

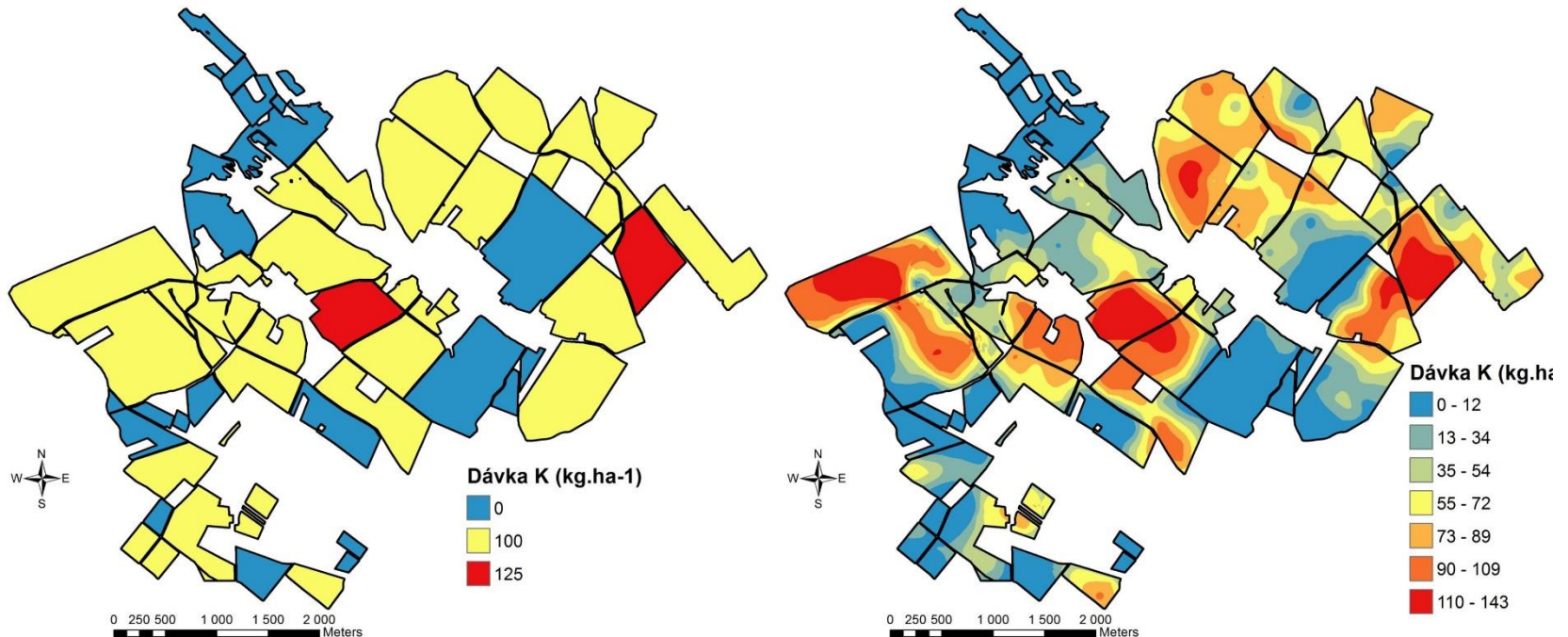


# Precizní zemědělství na AF MENDELU v Brně – výuka a výzkum

## Lokálně cílené 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 materiálových vstupů (hnojiva, pesticidy, PHM) a **zachování** produkční schopnosti půdy při **dodržování** agroenvironmentálních omezení daného stanoviště (přirozených i legislativních).

Přínosy:

## **Ekonomické**

efektivní využívání  
materiálových vstupů



## **Environmentální**

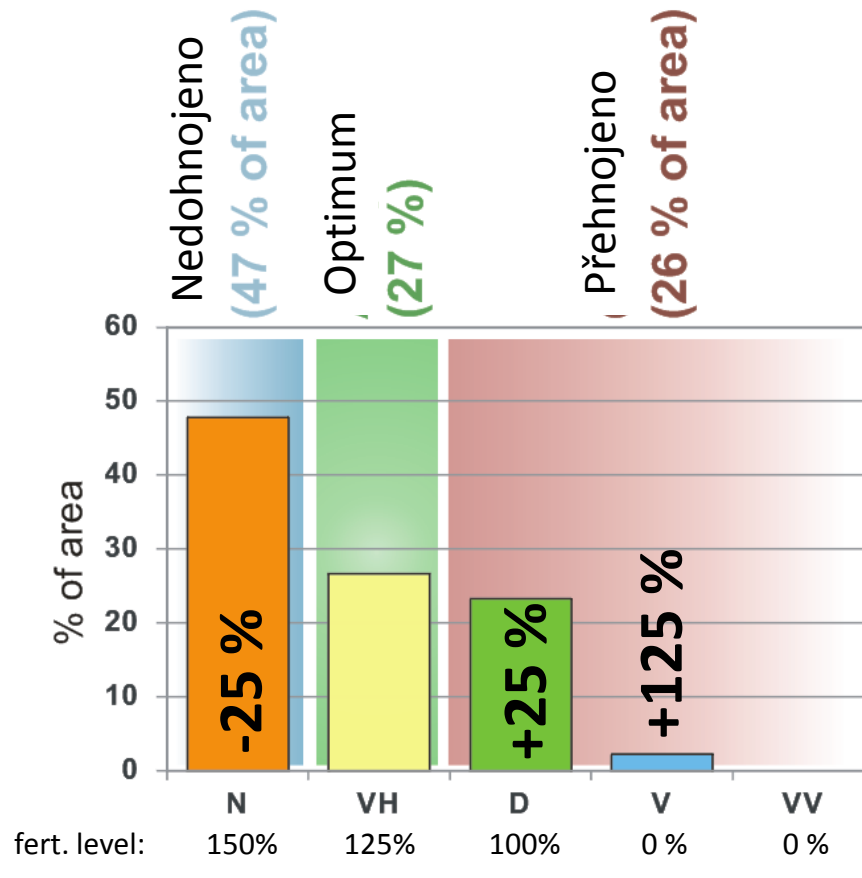
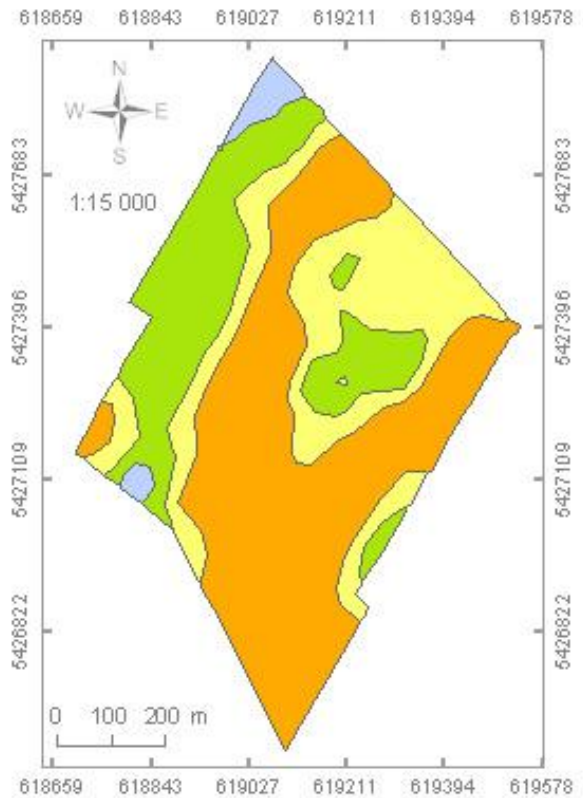
intenzita pěstování s ohledem  
na agroenvironmentální limity



## **Ostatní**

management mechanizace,  
dohledatelnost produktů





průměrná hodnota za celý pozemek

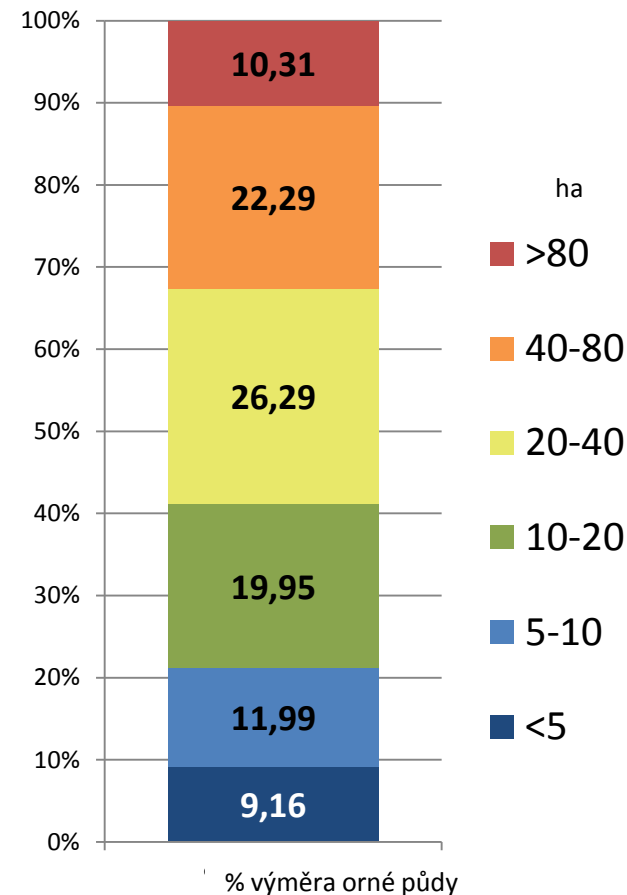
## Předpoklady pro uplatnění v ČR

Velikostní skupiny podniků podle výměry obhospodařované z. p. (ha)	Podniky celkem <sup>1)</sup>			
	počet		výměra obhospodařované z. p.	
	abs.	%	ha	%
> 0 ≤ 5	24 066	52,3	37 595	1,1
5 ≤ 10	5 616	12,2	39 136	1,1
10 ≤ 50	9 615	20,9	216 145	6,1
50 ≤ 100	2 326	5,1	162 258	4,6
100 ≤ 500	2 570	5,6	564 979	16,0
500 ≤ 1 000	793	1,7	577 227	16,3
<b>1 000 ≤ 2 000</b>	666	1,4	934 025	<b>26,4</b>
<b>2 000 a více</b>	337	0,7	1 005 423	<b>28,4</b>
<b>Celkem</b>	<b>45 989</b>	<b>100,0</b>	<b>3 536 787</b>	<b>100,0</b>

podniky >1000 ha na **54,8 %** zem. půdy v ČR

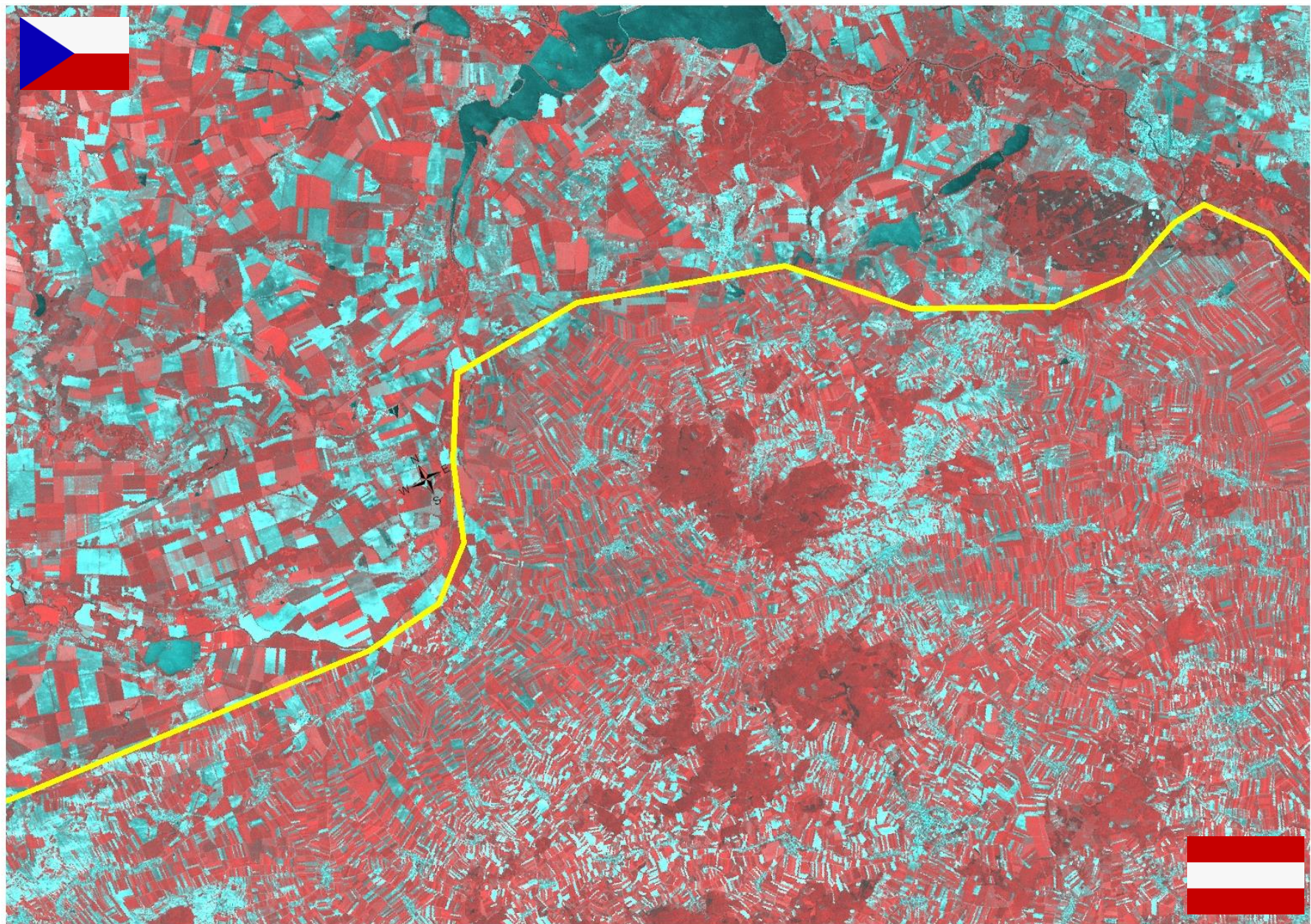
podniky >500 ha na **71,1 %** z.p.

Velikostní struktura zemědělských podniků  
(Zelená zpráva, 2009)

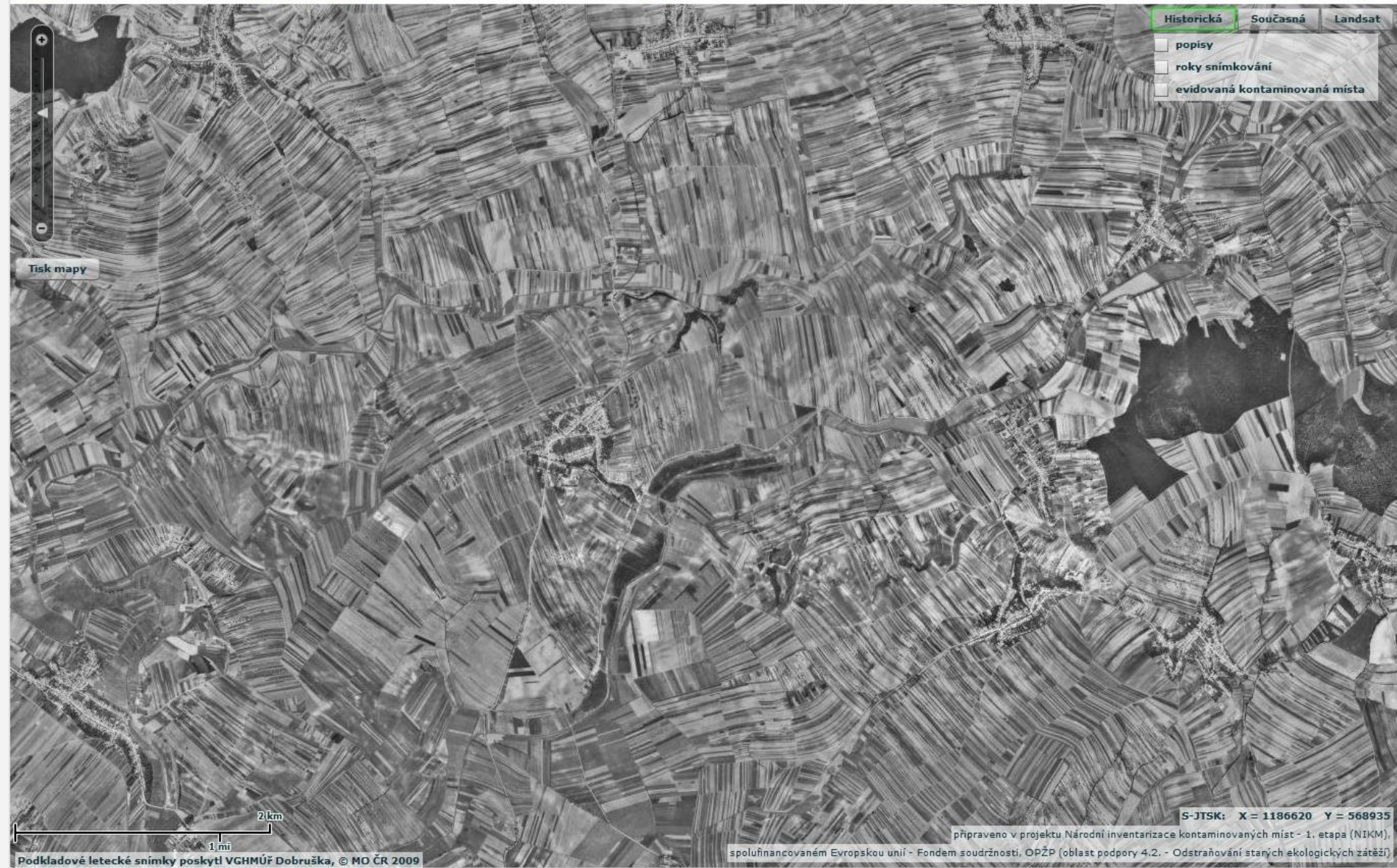


Procentuální zastoupení velikostních kategorií půdních bloků (LPIS, 2011)

# Úvod









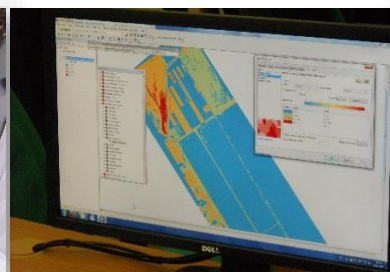


## VÝUKA PRECIZNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ NA AF MENDELU

## Předmět „Precizní zemědělství (PRZE)“

- povinný (Fytotechnika) + volitelný
- výuka od 2005, garant prof. Křen
- výuka v ANG (Dr. Klem)
- zaměřeno na:
  - seznámení s klíčovými technologiemi (GIS, GPS)
  - metody mapování a hodnocení prostorové variability pozemků (DPZ, senzory, geostatistické metody)
  - variabilní aplikace hnojiv a pesticidů

Týden	Témata výuky předmětu <i>Precizní zemědělství (Dotace: 2 h. přednáška + 2 h. cvičení)</i>
1	Úvod do předmětu - význam precizního zemědělství, historie, rozšíření v ČR a ve světě, očekávané a dosažitelné přínosy lokálně cíleného hospodaření na půdě.
2	Základy GNSS – principy určování polohy pomocí družicových systémů; metody zpřesnění lokalizace; postprocesní zpracování dat; systémy navazování pracovních jízd mechanizace.
3	Základy GIS – typy dat a rozdíly v jejich zpracování; základní operace s vrstvami; souřadnicové systémy; mapová algebra; vizualizace a tvorba map.
4	Prostorová variabilita – význam a geostatistické metody hodnocení; parametry variogramu; metody prostorových interpolací; tvorba aplikačních map z výsledků půdního vzorkování.
5	DPZ – základní principy; spektrální vlastnosti půdy a porostů, změny spektrálního chování rostlin v průběhu vegetace; vegetační indexy a jejich aplikace při hodnocení stavu porostů.
6	DPZ – pasivní a aktivní systémy pořizování dat; letecké a satelitní snímkování; parametry snímků; základní postupy digitálního zpracování a analýzy obrazových dat.
7	Mapování půdních podmínek – postupy vzorkování půdy; metody on-the-go měření geofyzikálních vlastností půdy; měření penetrometrického odporu půdy.
8	Metody hodnocení stavu porostů – anorganické rozborů rostlin; kontaktní metody diagnostiky výživného stavu rostlin; online sensorové systémy.
9	Metody identifikace škodlivých organismů na základě sensorového měření a znalostech variability půdního prostředí a mikroklíma porostů. Variabilní aplikace pesticidů.
10	Postupy získávání výnosových dat při sklizni plodin a metody mapového zpracování. Interpretace výnosových map a jejich využití při agronomickém rozhodování.
11	Správa dat – informační systémy a aplikace pro práci s daty lokálně cíleného hospodaření. Telematické systémy správy mechanizace. Práce v SW Farmworks.
12	Postupy a úskalí zavádění technologií precizního zemědělství do zemědělského podniku. Poskytování služeb precizního zemědělství společností MJM Litovel a.s. - zkušenosti z praxe.

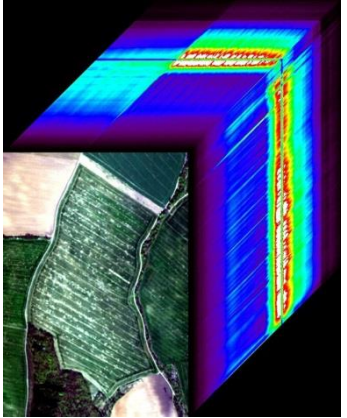


## Předmět „Aplikovaný pěstitelský software (APSW)“

- povinně-volitelný (Fytotechnika)
- také pro kombinované studium
- výuka od 2009, garant prof. Křen
- zaměřeno na:
  - základy GNSS, GIS, ICT
  - faremní informační systémy (FMIS)
  - evidence půdy a operací
  - **Portál farmáře (LPIS, EPH)**

Týden	Témata výuky předmětu <i>Aplikovaný pěstitelský software (Dotace: 1h přednáška+ 2h cv.)</i>
1	Úvod do informačních systémů; historie využívání IT v zemědělství; současné trendy. Význam pro pěstitele s vazbou na legislativně povinnou agronomickou evidenci.
2	Oblasti aplikace software v zemědělském podniku. Specifika zemědělského software a jejich členění; úrovně pokročilosti zpracování dat. Přehled HW a SW řešení.
3	Přehled a funkcionality jednotlivých aplikací dostupných v ČR a zahraničí. Technické řešení provozu software v zemědělském podniku. Mobilní aplikace.
4	Specifika využití software v rostlinné produkci; agronomické a manažerské požadavky s vazbou na strukturu agrosystému a potřeby řízení podniku.
5	Základy GNSS – principy určování polohy, navigační systémy. Telematické systémy mechanizace v zemědělských aplikacích. Terénní cvičení s GPS přijímači Trimble.
6	Základy GIS – typy dat a rozdíly v jejich zpracování; základní operace s vrstvami; souřadnicové systémy; mapová algebra; vizualizace a tvorba map.
7	Nástroje Portále farmáře pro zemědělské podnikatele a veřejnost; začlenění v rámci portálu eAGRI. Základní principy a historie Registru půdy (LPIS); autorizace uživatelů.
8	Registr půdy (LPIS) – popis nástrojů v rámci veřejné (pLPIS) a neveřejné (iLPIS) části webové aplikace; ukázka některých pro zemědělské uživatele typických úloh .
9	Popis aplikace Evidence přípravků a hnojiv (EPH) na Portálu farmáře. Návaznost na iLPIS a možnosti využití pro vedení legislativně povinné agronomické evidence.
10	Využití růstových modelů pro predikci vývoje zemědělských plodin a jejich implementace do zemědělských aplikací.
11	Představení a ukázka aplikací pro zemědělské podniky dostupných v ČR (Aginfo, Agrokrom, AgronomIS, GCÚpravy, MJM Deník honů a další).
12	Agrometeorologický monitoring mikroklíma porostů a půdních podmínek. Aplikace pro prognózu a signalizaci škodlivých organismů zemědělských plodin (proPlant)





## Vybrané oblasti výzkumu PZ na Ústavu agrosystémů a bioklimatologie

### **1. Mapování variability půdních vlastností v rámci pozemků**

- geofyzikální měření (EMI), DPZ, reliéf
- optimalizace vzorkování půdy

### **2. Hodnocení stavu porostů senzorovými metodami**

- stanovení biofyzikálních vlastností rostlin a porostu
- výživný stav a strukturní parametry porostu

### **3. Tvorba aplikačních map – zpracování podkladů**

- zásobní hnojení, přihnojování porostů, diferencované setí
- stanovení variability výnosu

## Měření elektrické vodivosti půdy

- průběžné (on-the-go) měření přístroji *Geonics EM38* (2004, 2007) a *GF Instruments CMD* (od 2009)
- princip elektromagnetické indukce (EMI) = bezkontaktní, neinvazivní (efektivní hloubka měření 0.4 - 1 m)
- taženo na plastových saních za vozidlem (traktor, ATV, offroad)



2009



2011



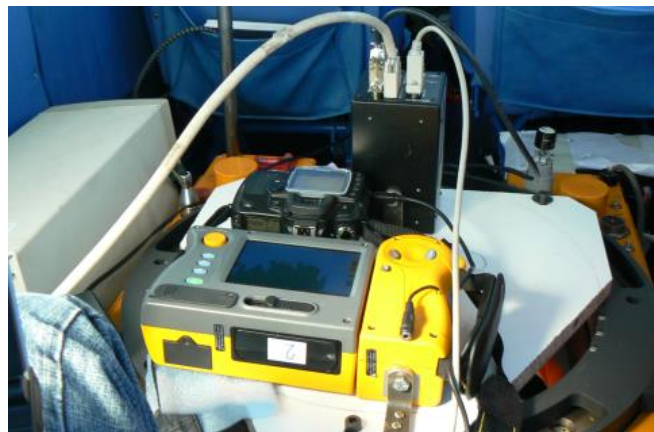
2012



2013

## Letecké snímkování holé půdy

- Zjišťování spektrálních a termálních vlastností půdního povrchu
- Provedeno letounem Cessna TU206F s následující snímací technikou:
  - DSLR Nikon D80 (viditelné záření; 0.3 m / pixel)
  - Multispektrální kamera DuncanTech MS3100 (G, R, NIR; 0.75 m / pixel)
  - Termální kamera Fluke Ti55 (TIR, 3 m / pixel)
  - Hyperspektrální skener Specim QE



Testování on-the-go sensorového měření přístrojem Veris MSP3 (VIS/NIR, EC, pH ISE)  
v Žabčicích (září 2014) ve spolupráci s Leading Farmers CZ





## Porovnání senzorových metod (2014)



- Veris MSP3  
(Leading Farmers)
- EC (ER)
  - pH (ISE)
  - org.hmota (R/NIR)

2 hloubky měření (EC)



- Geonics EM38-Mk2  
(ČZU Praha)
- EC (EMI)

2 hloubky měření

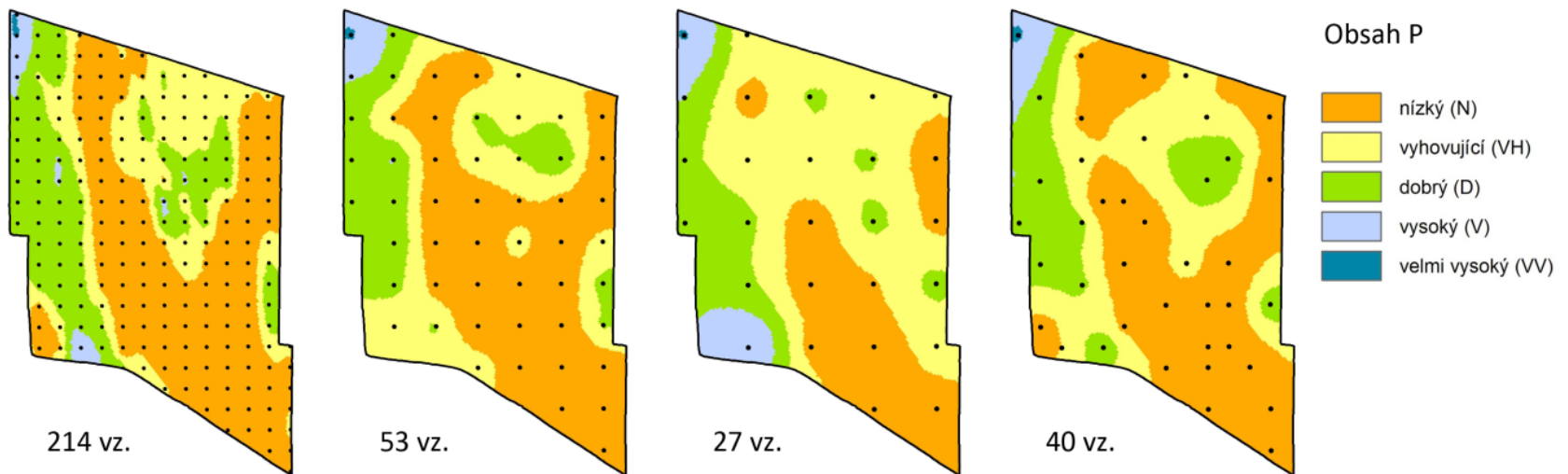


- GFInstruments CMD  
(MENDELU)
- EC (EMI)

1 hloubka měření

## Vzorkování půdy

- vliv hustoty vzorkování



Výsledky cíleného vzorkování na základě sensorového mapování půdy:

- Snížení počtu vzorků o 50 - 60 % s využitím ESAP-RSSD algoritmu v porovnání s 100m sítí (1vz. na ha)
- Snížení počtu vzorků o 25 % při subjektivním (manuálním) rozmístěním vzorků (OPT)



k.ú. Otnice (Újezd u Brna) – měření elektrické vodivosti půdy

## Hodnocení stavu porostů

- nahrazení tradiční agrobiologické kontroly
- významné pro výživu a hnojení rostlin, aplikaci regulátorů růstu a další pěstební operace
- pozemní průzkum
- dálkový průzkum



## Pozemní průzkum

- odběry rostlin (0,25 m<sup>2</sup>)
    - množství nadzemní biomasy (čerstvá hmota, sušina)
    - obsah N
    - počet rostlin/odnoží
    - kategorie odnoží (silné/střední/slabe)
    - výška rostlin
  - měření chlorofylmetrem
    - Yara N-tester
  - měření spektrálních vlastností
    - spektrometr ASD Handheld2 (325-1075 nm)
    - Trimble Greenseeker Handheld (NDVI)
- počátek sloupkování DC32 (pšenice, ječmen)  
- metání DC59 (pšenice)



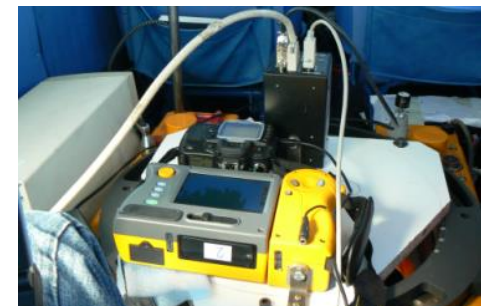
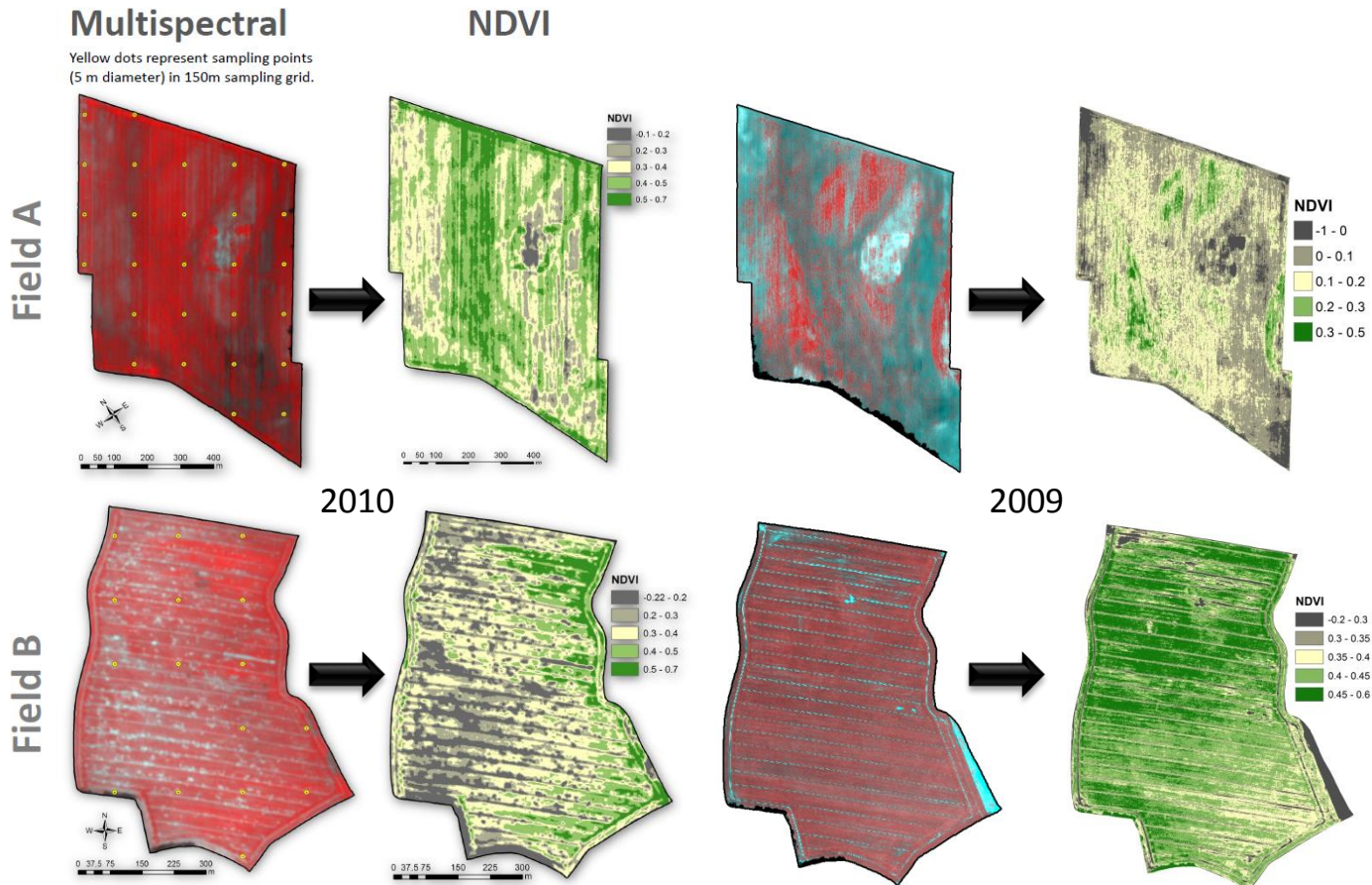
## Letecké snímkování

- multispektrální – vlastní technikou
- multispektrální - Vexcel UltraCam X na Piper Aztec (Argus Geo Systém, s.r.o.)
- hyperspektrální - ITRES CASI-1500 na Cessna 208B Grand Caravan (Czechglobe)

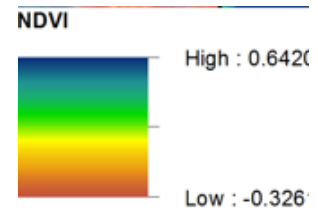
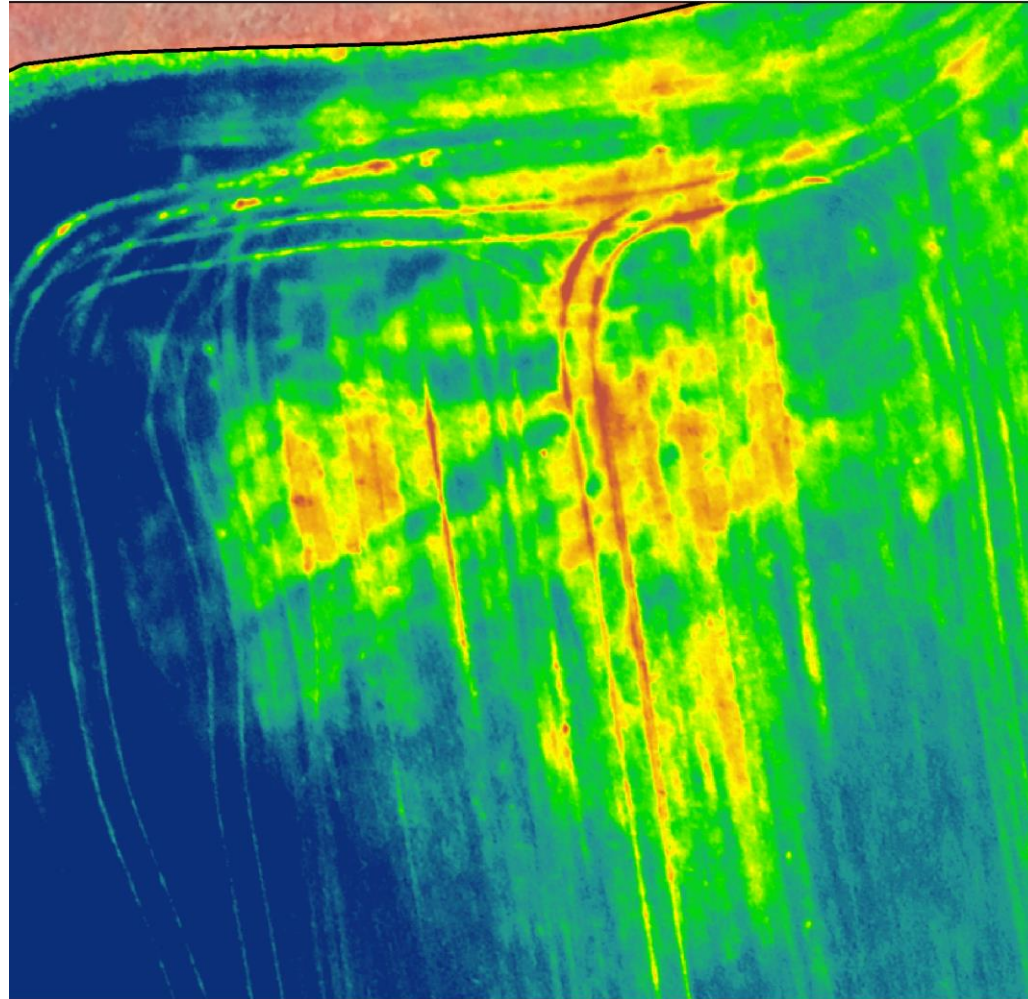


## Mapping of spatial variability of crops

### Remote sensing



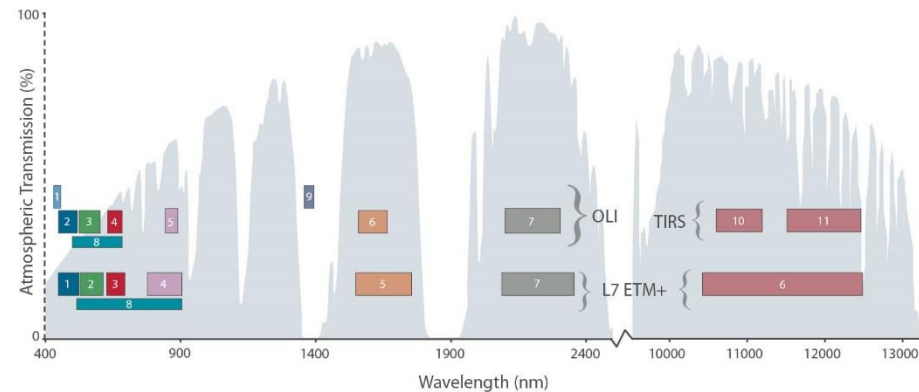
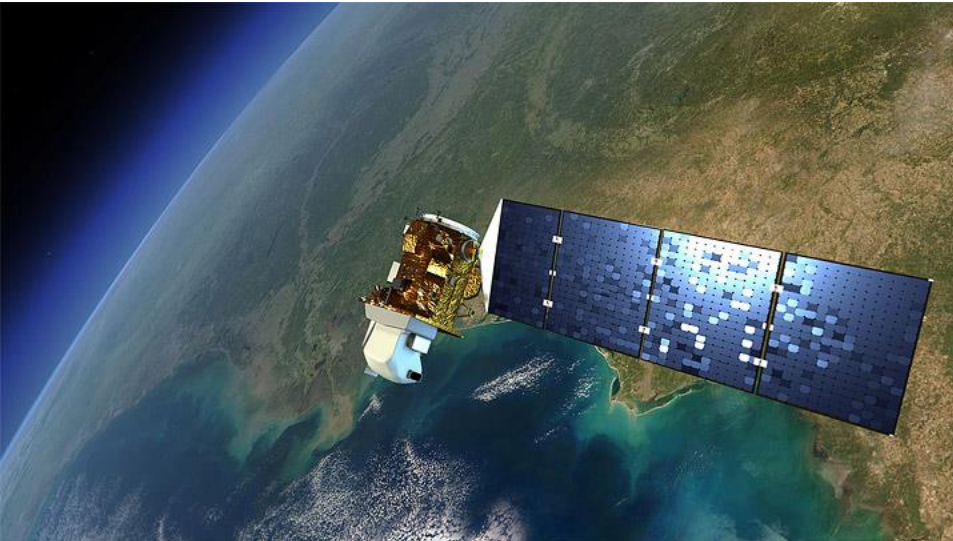
## Bezpilotní snímkování





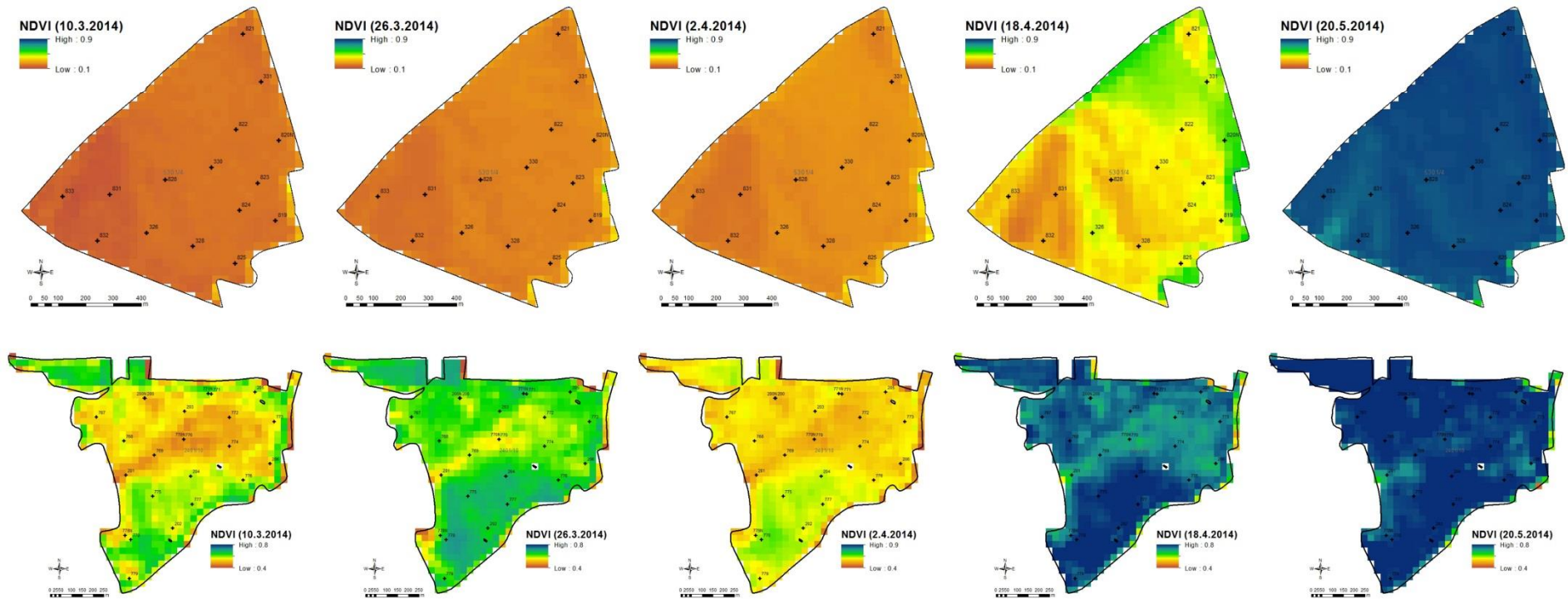
## Družicový monitoring

- Landsat 8 LDCM (OLI)
  - scéna 185 x 185 km, revisit time 16 dnů, data od dubna 2013
  - 11 širokospektrálních pásem
  - základní radiometrické zpracování = stanovení radiance, reflektance (TOA, povrch) (FLAASH/QUAC modul ENVI 5.1)
  - 30 m / pixel (OLI)
  - výpočet vegetačních indexů NDVI, GNDVI, SRI, EVI, EVI2, SIPI, MSAVI2



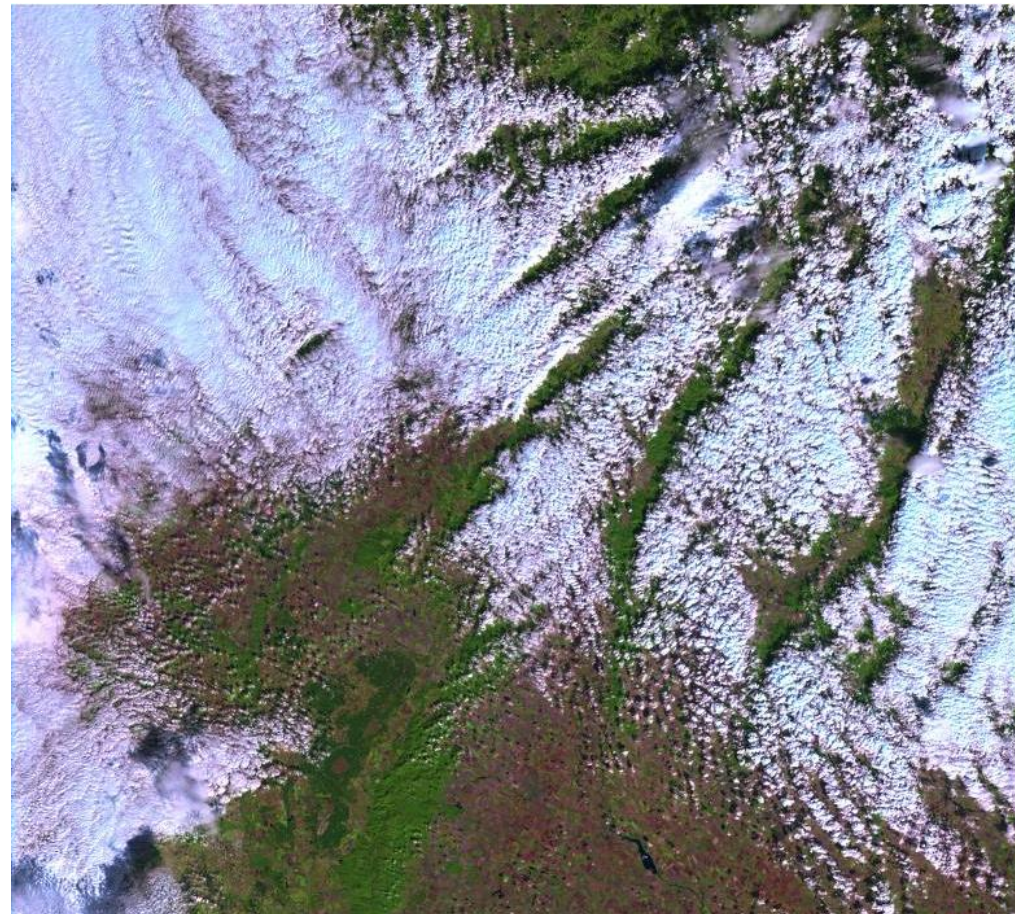
## Landsat 8 OLI images

- crop development within 68-ha (spring barley) and 62-ha (winter wheat) fields in 2014 represented by NDVI



# Výzkum – hodnocení stavu porostů

Name	Datum	Pod Cover (MTL)	Otnice
LC81900262014012LGN00	12.1.2014	19	3
LC81890262014021LGN00	21.1.2014	88	3
LC81890262014037LGN00	6.2.2014	96	3
LC81900262014044LGN00	13.2.2014	44	3
LC81900262014060LGN00	1.3.2014	61	2
LC81890262014069LGN00	10.3.2014	5	1
LC81900262014076LGN00	17.3.2014	77	3
LC81890262014085LGN00	26.3.2014	26	1
LC81900262014092LGN00	2.4.2014	20	2
LC81900262014108LGN00	18.4.2014	44	1
LC81890262014117LGN00	27.4.2014	33	1
LC81890262014133LGN00	13.5.2014	61	3
LC81900262014140LGN00	20.5.2014	1	1
LC81890262014149LGN00	29.5.2014	79	3
LC81900262014156LGN00	5.6.2014	90	3
LC81890262014165LGN00	14.6.2014	55	2
LC81900262014172LGN00	21.6.2014	88	3
LC81890262014181LGN00	30.6.2014	40	3
LC81900262014188LGN00	7.7.2014	4	2
LC81890262014197LGN00	16.7.2014	13	2
LC81900262014204LGN00	23.7.2014	29	2
LC81890262014213LGN00	1.8.2014		3
LC81900262014220LGN00	8.8.2014		1



## Tvorba aplikačních map – zpracování podkladů

Modifikace tradičního postupu stanovení úrovně základního hnojení plodin pro potřeby precizního zemědělství (VRA)

1. Optimalizace půdního vzorkování
2. Zpřesnění interpretace půdních map – **implementace bilančního koeficientu**
3. Zohlednění prostorových rozdílů ve výnose plodin = **proměnlivý normativ odběru živin**

## Agrometeorologický monitoring

Využití bezdrátových senzorových sítí v zemědělství  
- výzkumný projekt Agrisensor (2009-2011)



Popis senzorového nodu L1



Základna senzorového nodu



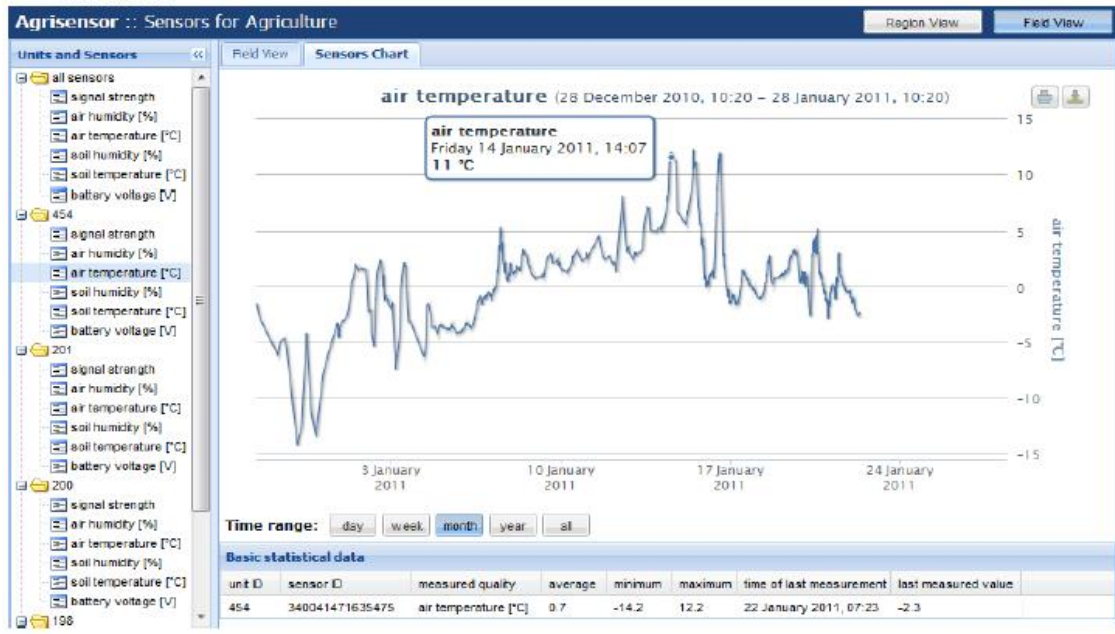
RFID přijímač L2 jednotky na věži



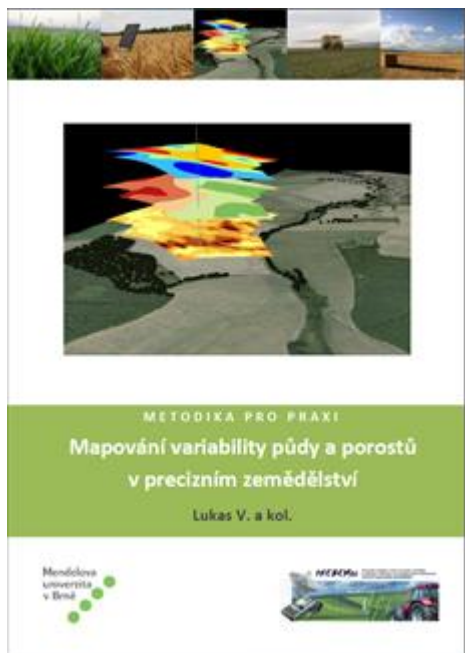
Instalace vlhkoměru VIRRIB



Mobilní komunikační jednotka L2



## Metodiky pro praxi vydané na MENDELU se zaměřením na precizní zemědělství



Mapování variability půdy a porostů v precizním zemědělství

Tvorba aplikačních map pro základní hnojení plodin v precizním zemědělství

Stanovení a optimalizace diferencovaných dávek dusíkatých hnojiv v precizním zemědělství

Stanovení optimálních dávek herbicidů s využitím přístrojů založených na měření fluorescenci chlorofylu

<http://uak.af.mendelu.cz/cz/metodiky>



# Děkuji za pozornost

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Vojtěch Lukas**  
Ústav agrosystémů a bioklimatologie  
Agronomická fakulta  
Mendelova univerzita v Brně  
vojtech.lukas@mendelu.cz

