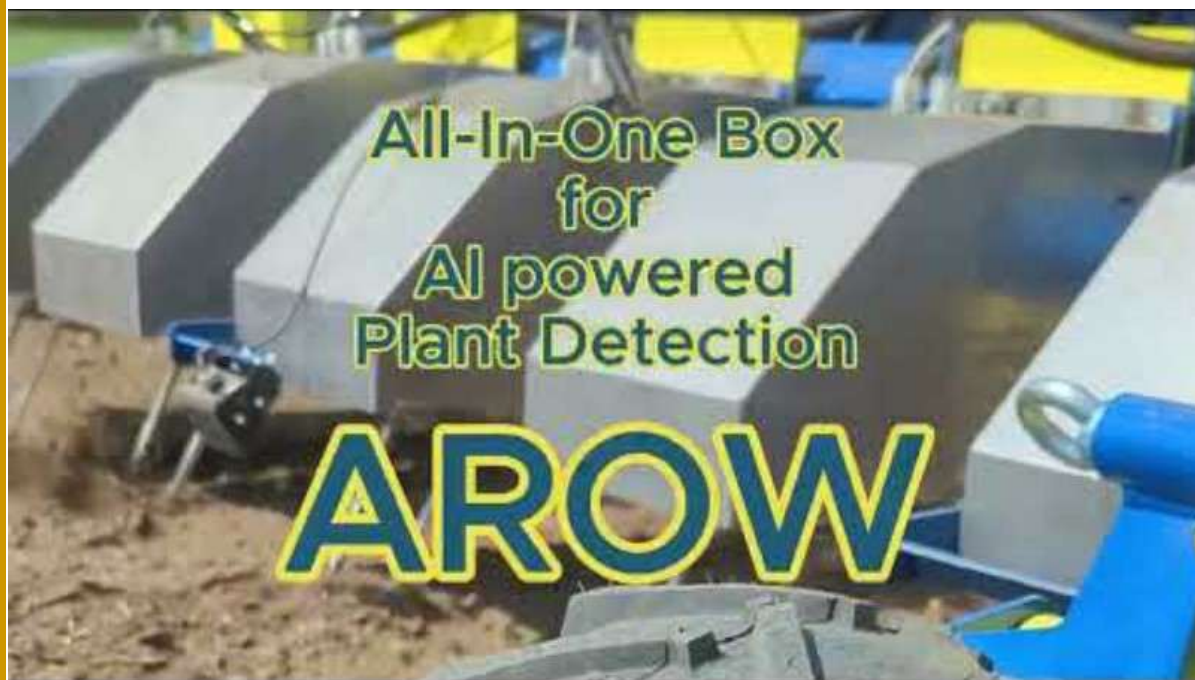


Figure 8a. Spray pattern produced by the dual rotating-disc type spray atomizer. Photo by DJI.com.

Mechanické a fyzikální metody cílené regulace zaplevelení

- real-time detekce zaplevelení (kamerové systémy + AI)
- mechanická regulace – plečkování v řádku plodin
- regulace fyzikální metodou (laser)

robotizovaná plečka Ullmana

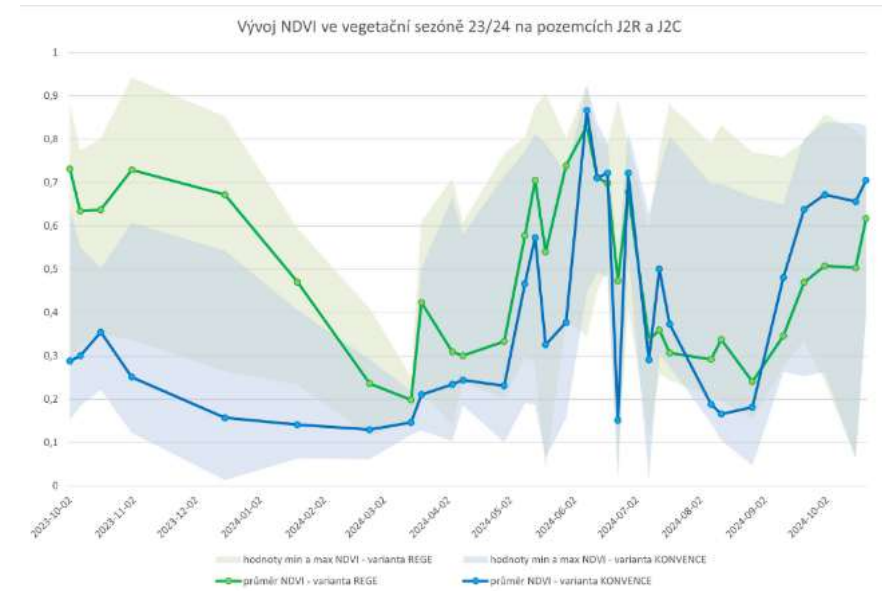


Carbon Robotics

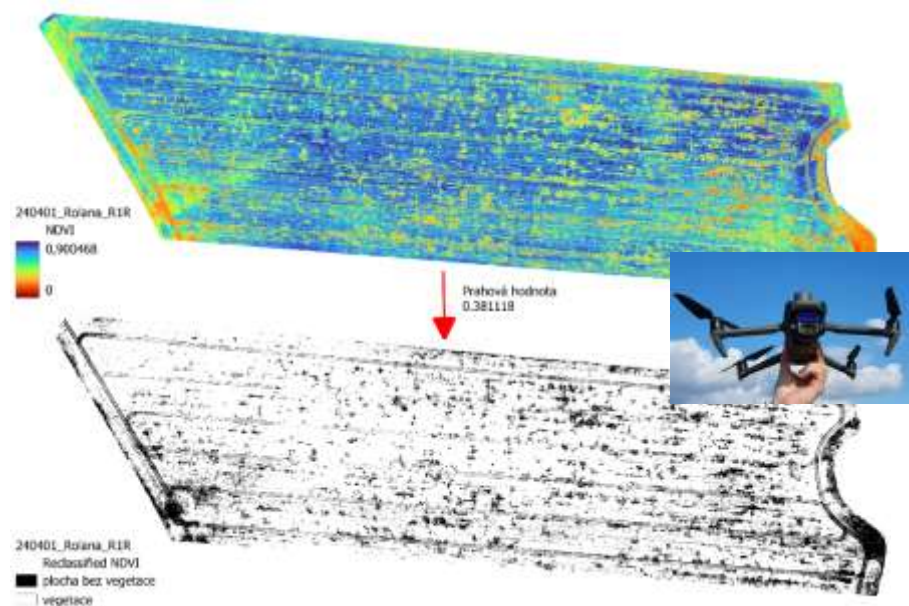
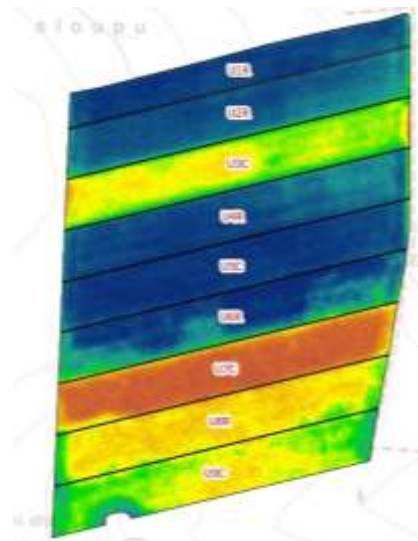


Implementace postupů PZ v regenerativním zemědělství

- výzkumný projekt „Pro ječmen“ zaměřený na regenerativní pěstování sladovnického ječmene
- Porovnání REGE a KONV variant na 3 lokalitách v ČR (216 ha, 2023-2027)
- Implementace technologií PZ pro mapování půdy a diagnostiky stavu porostů
 - mapování půdy (EMI, vzorkování) + meteo čidla
 - Monitorng růstu rostlin pomocí DPZ, mapování výnosů plodin
 - Hodnocení poškození porostů a zaplevelení pomocí UAV



<https://projecmen.cz/>



Nabídka služeb precizního zemědělství v ČR



studio
agrárních
systémů



Použití aplikace iSoyl na iPad pro ovládání rozmetadla (2019)

Google Earth Engine (<https://code.earthengine.google.com/>)

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, the Google Earth Engine logo is on the left, a search bar in the center, and a user profile dropdown on the right. Below the header, the interface is divided into several panels:

- Scripts Panel:** A list of saved scripts on the left, including '1_filter_L8-SR', '1_filter_MOD13', '1_filter_S1', '1_filter_S2_plot', '1_filter_S2_plot_maxMed', '1_filter_S2_plot_maxMed_Zonal', '1_filter_VIIRS', '2_NDVI+NDRE_S2_clip_exp', '2_NDVI_L8_clip_exp', '2_NDVI_S2_clip_UNI_exp', '2_NDVI_S2_clip_UNI_exp_geometry', and '2_NDVI_S2_clip_Koicic2018'. The script '1_filter_S2_plot' is selected.
- Script Editor:** The code for '1_filter_S2_plot' is shown. It filters Copernicus Sentinel-2 image collections for the period from March 1, 2019, to December 31, 2019. It selects the B4, B3, and B2 bands, calculates the NDVI, and applies a color palette. The code is as follows:

```
1 // Filter collections to dates of interest.
2 var start = '2019-03-01';
3 var end = '2019-12-31';
4 var l8 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
5   .filterDate(start, end)
6   .select(['B4', 'B3', 'B2']);
7 var ndvi = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
8   .filterDate(start, end)
9   .map(function(img) {
10     return img.addBands(img.normalizedDifference(['B8', 'B4']).select("nd"));
11   });
12
13 var palette = ['FFFFFF', 'CE7E45', 'DF923D', 'F18555', 'FC0163', '998718',
14               '74A901', '66A000', '529400', '3E8601', '207401', '056201',
15               '004C00', '023B01', '012E01', '011D01', '011301', '008080', '0000FF', '000000'];
```
- Inspector Panel:** Shows the execution results of the script, including the 'Two Chart Inspector'.
- Two Chart Inspector:** This panel contains two charts:
 - NDVI Over Time:** A line chart showing the NDVI values over time. The x-axis represents dates from April 2019 to May 2019, and the y-axis represents NDVI values from 0.0 to 1.0. A blue line shows the NDVI values, which fluctuate between approximately 0.1 and 0.7.
 - RGB Bands Spectrum Over Time:** A bar chart showing the spectral response of the B2, B3, and B4 bands. The x-axis represents dates from April 2019 to May 2019, and the y-axis represents the spectral response from 0 to 10,000. The B2 band (blue) shows a peak in late April, while the B3 (red) and B4 (yellow) bands show peaks in late May.
- Map View:** A satellite map of a rural area with a red polygon highlighting a specific region. The map includes a 'Layers' panel, a 'Mapa' button, and a 'Satelitní' button. The Google logo is visible in the bottom left corner of the map.

Nikdy nespí a jede nonstop. Robot ve vinohradu zastane práci za dva traktory



Ilona Pergrová
webeditorka

☆☆☆☆☆ 0

4. 4. 2023 · 7



Plně autonomní stroje Bakus od firmy VitiBot budou obdělávat vinohrady ve vinařství Kolby v Pouzdřanech a ve vinařství Vinselekt Michlovský

Nově vyvinutý automatický systém významně pomáhá s přesunem dojníc

Od portal24.cz 08. července 2022



Facebook



Twitter



Pinterest



WhatsApp



FOTO - af.mendelu.cz

Vědci z Mendelovy univerzity v Brně se podařilo sestavit a úspěšně vyzkoušet zařízení, které automatizuje přechod krav ze stájí do dojírny a zpět. Šetří lidskou práci, krávy jsou díky absenci člověka více v klidu a lépe dojí. Princip technologie spočívá v řetězovém pásu, který se spustí v čase vyhánění zvířat na dojení a za doprovodu zvukové signalizace se začne pomalu posouvat směrem k automaticky otevírané brance do dojírny. Krávy si zvykly na nový postup za týden, uvedl v tiskové zprávě proděkan agronomické fakulty Daniel Falta.

Souhrn

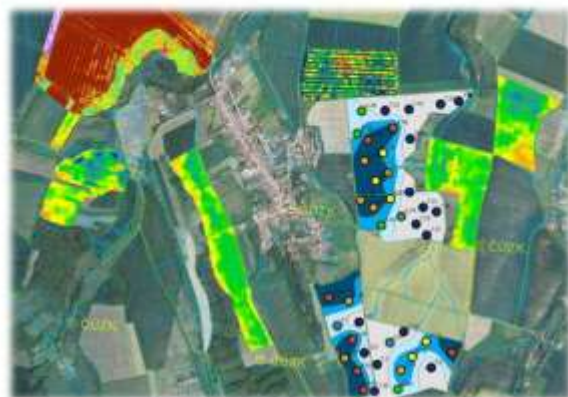
- Precizní zemědělství představuje směr racionálního hospodaření na půdě, který má z hlediska budoucího vývoje zemědělství **vysoký potenciál uplatnění v ČR**,
- zefektivnění využití materiálových vstupů představuje jak **ekonomické přínosy**, tak minimalizuje **environmentální rizika**,
- poskytování volně dostupných dat (DPZ, LPIS, KN, apod.) a automatizace sběru faremních dat usnadňuje celoplošné mapování nevyrovnanosti pozemků a návrh **lokálně cílených agrotechnických operací**
- vysoká míra automatizace procesů a ovládání aplikační techniky umožňuje snadno reflektovat plošná **agroenvironmentální omezení**.
- nezbytné zajištění **proškolení pracovníků** (obsluha, management) a adekvátní vzdělávání na **středních a vysokých školách**.



Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Mendelova univerzita v Brně

Vzdělávání a výuka smart farming na AF MENDELU

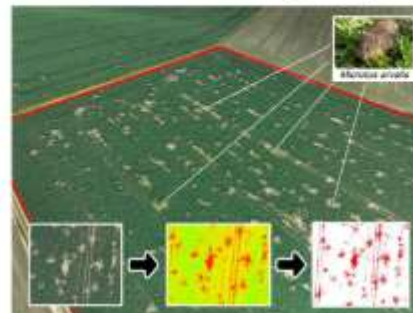
- Výuka předmětů zaměřených na smart farming a digitalizaci zemědělství napříč studijními programy AF MENDELU
 - **Precizní zemědělství** (od 2005, ~ 80 studentů)
 - **Zemědělské dotace a evidence** (~ 90 studentů)
 - **Provoz mechanizace v zemědělském podniku** (~ 20 studentů)
 - **Smart farming a udržitelné hospodaření** (od 2025, ~ 15 studentů)
- Vedení závěrečných prací (Bc., NMgr.)
- Doktorské studium
- Zahraniční studenti a studijní pobyty (Erasmus)
- Prezentace pro odbornou veřejnost (semináře, konference, workshopy)
- Popularizace zemědělství pro veřejnost (Noc vědců, Sraz absolventů, Polní dny, apod.)



CERTIFIKOVANÁ METODIKA PRO PRAXI
Postupy sběru a zpracování faremních dat pro
lokálně cílenou agrotechniku polních plodin
Neudert L. - Lukas V. a kol.

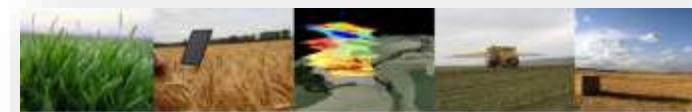


Ověřená technologie (Z_{tech})

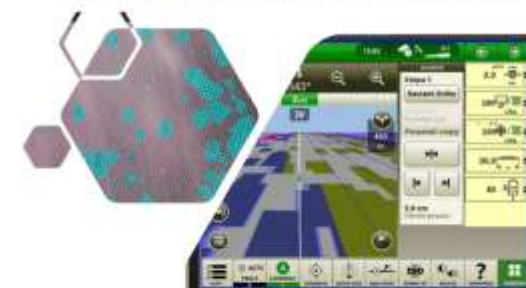


Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země

Elbl J., Lukas V., Kaplánek T., Kintl A., Sobotková J., Kouřil J.
Výstup z projektu „Interní grantové agentury MENDELU IGA24-AF-IP-055 „Detekce poškození porostů zemědělských
plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) metodami dálkového průzkumu Země“
Technická dokumentace výsledku
(popis technologie včetně protokolu o způsobu a vlastním testování ověřené technologie)



Ověřená technologie (Z_{tech})

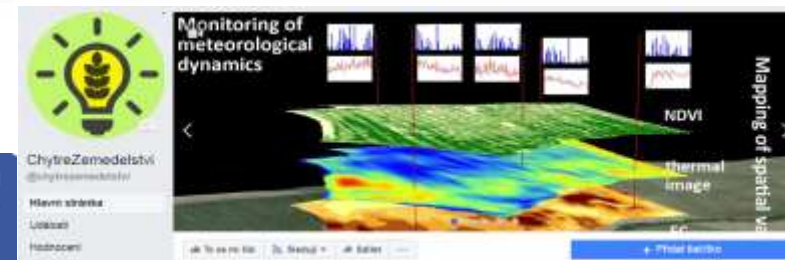


Ohnisková a zonální aplikace herbicidů v podmínkách konvenčně hospodařícího podniku

Elbl J., Lukas V., Vitek T., Smutný V., Vymola I., Kuchaříková K., Kintl A., Sobotková J.,
Sojka T., Hnilíčka O., Kouřil J., a Pinkas J.
Výstup z projektu „NAZV QJ15020054 „Optimalizace používání přípravků na ochranu rostlin glóbně diferencovanou
aplikací metodami precízního zemědělství“
Technická dokumentace výsledku
(popis technologie včetně protokolu o způsobu a vlastním testování ověřené technologie)



<https://uak.af.mendelu.cz>



www.facebook.com/chytrezemedelstvi



Děkuji za pozornost



Vojtěch Lukas

Ústav agrosystémů a bioklimatologie

Agronomická fakulta

Mendelova univerzita v Brně

vojtech.lukas@mendelu.cz

uak.af.mendelu.cz



Tým Laboratoře precizního zemědělství na AF MENDELU

Prezentace obsahuje výsledky řešení výzkumných projektů NAZV QL25020034 a TAČR TQ03000882

