

## Cílená aplikace hnojiv a přípravků na ochranu rostlin v precizním zemědělství



Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D.  
Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.

Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF  
Mendelova univerzita v Brně



## Cílená aplikace hnojiv a přípravků na ochranu rostlin v precizním zemědělství

• Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D.

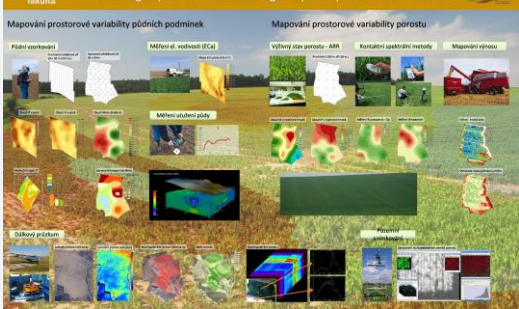
• Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.



Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF  
Mendelova univerzita v Brně



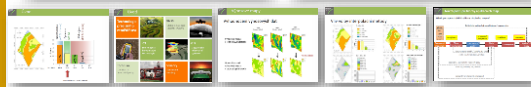
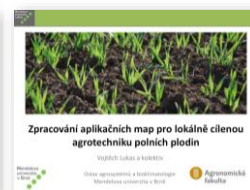
## Agrosystémová bioklimatologie Ústav agrosystémů a bioklimatologie - výzkum precizního zemědělství



## MendelInfo

• MendelInfo 2015

• MendelInfo 2018



[http://www.istro.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=71&Itemid=80](http://www.istro.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=80)



## Obsah přednášky

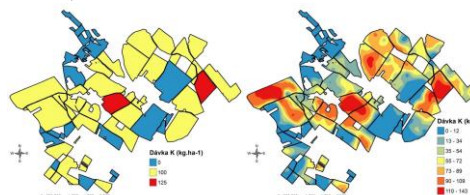
- Úvod
- Co je PZ
- Přínosy PZ
- Stanovení heterogenity
- Variabilní aplikace N
- Online senzorové systémy
- Variabilní aplikace POR
- Cílená aplikace herbicidů



## 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 při provádění pěstebních zásahů.

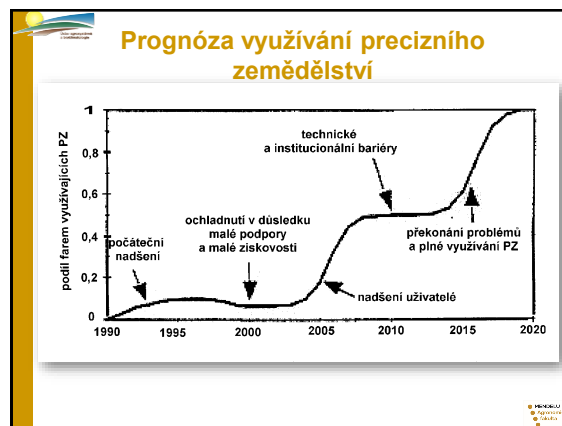


## Lokálně cílené hospodaření/ precizní zemědělství

Cílem je zefektivnění materiálových vstupů (hnojiva, pesticidy, PHM) a **zachování** produkční schopnosti půdy při **oddržování** agroenvironmentálních omezení daného stanoviště (přírodních i legislativních).

**Přínosy:**

- Ekonomické**  
efektivní využívání materiálových vstupů
- Environmentální**  
intenzita pěstování s ohledem na agroenvironmentální limity
- Ostatní**  
management mechanizace, dohledatelnost produktů

## Stanovení heterogenity pozemku



Vzorkování půdy    Půdní mapy    Reliéf terénu    Historie užívání  
Mapování půdy    Mapování výnosů    Plodinové senzory    Dálkový průzkum  
Var. aplikace hnojiv    Aplikace POR    Zpracování půdy    Variabilní síť

## Agronomické rozhodování

**Analýza dlouhodobých trendů**

- očekávaná úroveň výnosu
- identifikace rizikových oblastí (vyplavování N, polehání, zaplevelení,...)

**= PLÁN**

+

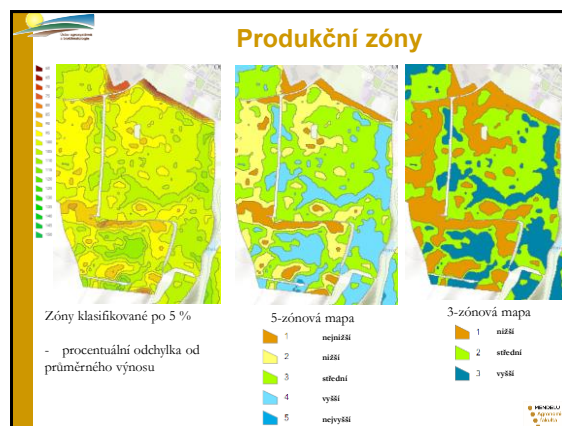
**Hodnocení aktuálního stavu**

- diagnostika stavu porostu (výživa, zdravotní stav)
- hodnocení půdních vlastností

**= KOREKCE**

## Mapy výnosových hladin / produkčních zón

- vymezení produkčních jednotek v rámci jednotlivých pozemků
- = definování oblastí se shodnou očekávanou výnosovou úrovní
- podklad pro vytvoření **management zón** pro lokálně cílené pěstební zásahy, pro které je významná informace o **očekávaném výnose** plodin

### Kombinace vstupních dat pro lokálně cílenou agrotechniku



Var. aplikace hnojiv    Aplikace POR    Zpracování půdy    Variabilní seti


- Základní hnojení (P, K, Mg, Ca)
  - produkční zóny + mapování agrochemických vlastností půdy
- Hnojení statkovými hnojivy
  - produkční zóny + obsah org.hmoty v půdě
- Variabilní přihnojení porostů N hnojivou (online / offline)
  - produkční zóny + diagnostika aktuálního stavu porostů
- Variabilní seti
  - produkční zóny + mapování půdních podmínek
- Variabilní aplikace POR (fungicidy, regulace růstu, desikace, herbicidy)
  - aktuální stav porostu + produkční zóny
- Management pozemků (rajonizace pro greening, DZES 7, ...)

### Variabilní hnojení N

Základní hypotéza vychází z předpokladu, že na základě efektivního mapování variability půdních podmínek v rámci honů a analýzy dat z DPZ lze doporučit optimální intenzitu hospodaření (zejména hnojení) s ohledem na produkční potenciál půdy.

**Postup řešení:**

- Výběr vhodného pozemku
- Sběr a vyhodnocení podpůrných dat pro stanovení heterogenity testovaných pozemků
- Stanovení výnosového potenciálu z historických dat
- Variabilní aplikace fosforečných hnojiv
- Stanovení základní dávky dusíku a návrh variant režimů aplikace dusíkatých hnojiv
- Variabilní aplikace dusíkatých hnojiv
- Hodnocení stavu porostu během vegetace
- Vyhodnocení výnosových dat




### Testovací pozemky

	Póčovo	Za Hytychovým	Letošsko
Půdní blok	8903/6	8801/4	3406/11
Čtverec	560-1150	560-1150	570-1160
Výměra	68,65	35,26	29,2
Předplodina	ječmen jarní	řepka ozimá	řepka ozimá, ječmen jarní
Převládající půdní druh	Černozem, hnědozem na mírných svazích, se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 % Půdy hluboké v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a středně produktivní.	Černozemě a hnědozemě převážně na rovině nebo úplné rovině, se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 % Půdy hluboké v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produktivní až vysoce produktivní.	Černozemě převážně na rovině nebo úplné rovině, se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 % Půdy hluboké v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produktivní až vysoce produktivní.




(zdroj: LPIS)

### Stanovení heterogenity

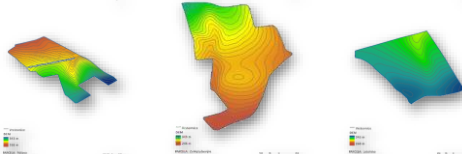


Rozmístění bodů pro odběr vzorků půdy na testovacích pozemcích – Rostěnice a.s., 2017

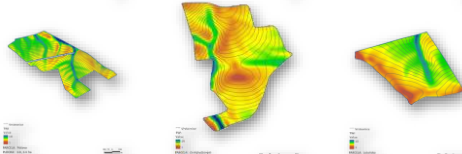


Mapy variability zásobenosti P na testovacích pozemcích

### Stanovení heterogenity

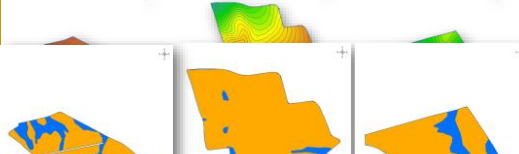


Mapy DEM na testovacích pozemcích

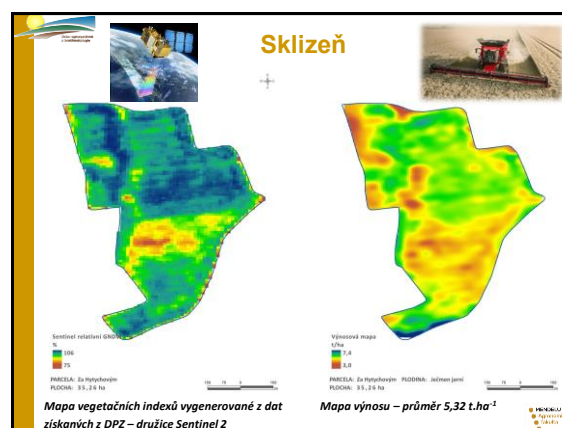
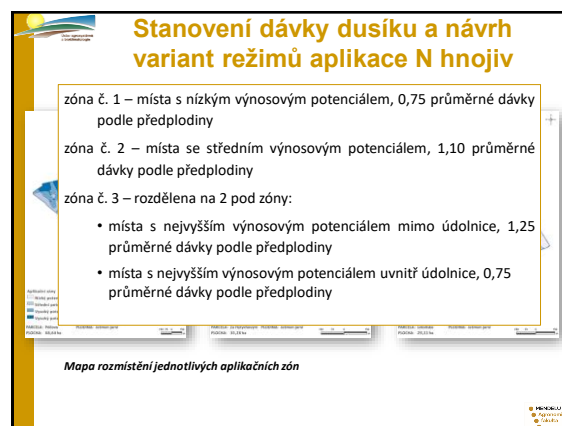
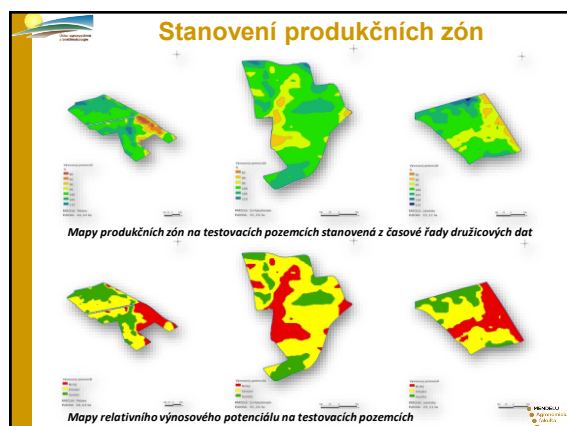


Mapy TWI indexu na testovacích pozemcích

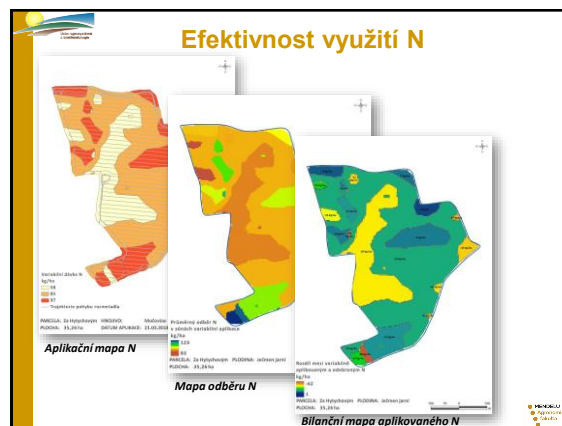
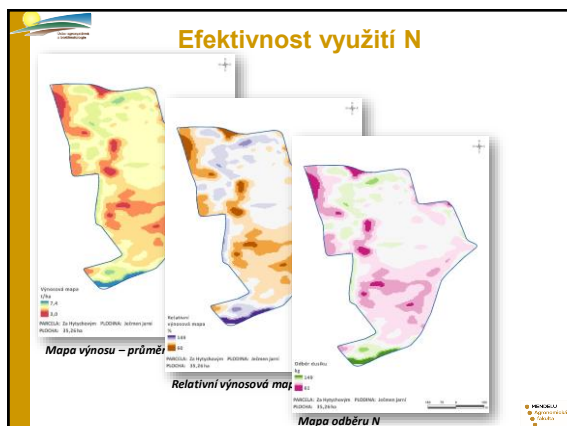
### Stanovení heterogenity



Mapy s identifikací míst s vysokou pravděpodobností poléhání porostu







### Online senzorové systémy

**Yara N-sensor**

**Fritzmeier ISARIA**

**Trimble Greenseeker**

**Topcon CropSpec**

**AgLeader OptRx**

**a další senzory**

Rozdíly: aktivní/pasivní; veg. indexy; ISOBUS; podkladové mapy; umístění na traktor/aplikátor;...

### Online senzorové systémy a jejich základní vlastnosti

	Yara N Sensor	Fritzmeier Isaria / Class Crop Sensor	Topcon CropSpec	Trimble GreenSeeker	AgLeader OptRx
Princip měření	Optický	optický	optický	optický	optický
Měřená veličina	odběr N, biomasa	odběr N (IRMI), biomasa (BI)	odběr N, biomasa	NDVI	NDVI, NDRE
Počet ujmenných spektrálních pásem	4 (730, 760, 900, 970 nm)	4	2	2	3
Orientace čidla k porostu	Sítko	koľmo	Sítko	koľmo	koľmo
Montáž	na kabině	přední závěs, ramena postřikovače	na kabině	přední závěs, ramena postřikovače	přední závěs, ramena postřikovače
Zdroj světla	senzorové výbojky	LED	laser	LED	LED
Počet senzorových výbojek	2	2	2	voľitelně	voľitelně
Plodiny	24h denně obilniny, řepka, kukurice, brambory, řepa, traviny	24h denně obilniny, řepka, traviny	24h denně obilniny, řepka, kukurice, brambory, řepa, traviny	24h denně obilniny, řepka, kukurice, brambory, řepa, traviny	24h denně obilniny, řepka, kukurice
Podkladové mapy (map overlay)	ano	ano (šip pro jednotlivé pozemky)	-	ano (šip za všechny pozemky)	-
Stanovení dávky*	voľitelně / absolutní	voľitelně / absolutní	voľitelně	voľitelně	voľitelně
V praxi	ISOBUS ready od 1999/2005	ISOBUS ready od 2009	od 2011	od 2009	od 2009
Prostředky	ISOBUS ready (Agricon PF-80X)	ISOBUS ready	ISOBUS ready	ISOBUS ready (AO ISOBOX)	ISOBUS ready

\*voľitelně stanovení dávky – uživatel volí rozptřď dávky (min - max); absolutní – rozptřď dávek je stanovena přístrojem




## Variabilní hnojení N

Základní hypotéza vychází z předpokladu, že diagnostika výživného stavu na základě aktuálního spektrálního měření umožňuje pružněji reagovat na potřebu výživy u rostlin a postihnout prostorové rozdíly v rámci jednotlivých pozemků. Online měření lze doplnit o mapový podklad (tzv. map-overlay), který koriguje intenzitu zásahu podle produkčního potenciálu daného místa.

**Postup řešení:**

1. Výběr vhodného pozemku
2. Sběr podpůrných dat – odběr vzorků půdy
3. Stanovení výnosového potenciálu z historických dat
4. Design polního pokusu a návrh variant režimů aplikace dusíkatých hnojiv
5. Variabilní aplikace dusíkatých hnojiv
6. Dálkový průzkum sledované lokality a pozemní měření
7. Odběr vzorků a vyhodnocení výnosových dat



## Výběr pozemku

**Pozemek:**

- „U kamenného kříže“.
- ozimá pšenice - odrůda Patras
- výměra: 40,29 ha
- uniformní dávka N - regenerační - LAV, 100 kg.ha<sup>-1</sup>
- - produkční – DASA, 200 kg.ha<sup>-1</sup>
- půdní typy: černozem luvická (CEI) - velmi produkční půdy  
hnědozem luvická (HNI) - půdy středně produkční
- půdní druh: hlinitopísčité až jílovitohlinité





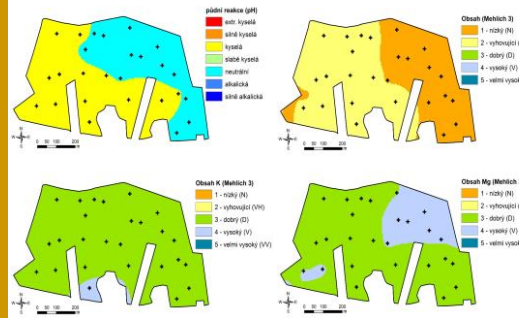
**Vybraný testovací pozemek (zdroj: LPIS)**

## Sběr podpůrných dat – odběr vzorků půdy



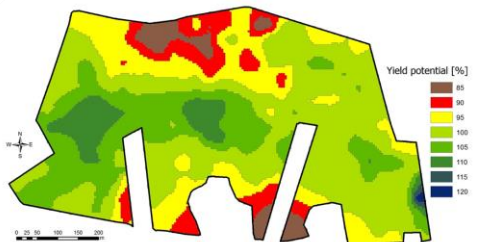



## Sběr podpůrných dat – odběr vzorků půdy



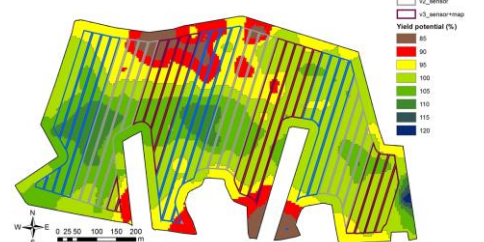
**Mapy variability půdní reakce a zásobenosti P, K a Mg**

## Stanovení výnosového potenciálu z historických dat



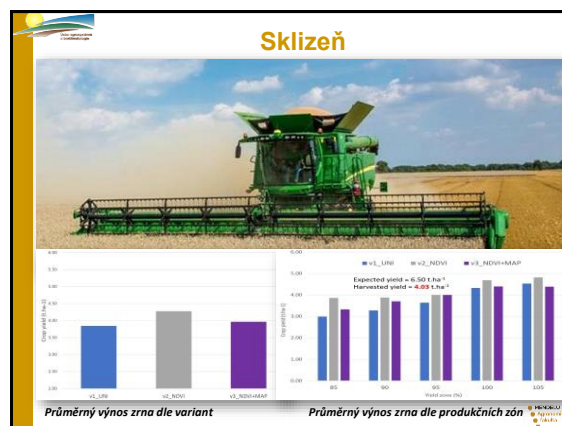
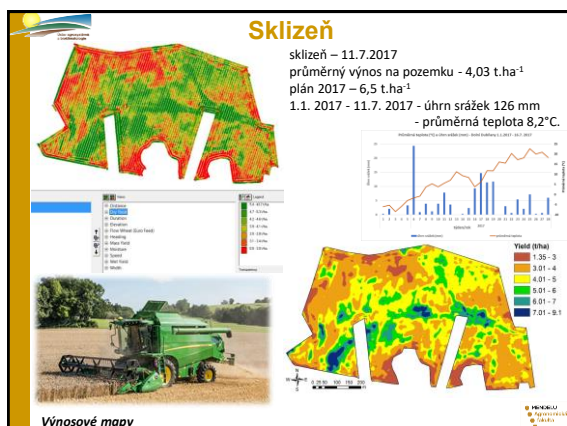
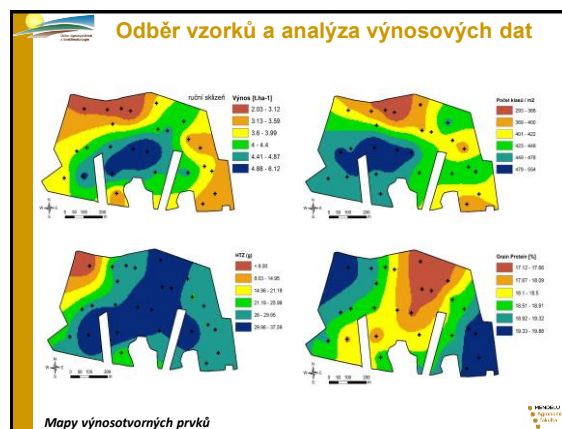
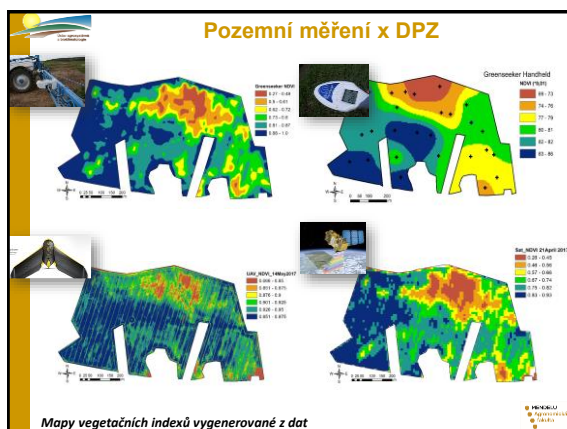
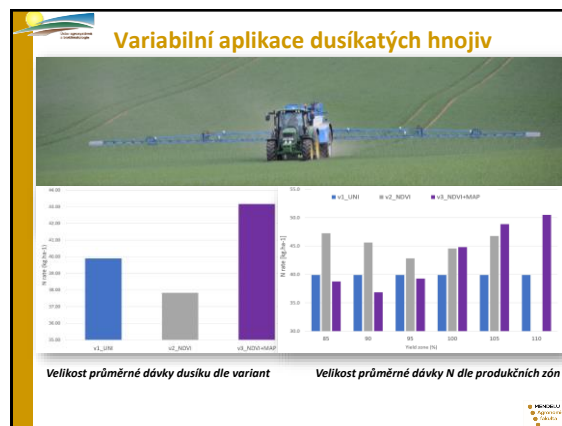
**Mapa produkčních zón stanovená z 8-leté časové řady družicových dat**

## Návrh variant režimů aplikace dusíkatých hnojiv

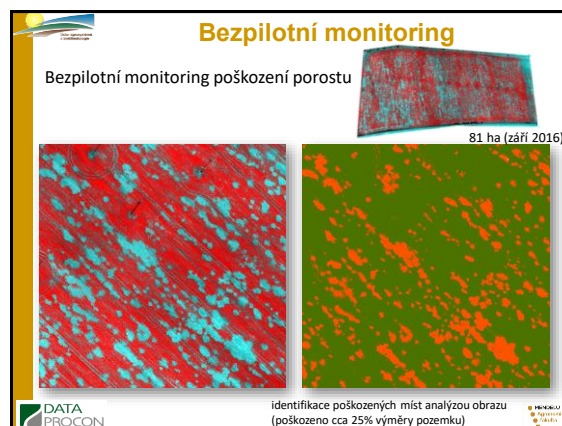
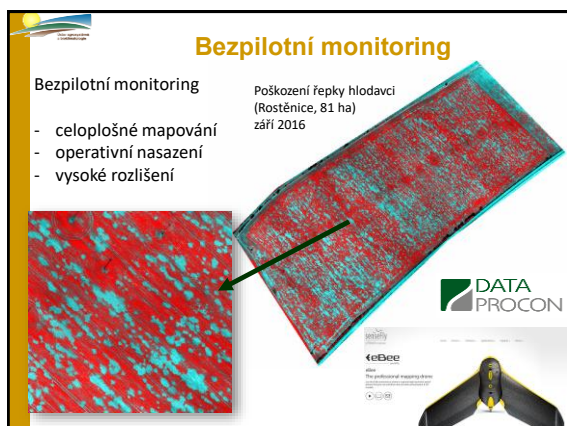
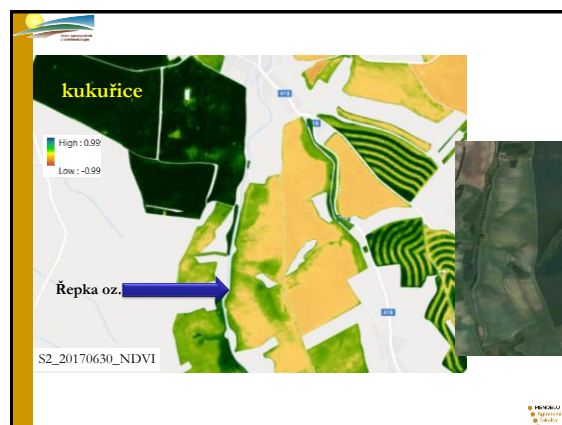
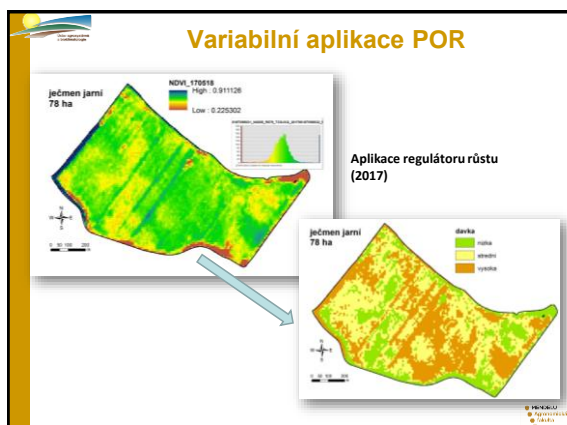
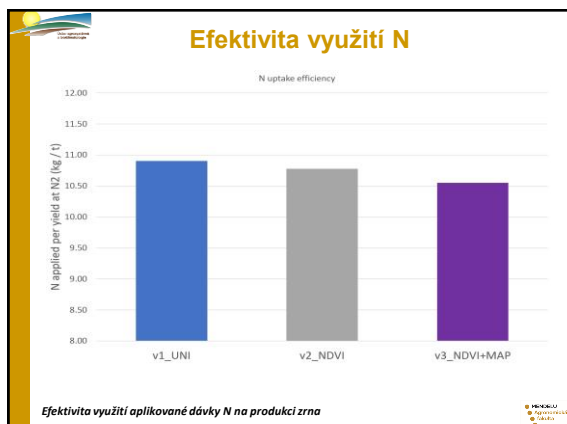


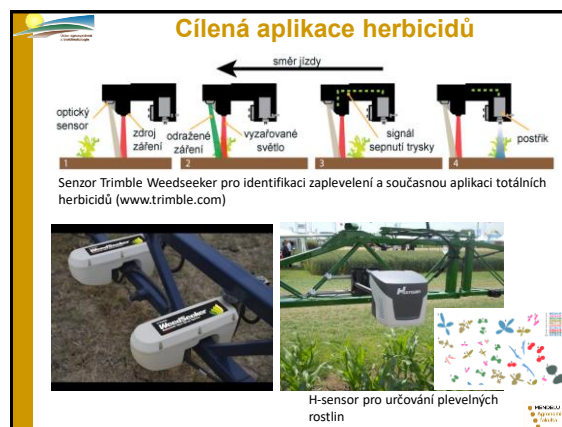
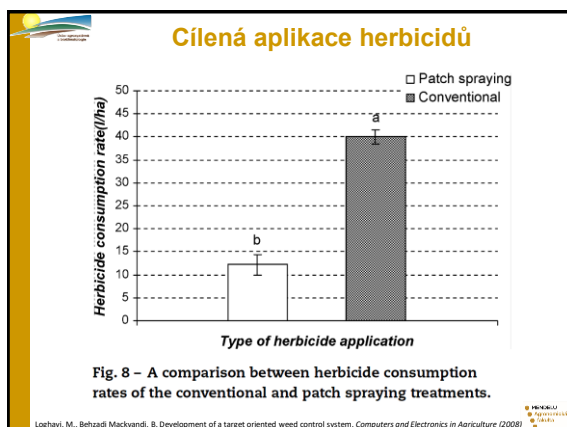
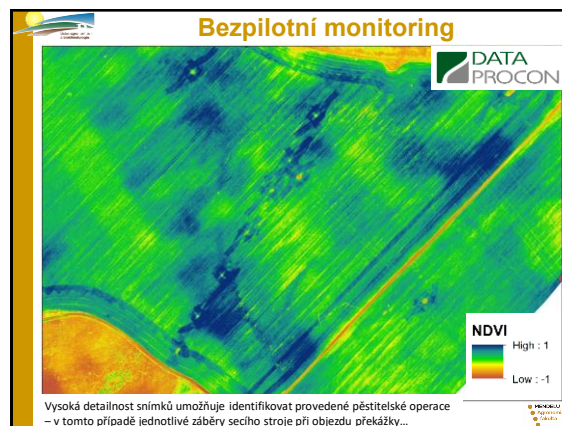
**Varianta 1 – kontrola (v1\_kontr)** - uniformní hnojení dle doporučení agronoma bez zohlednění lokálních rozdílů porostu  
**Varianta 2 – variabilní aplikace dle senzorového hodnocení aktuálního stavu porostů (v2\_online)** – stanovení dávky hnojení na základě online senzorového měření NDVI porostu  
**Varianta 3 – variabilní aplikace kombinující online senzorové měření s podkladovou mapou potenciálního výnosu (map overlay) (v3\_online+mapa)** – stanovení dávky na základě kombinace online senzorového měření NDVI s podkladovou mapou











### Projekt SmartFarm (2019-2022)

projekt č. TH04010494 „Výzkum a vývoj technologií smart farming pro malé a střední zemědělské podniky“

MENDĚLU Agronomická fakulta

Česká zemědělská univerzita v Praze Technická fakulta

Cíl:

- navrhnout postupy mapování nevyrovnanosti pozemků
- zahrnuje zpracování dat s využitím volně dostupných řešení (faremních záznamy, open data, QGIS)
- tvorba podkladů pro variabilně prováděné pěstební zásahy (aplikace hnojiv, setí)

TAČR Program Epsilon

### Děkuji za pozornost

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

Přesná zemědělství Technologie a metody v rostlinné produkci

[www.facebook.com/chytrezemelstvi](http://www.facebook.com/chytrezemelstvi)

Monitoring of meteorological dynamics

Chytré Zemědělství

Mapování úrodnosti