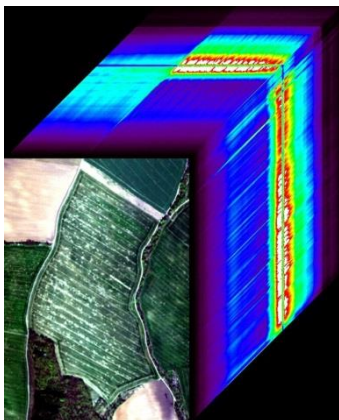




Jak používat data DPZ pro precizní zemědělství

Vojtěch Lukas a kol.



Struktura využívání zemědělské půdy v ČR

Velikostní skupiny podniků podle výměry obhospodařované z. p. (ha)	Podniky celkem ¹⁾			
	počet		výměra obhospodařované z. p.	
	abs.	%	ha	%
>0-<5	23 669	51,9	39 325	1,1
5-<10	5 518	12,1	38 498	1,1
10-<50	9 229	20,2	208 813	6,0
50-<100	2 484	5,4	176 582	5,0
100-<500	2 919	6,4	645 342	18,4
500-<1000	829	1,8	596 730	17,0
1000-<2000	637	1,4	890 278	25,4
2000 a více	298	0,7	905 750	25,9
Celkem	45 583	100,0	3 501 317	100,0

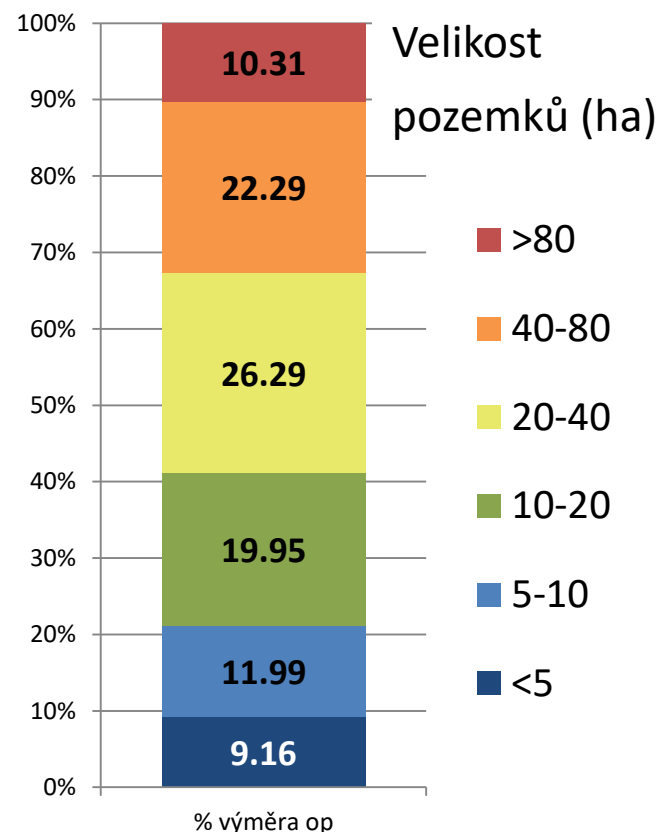
1) Bez podniků neobhospodařujících zemědělskou půdu.

Pramen: ČSÚ - Zemědělský registr

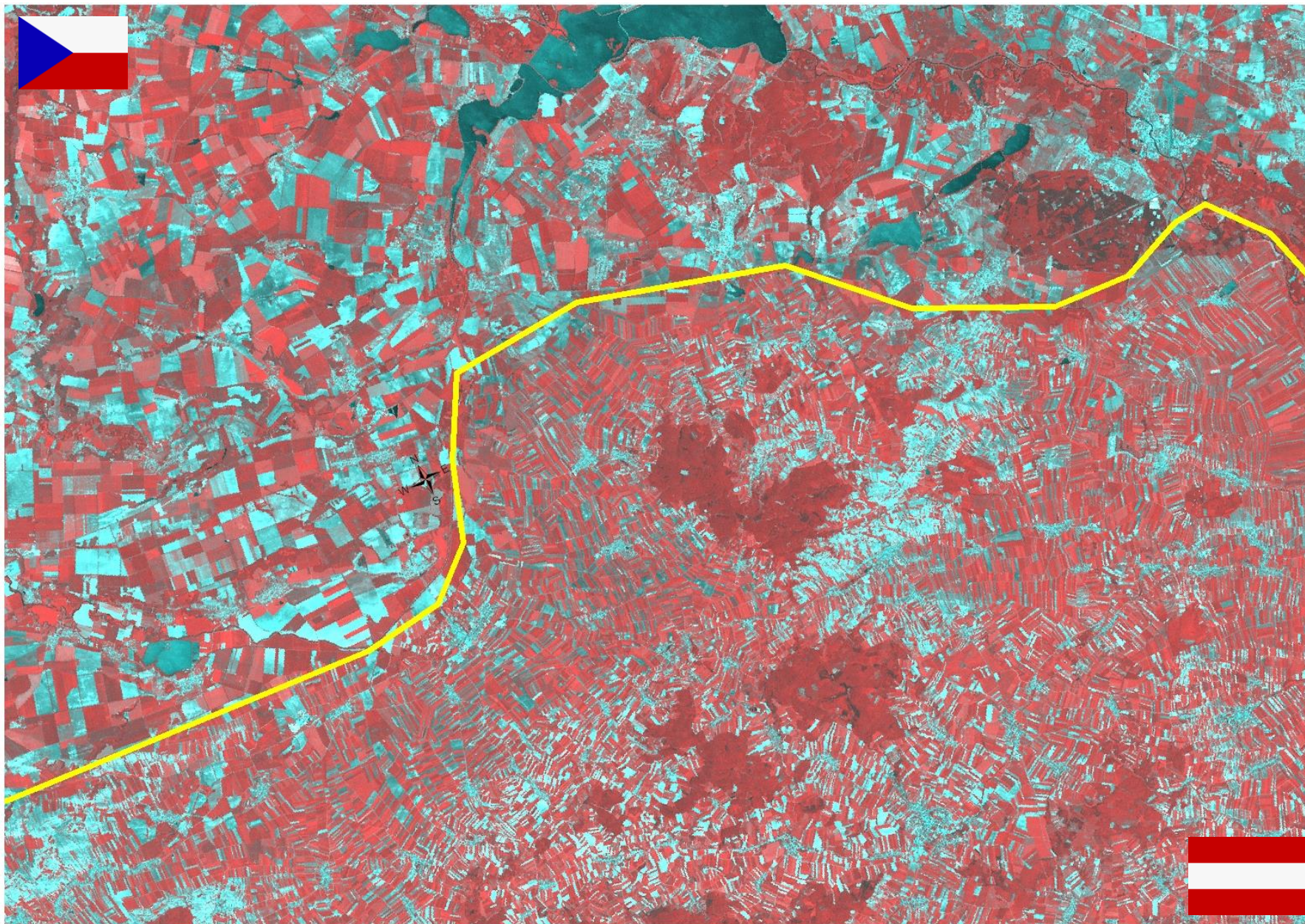
Zpracoval: V. Vilhelm (ÚZEI)

Podniky **>1000 ha** = **51,3 %** zemědělské půdy

Podniky **>500 ha** = **68,0 %** zemědělské půdy



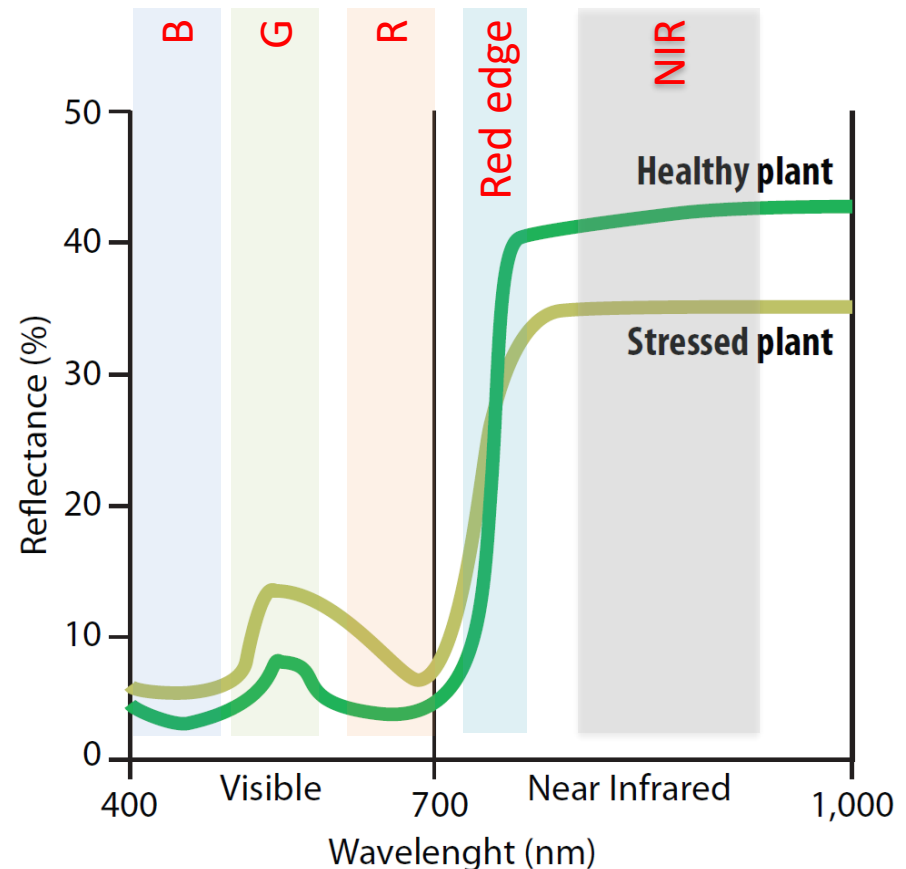
Pozemky **>20 ha** zaujímají
60% orné půdy



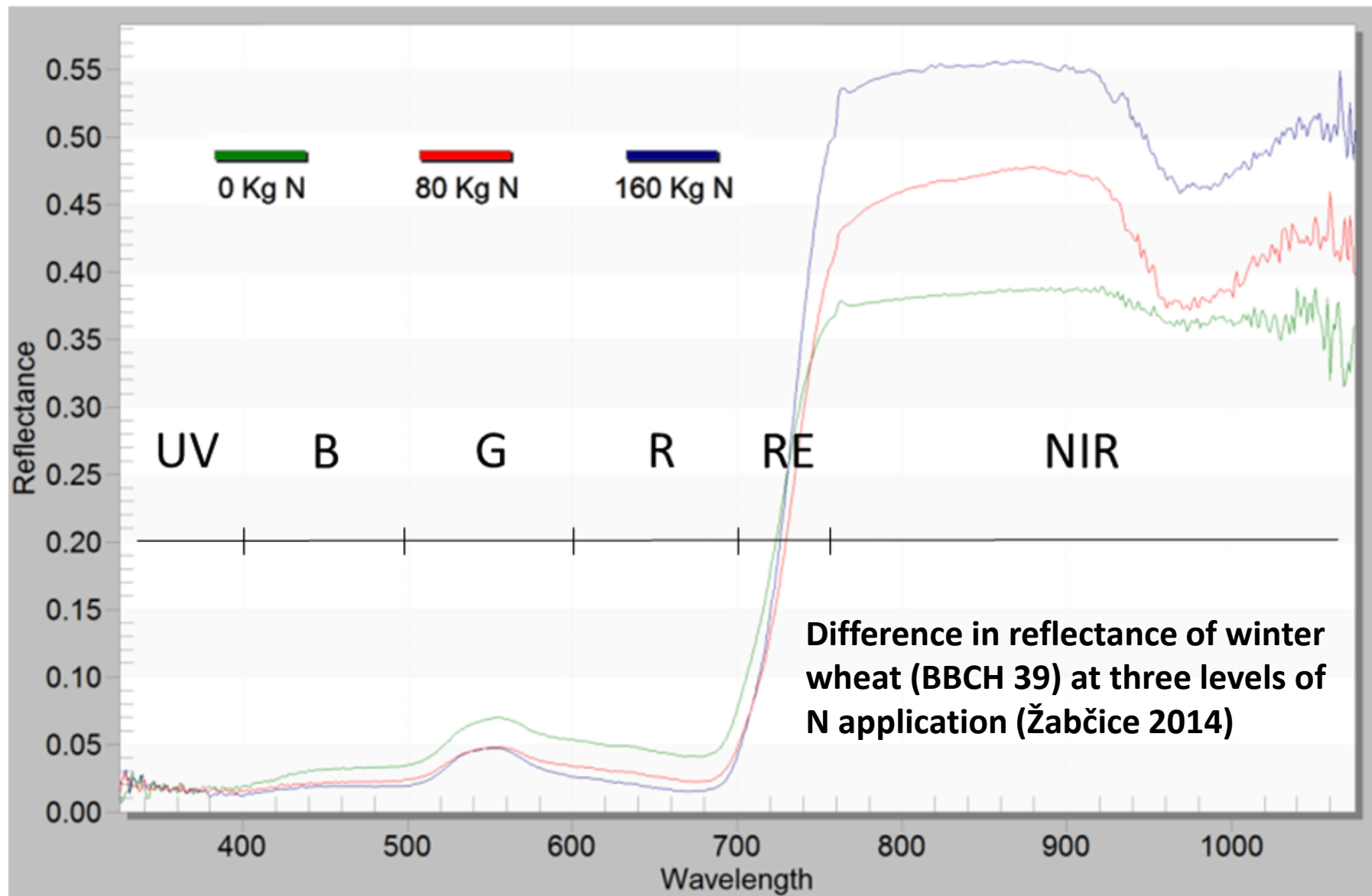
Spektrometrická měření

- Hodnocení porostu na základě **spektrálních charakteristik** (odrazivosti)
- vyjádření v podobě tzv. **vegetačních indexů** v oblasti viditelného, blízkého infračerveného nebo termálního záření
- Vegetační indexy se liší v citlivosti na sledované porostní parametry (**biomasa, výživný stav, stresové projevy** rostlin či stav půdy.
 - širokopásmové - NDVI, EVI, SAVI
 - úzcepásmové – REIP, NRERI, NDRE

Do jaké míry lze těmito metodami nahradit tradiční diagnostické postupy v agronomii?



Crop mapping



Využití distančních metod

- diferencí v zapojení porostu
- výživného stavu
- zaplevelení porostů
- zralosti porostů
- polehnutí
- rozlišení míst s projevy stresových stavů porostů
- nebo při snímkování půdy k diferenci půdních typů, vlhkostních poměrů a obsahu humusu.



„Rukověť agronoma“ prof. Petr (Petr a kol., 1989)

..., „vytvoření víceúrovňového informačního systému resortu zemědělství, který by měl poskytovat pro účely řízení produkčních procesů expertní prognózy podmínek tvorby výnosů zemědělských plodin“.



Special Issue: Sensing in Agriculture

Review

Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps[☆]

David J. Mulla

Dept. Soil, Water and Climate, University of Minnesota, USA

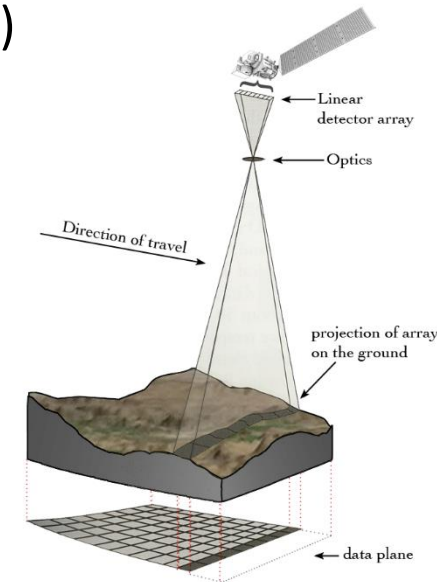
Zaměření budoucího vývoje DPZ pro precizní zemědělství (Mulla, 2013):

1. **spektrální a chemometrické analytické metody**, neboť prostorové a spektrální rozlišení senzorových systémů se pro účely precizního zemědělství zdá být dostačující;
2. vývoj senzorů pro přímé **stanovení deficitu živin** bez nutnosti kalibračních odběrů rostlin;
3. hledání pokročilých spektrálních indexů, které umožní **stanovení porostních parametrů** (např. LAI, biomasa, atd.) a **odlišení stresových příznaků** (stres suchem, deficit dusíku, zaplevelení nebo napadení škodlivými organizmy);
4. **kombinaci historických družicových snímků s nízkým a středním rozlišením** a ambulantní dálkový průzkum s **vysokým prostorovým rozlišením** pro zlepšení podpory rozhodování v precizním zemědělství.

Družicový průzkum z volně dostupných dat

- **Landsat** (NASA/USGS) od 70. let 20.stol. (od 2014 Landsat 8)
 - Doba oběhu 16 dnů (8 dnů v překryvech)
 - Rozlišení 30m (OLI) / 100m (TIRS), záběr 180 km
 - zdroj: Earth Explorer, Google Earth Engine
- **Sentinel 2** (ESA), od 2015
 - Doba oběhu 10 dnů (**5 (3-4dny) dnů** od 2017 – S2B)
 - Rozlišení (**10m/20m/60m**), záběr 290 km
 - **Red-edge pásma**
 - zdroj: ESA scihub, Amazon Web Service, Google Earth Engine

How a pushbroom sensor creates an image...



Start Sentinel 2B 7.3.2017 02:30 CET





Sentinel 1 - SAR

Využití: interferometrie, sledování mořského ledu, monitorování pohybu zem. povrchu

Start: S1A 3. dubna 2014 / S1B únor 2016

Sentinel 2 - Multispektrální data vysokého rozlišení

Využití: sledování vegetace, krajinného pokryvu a využití území, mapování rizikových jevů v území

Start: S2A červen 2015 / S2B březen 2016



Sentinel 3 - Globální monitorování zemského povrchu a oceánů

Využití: sledování teploty zemského povrchu i oceánů, altimetrie

Start: S3A listopad 2015 / S3B únor 2017

Sentinel 4 - Geostacionární družice pro monitorování atmosféry

Využití: monitorování složení atmosféry, sledování kvality ovzduší

Start: 2019



Sentinel 5 - Družice na nízkém orbitu pro monitorování atmosféry

Využití: monitorování chemických látek v troposféře

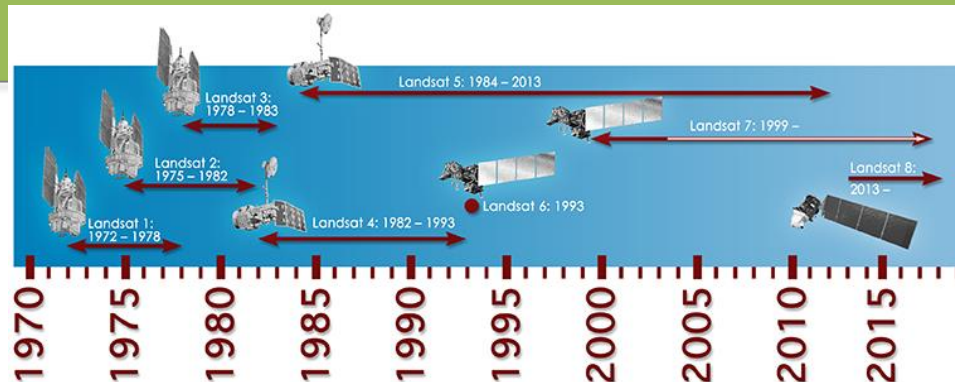
Start: S5P únor 2016, S5A 2020+, S5B 2027



Poskytovaná data

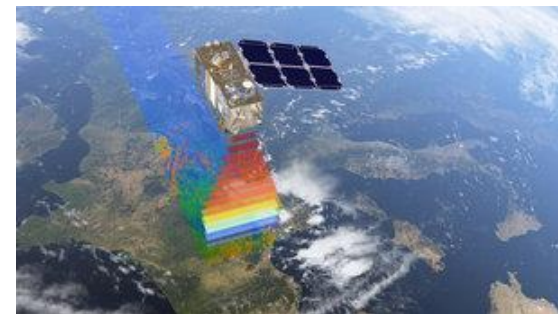
Landsat (USGS)

- Od 70. let 20 stol.
- geotiff, geom. korigované, 11 pásem VIS-NIR-SWIR-TIR (Landsat 8)
- Od 2016 formou Collection (Level1/Level2)



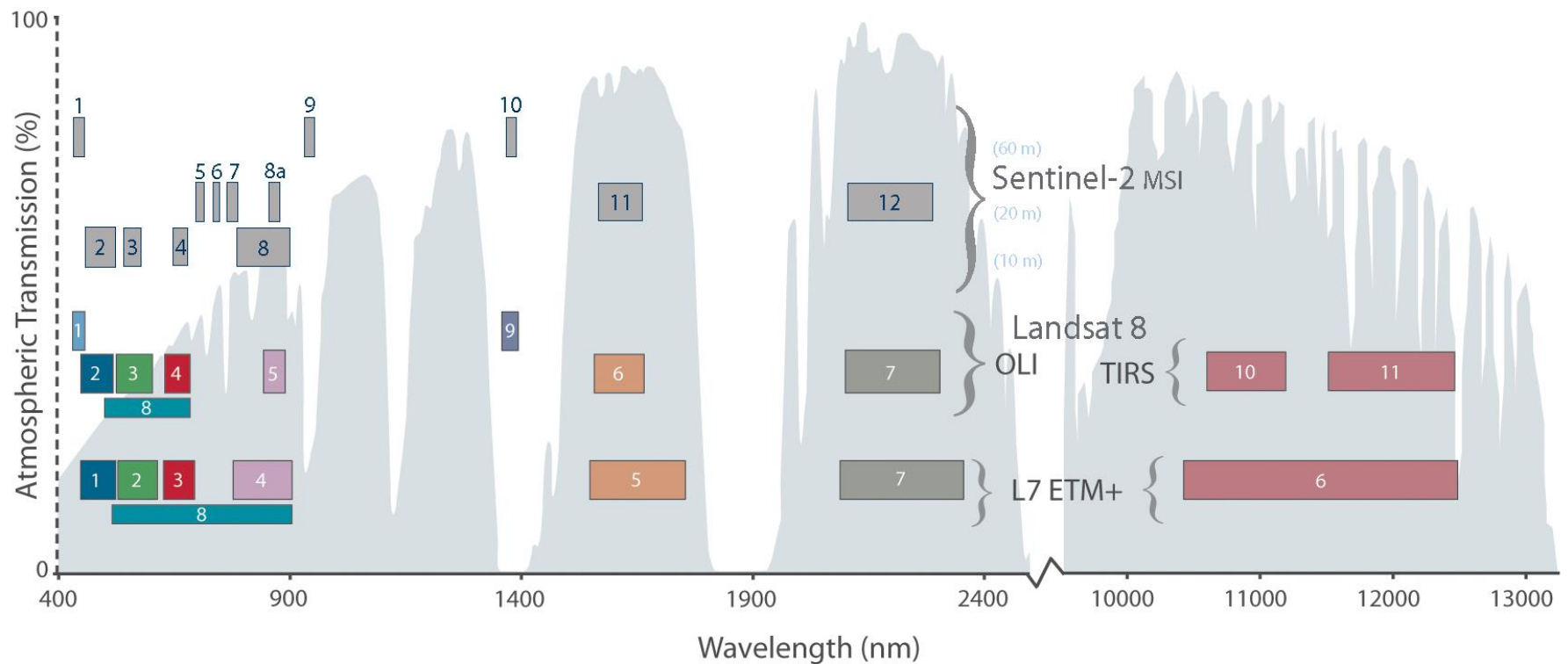
Sentinel-2 A/B (ESA)

- Od 2015, formát SAFE (xml+jpeg2000)
- geom. korigované, 13 pásem (VIS-RE-NIR-SWIR)
- Level-1C (ToA), Level-2A (od 2017/03 pro S2A)



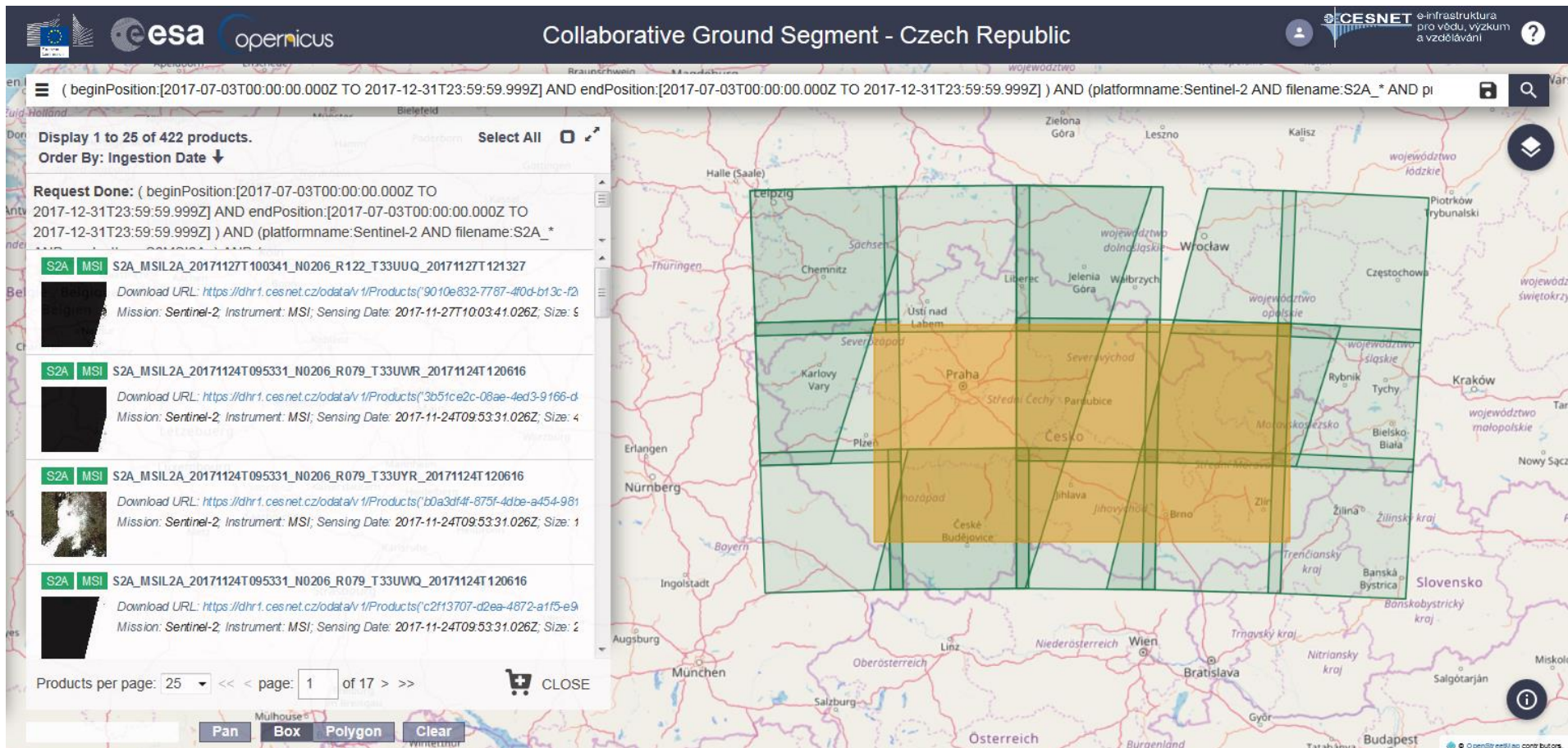
- **Level 1** – radiometricky korigovaná data (Top-of-Atmosphere ToA), analýzy v rámci jednotlivých snímků
- **Level 2** – atmosfericky korigovaná data, povrchová odrazivost (surface reflectance/Bottom of Atmosphere-BoA), časové analýzy, kombinace snímků z různých senzorů, maska oblačnosti

Comparison of Landsat 7 and 8 bands with Sentinel-2



Český Sentinel hub (Collaborative Ground Segment

<https://dhr1.cesnet.cz>



Collaborative Ground Segment - Czech Republic

Request Done: (beginPosition:[2017-07-03T00:00:00.000Z TO 2017-12-31T23:59:59.999Z] AND endPosition:[2017-07-03T00:00:00.000Z TO 2017-12-31T23:59:59.999Z]) AND (platformname:Sentinel-2 AND filename:S2A_* AND pi

Display 1 to 25 of 422 products.
Order By: Ingestion Date ↓

Request Done: (beginPosition:[2017-07-03T00:00:00.000Z TO 2017-12-31T23:59:59.999Z] AND endPosition:[2017-07-03T00:00:00.000Z TO 2017-12-31T23:59:59.999Z]) AND (platformname:Sentinel-2 AND filename:S2A_*

S2A MSI	S2A_MSIL2A_20171127T100341_N0206_R122_T33UUQ_20171127T121327
	Download URL: https://dhr1.cesnet.cz/odata/v1/Products('9010e832-7787-4f0d-b13c-f2 Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-11-27T10:03:41.026Z; Size: 5
	Download URL: https://dhr1.cesnet.cz/odata/v1/Products('3b51ce2c-08ae-4ed3-9166-d Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-11-24T09:53:31.026Z; Size: 4
	Download URL: https://dhr1.cesnet.cz/odata/v1/Products('b0a3df4f-875f-4d8e-a454-981 Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-11-24T09:53:31.026Z; Size: 1
	Download URL: https://dhr1.cesnet.cz/odata/v1/Products('c2f13707-d2ea-4872-a1f5-e9 Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-11-24T09:53:31.026Z; Size: 2

Products per page: 25 << < page: 1 of 17 > >>  CLOSE

Map View: The map shows the Czech Republic with a grid of Sentinel-2 satellite imagery products overlaid. The grid is divided into 12 cells, with the central cell (covering Prague and surrounding areas) highlighted in orange. The map includes labels for various cities and regions, such as Praha, Brno, and Olomouc.

Prostorové rozlišení

- určuje detailnost snímků
- významné pro hodnocení heterogenity pozemků o nižší výměře, okrajové vlivy, identifikace poškození porostu, hodnocení zaplevelení...

Sentinel 2A/B
10 / 20 / 60 m/pix



50cm



1m



2m

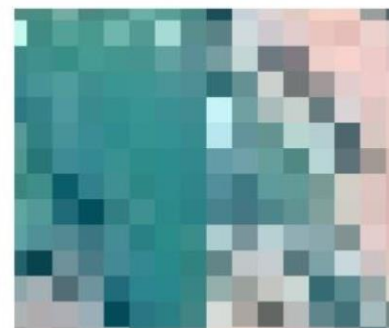
Landsat
30 / 100 m/pix



5m



10m



30m

Rapid Eye
5 m / pix

Planetscope
3 m / pix

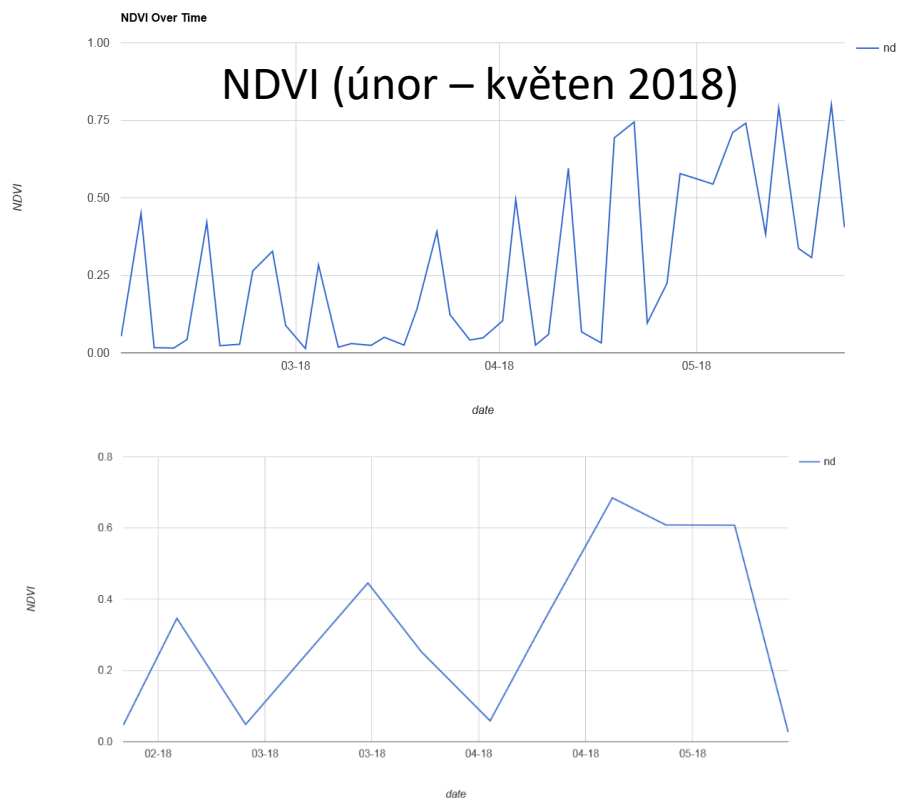
Skysat
1 m / pix

Časové rozlišení

- Doba oběhu družice – kdy přelétá znovu nad zájmovým územím
- Zvýšená četnost = význam pro eliminaci oblačnosti a sladění termínu s prováděním polních prací

Sentinel 2 A/B
5 dnů (3-4)

Landsat 8
16 dnů (8)

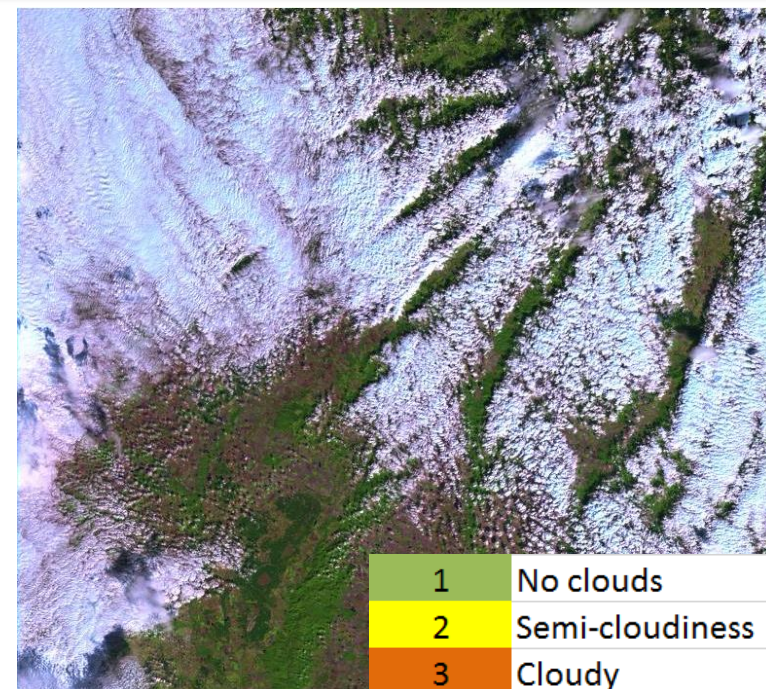


MODIS /
Planetscope

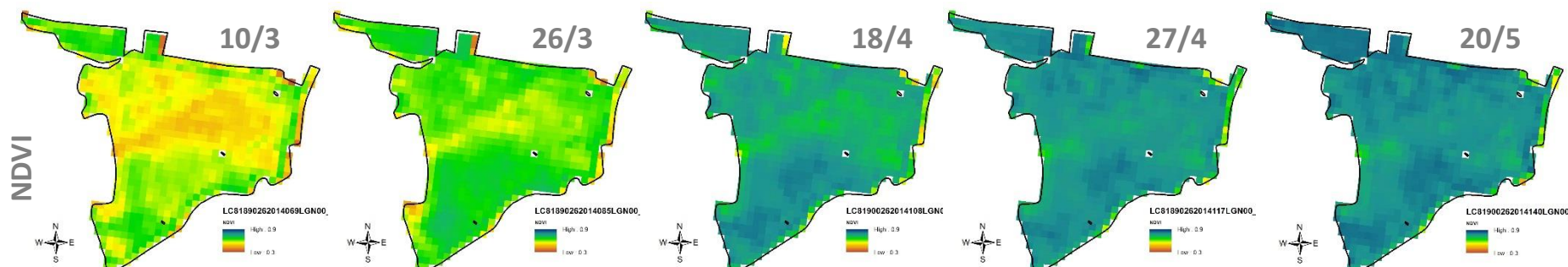
1 den

Souhrn snímků Landsat 8

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



Omezené využití pro
plánování VRA



Hnojení

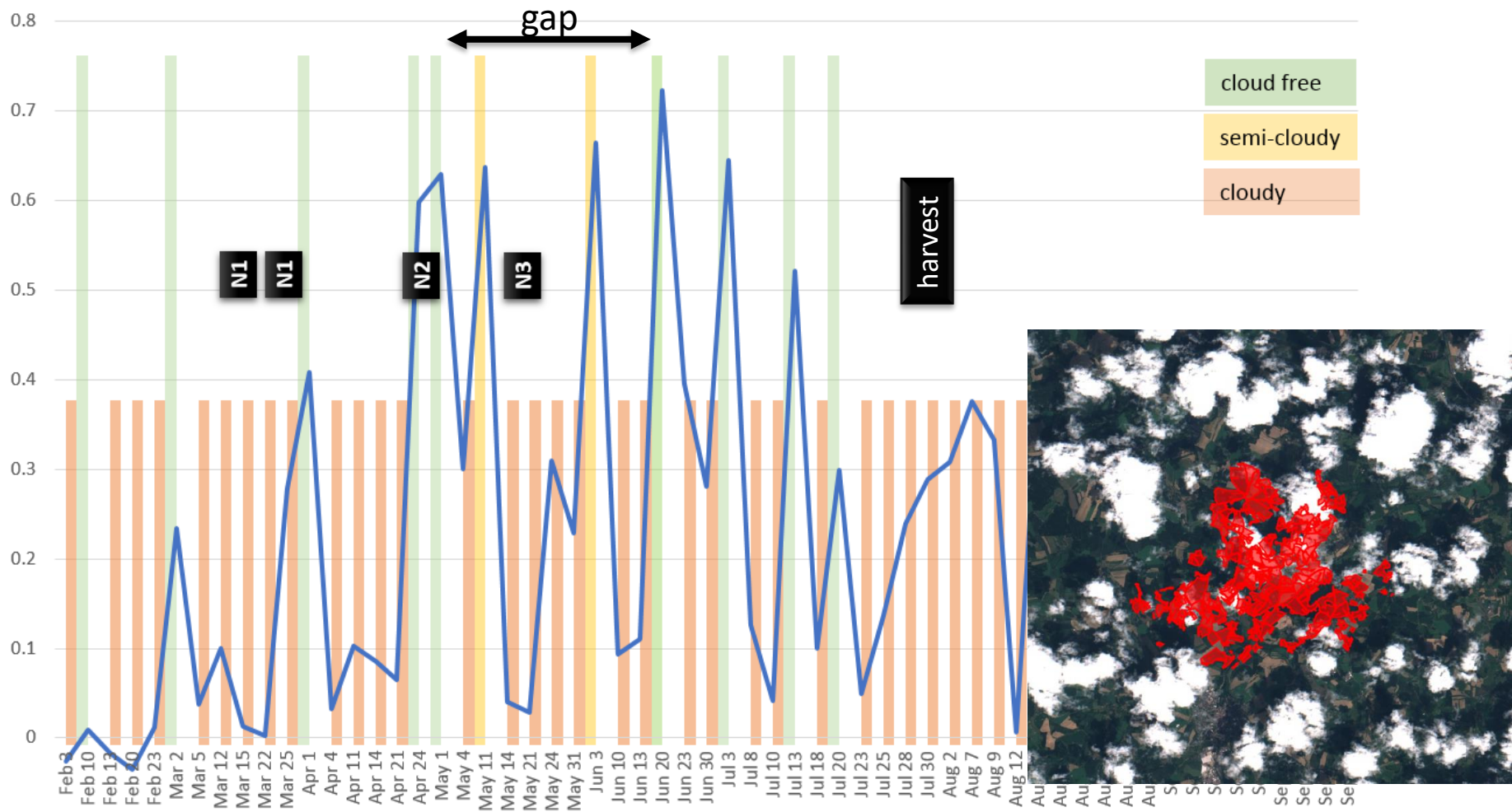
regenerační

produkční

kvalitativní

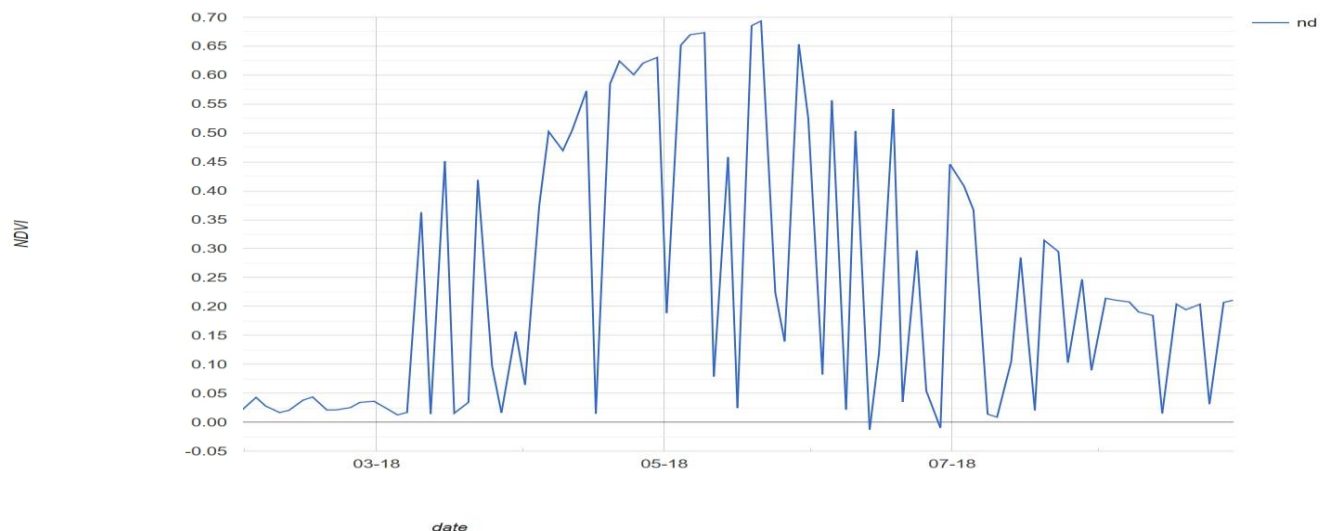
sklizeň

Availability of Sentinel 2 scenes (Pelhřimov, 2017)

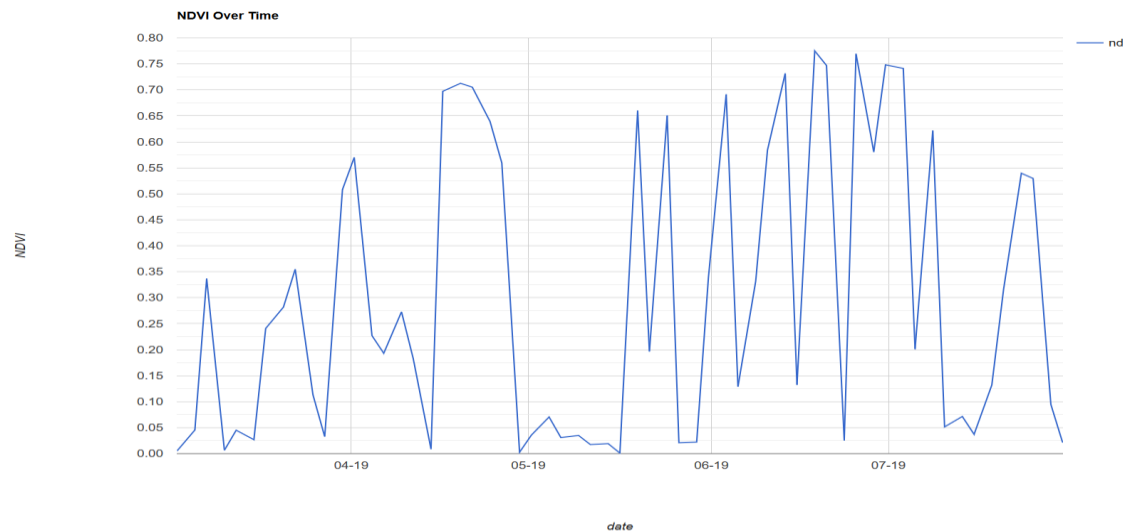


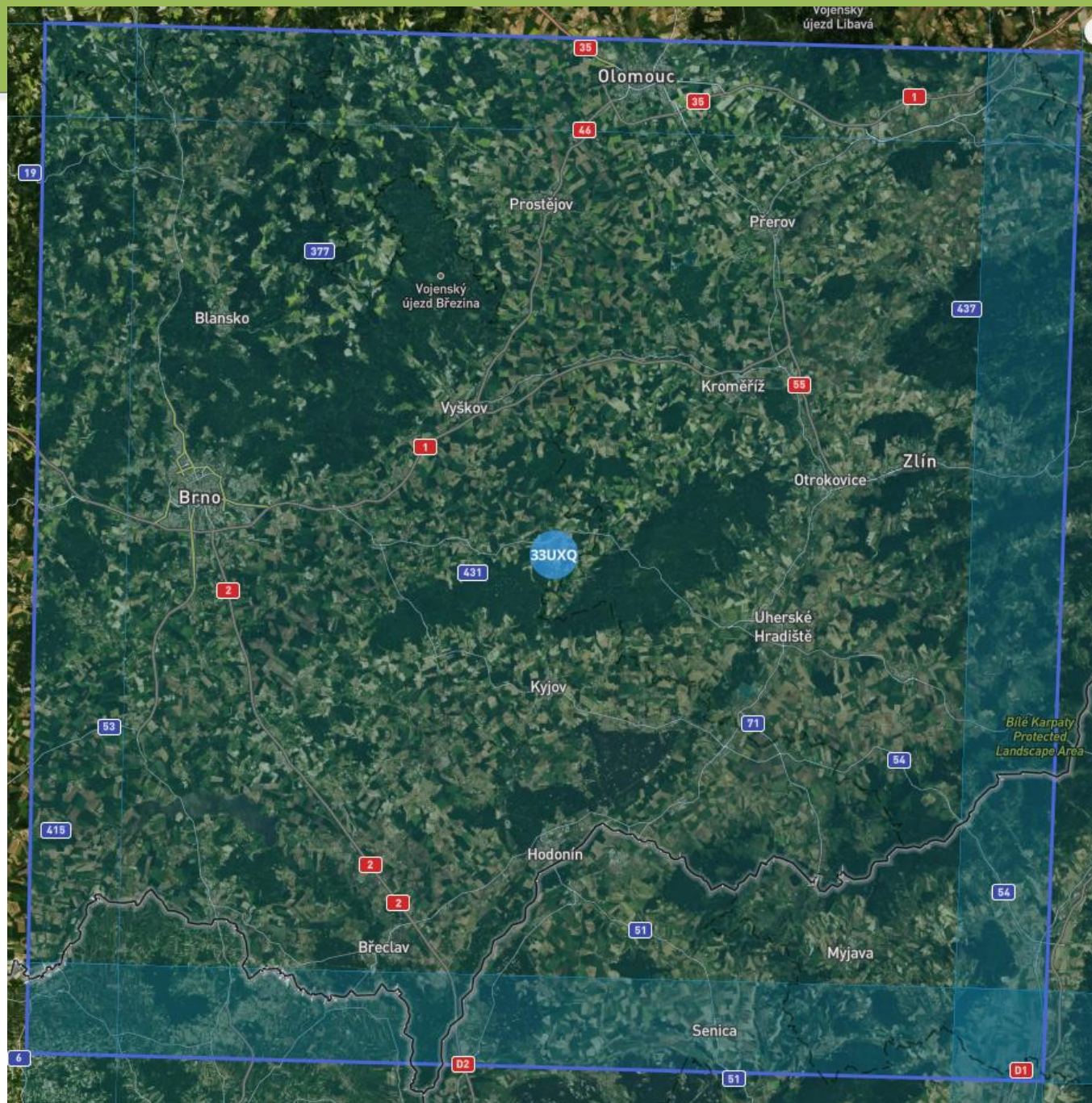
Dostupnost Sentinel 2 scén pro vybranou lokalitu (Pelhřimov)

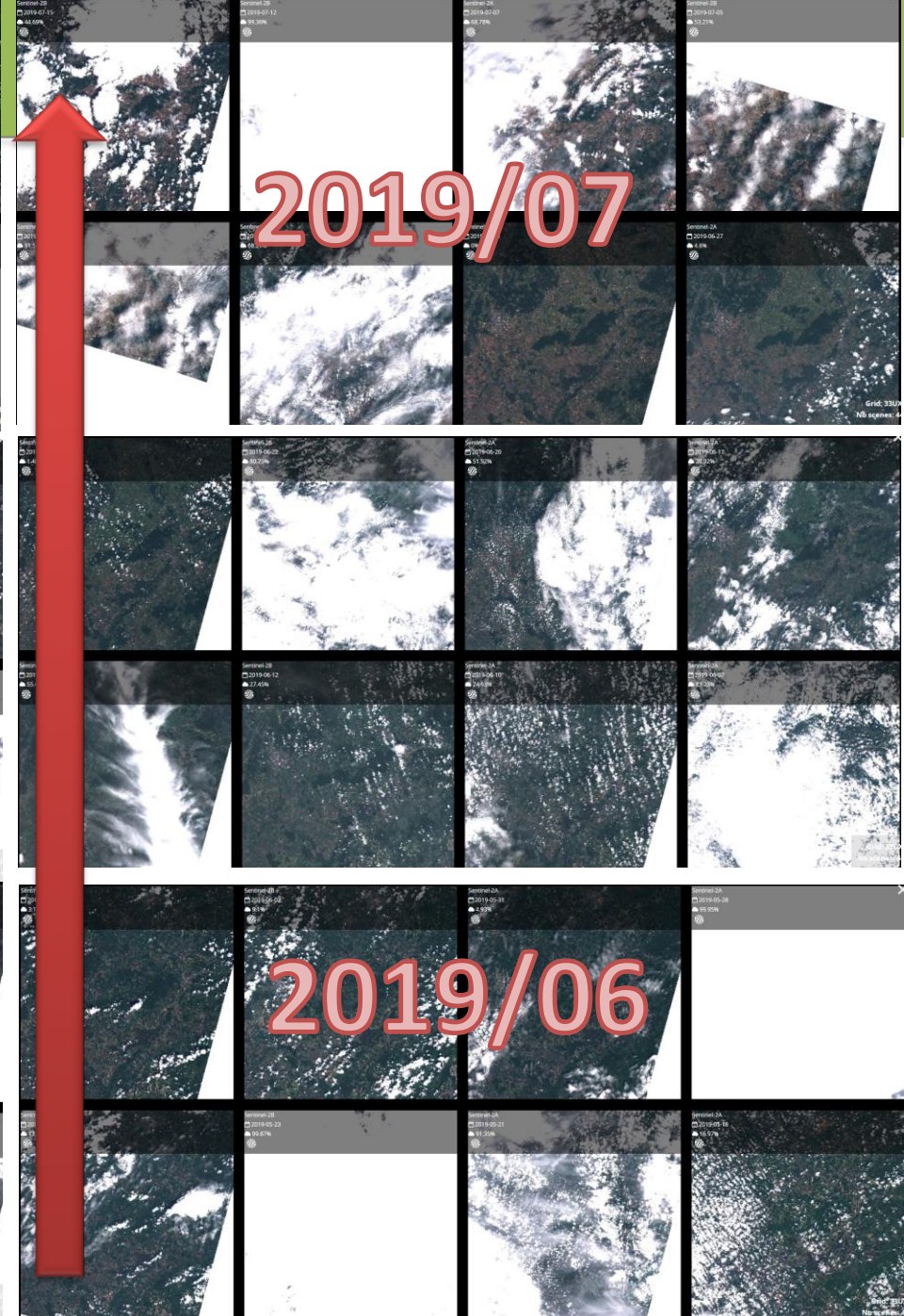
2018



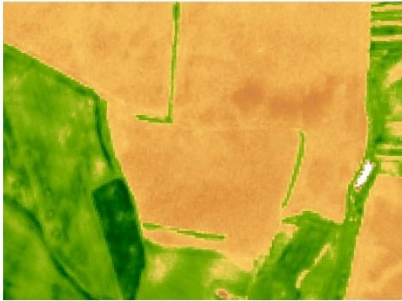
2019



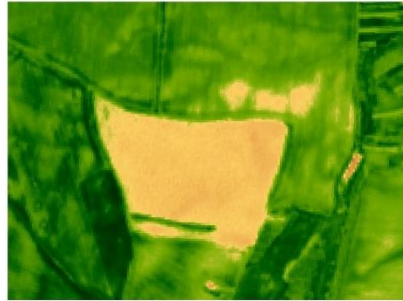




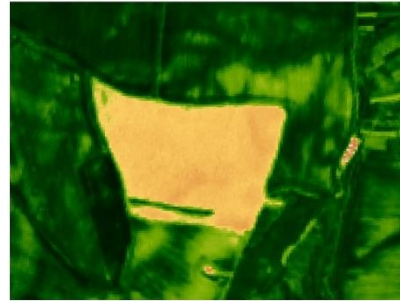
Vývoj stavu porostů - Sentinel-2 NDVI, Rostěnice (Vyškov), 2017



20170401



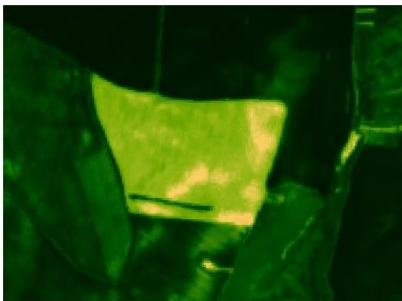
20170421



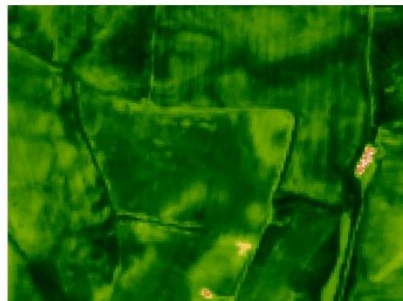
20170501



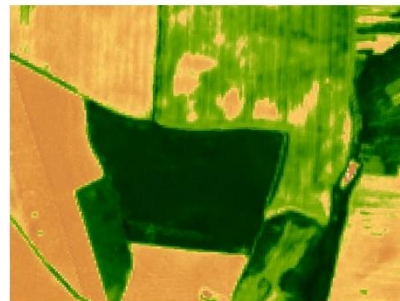
20170511



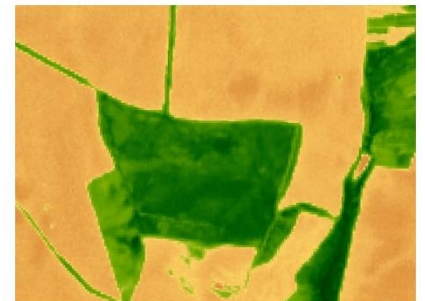
20170521



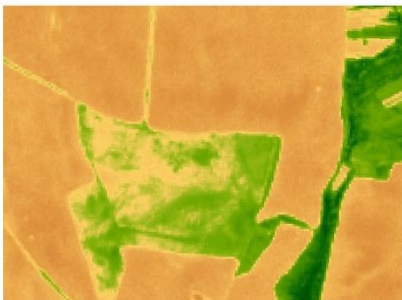
20170620



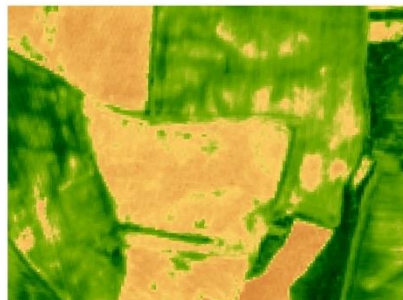
20170730



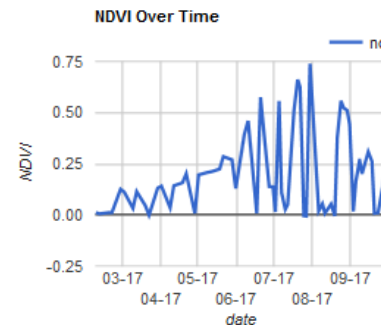
20170824



20170908



20170930



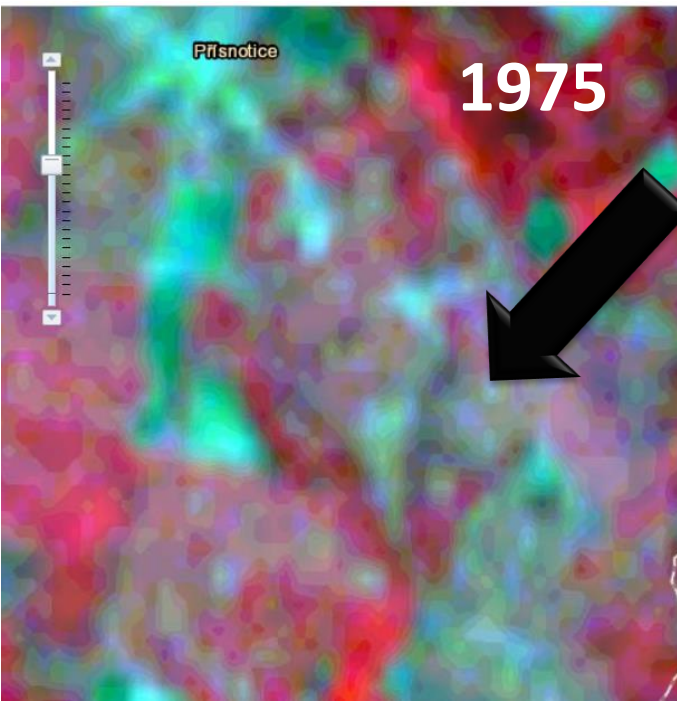
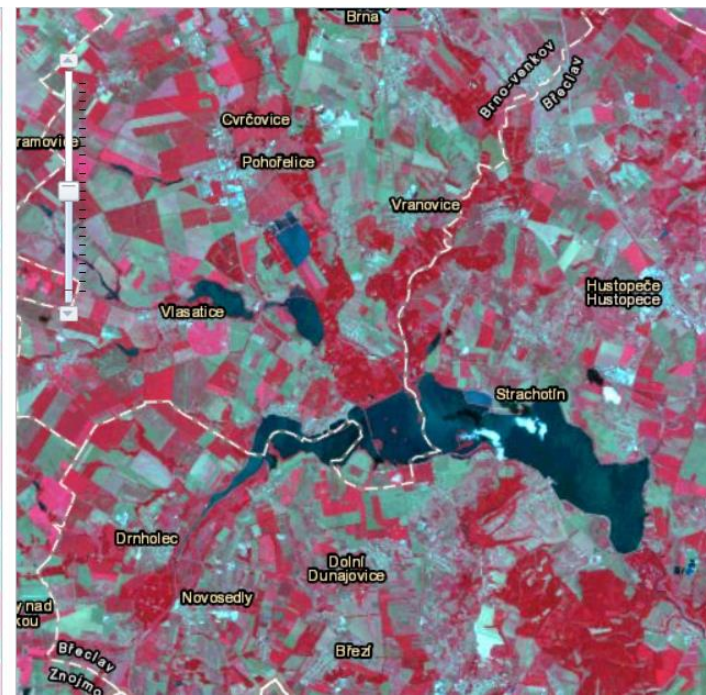
1975

Full Screen

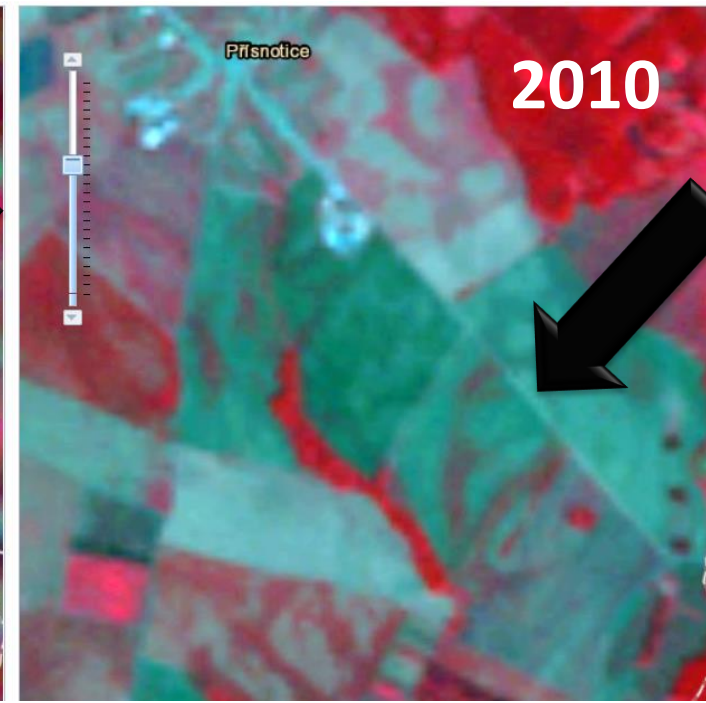


2010

Full Screen



1975

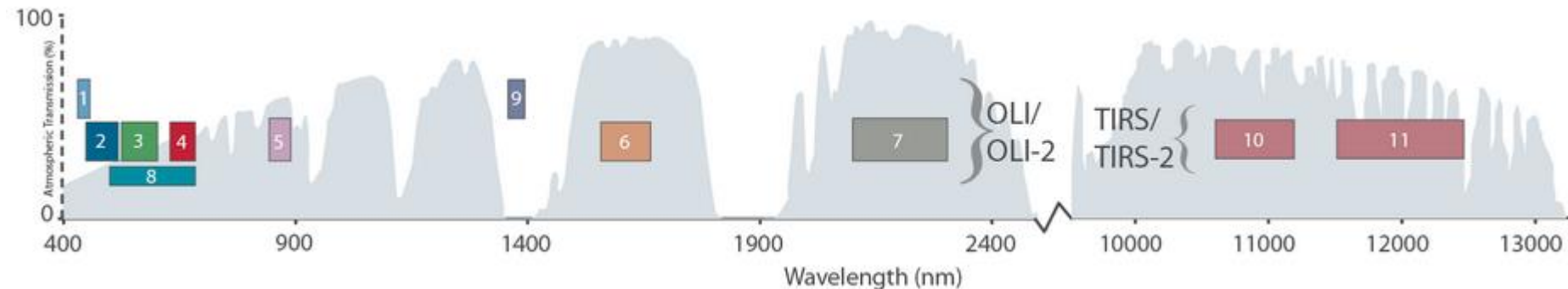
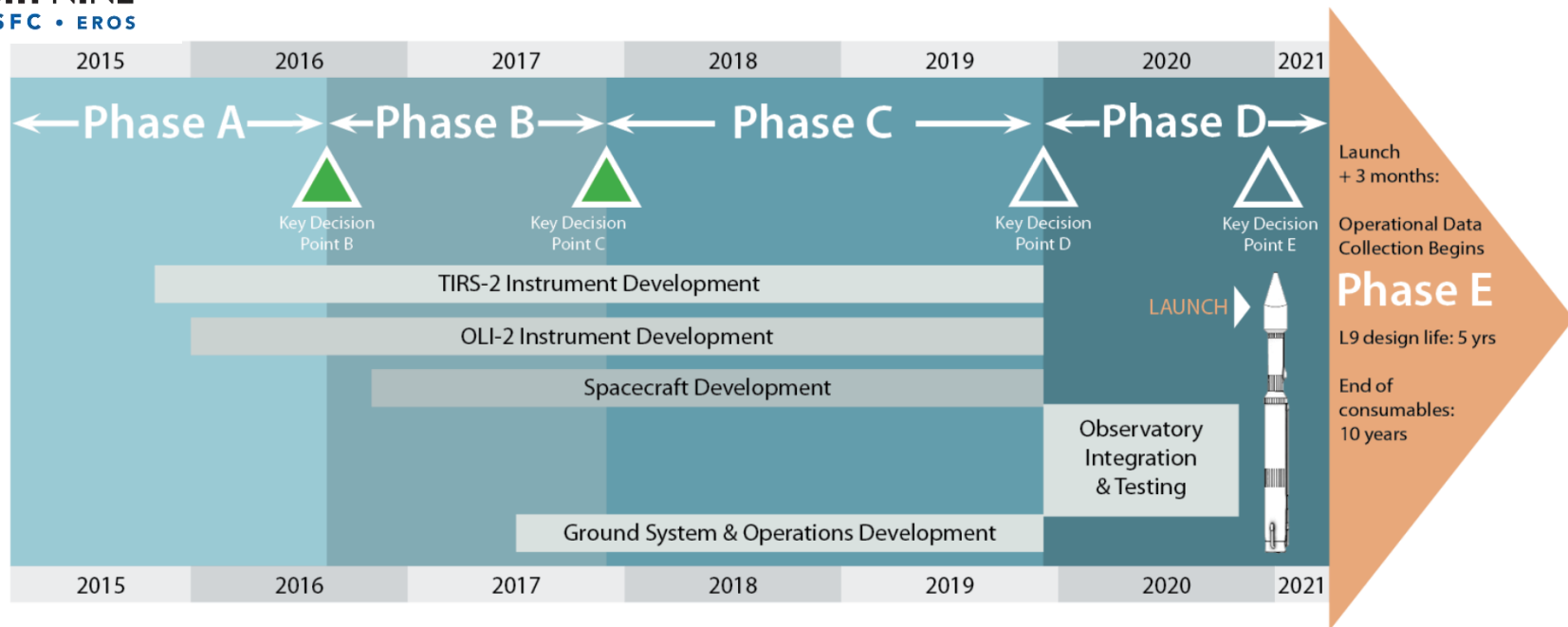


2010

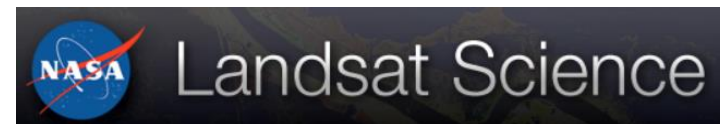
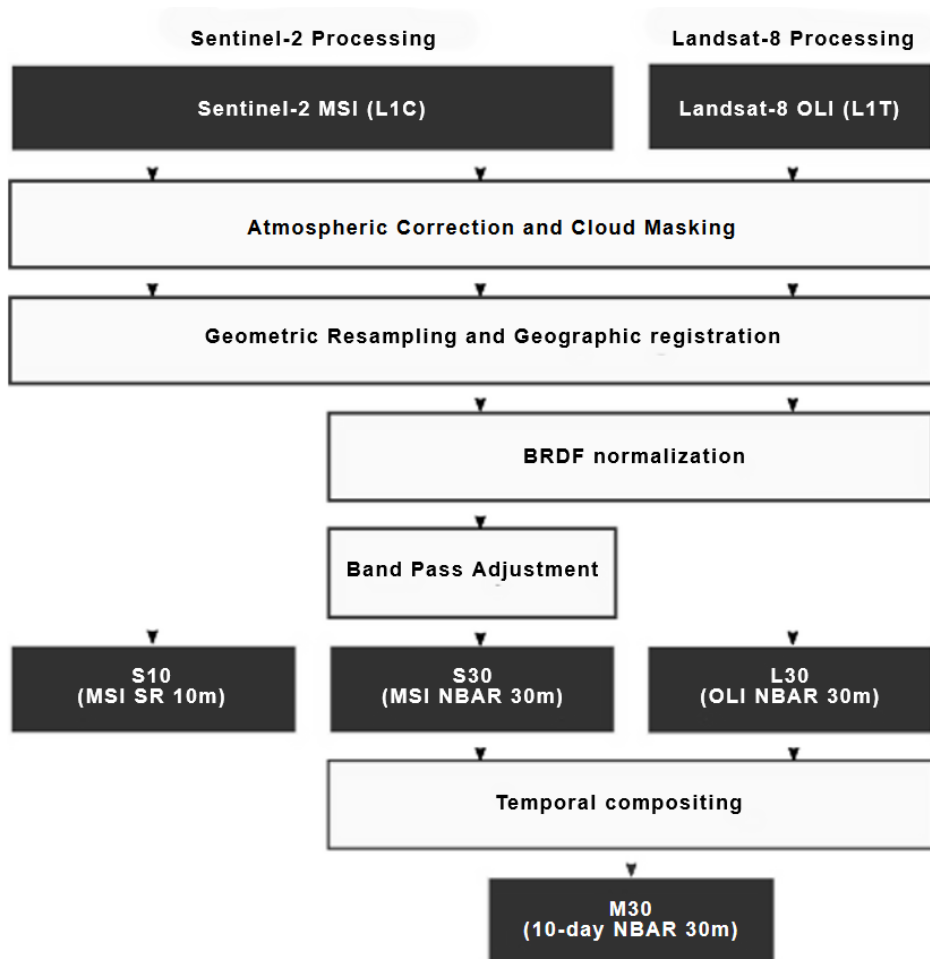




Landsat 9 (launch 06/2021)



Harmonized Landsat Sentinel-2



Dr. Jeff Masek, NASA

			
S10	S30	L30	M30
Sentinel-2 MSI surface reflectance at full resolution (i.e. 10m, 20m and 60m).	Sentinel-2 MSI harmonized surface reflectance resampled at 30m over the Sentinel-2 tiling system.	Landsat-8 OLI harmonized surface reflectance resampled at 30m over the Sentinel-2 tiling system.	5-day Landsat-8 OLI or Sentinel-2 MSI harmonized surface reflectance resampled at 30m over the Sentinel-2 tiling system.

Identifikace oblačnosti Sentinel-2

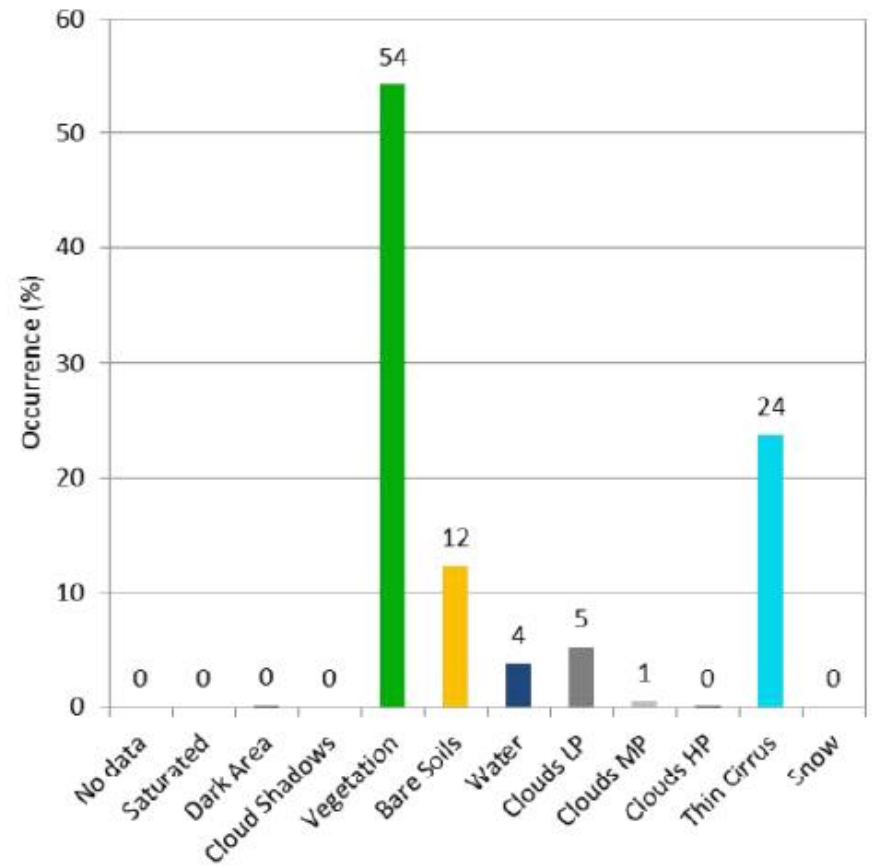
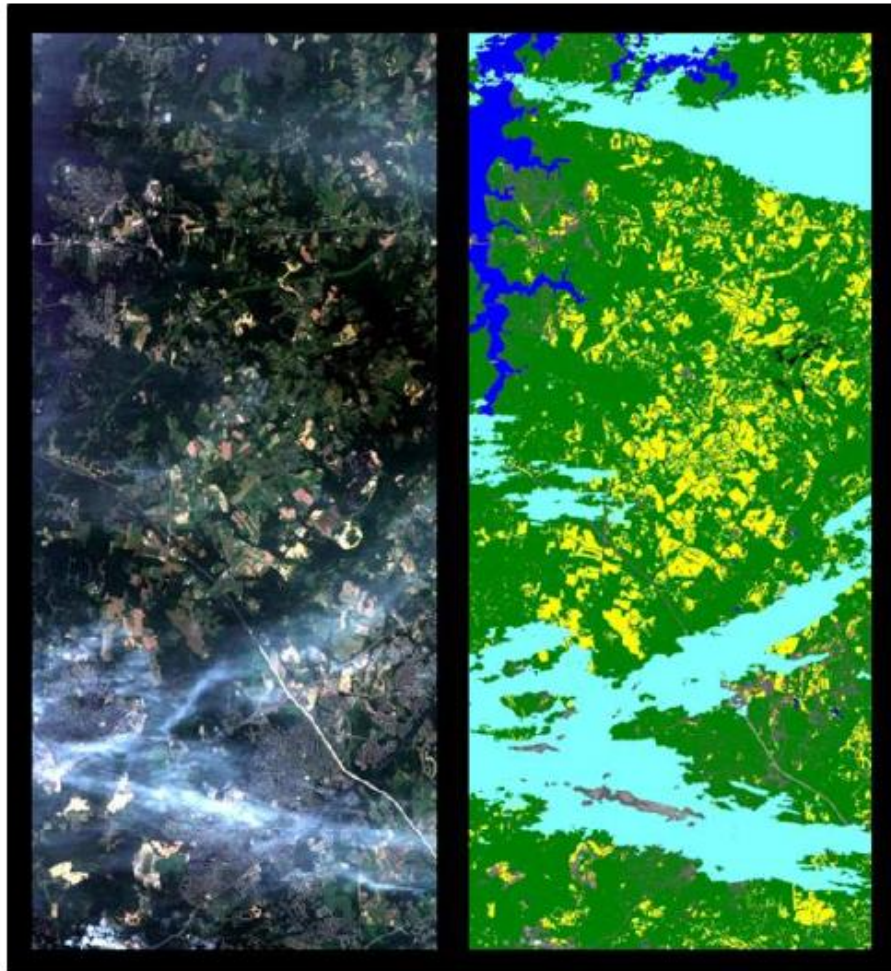


Figure 2-6 – Scene Classification

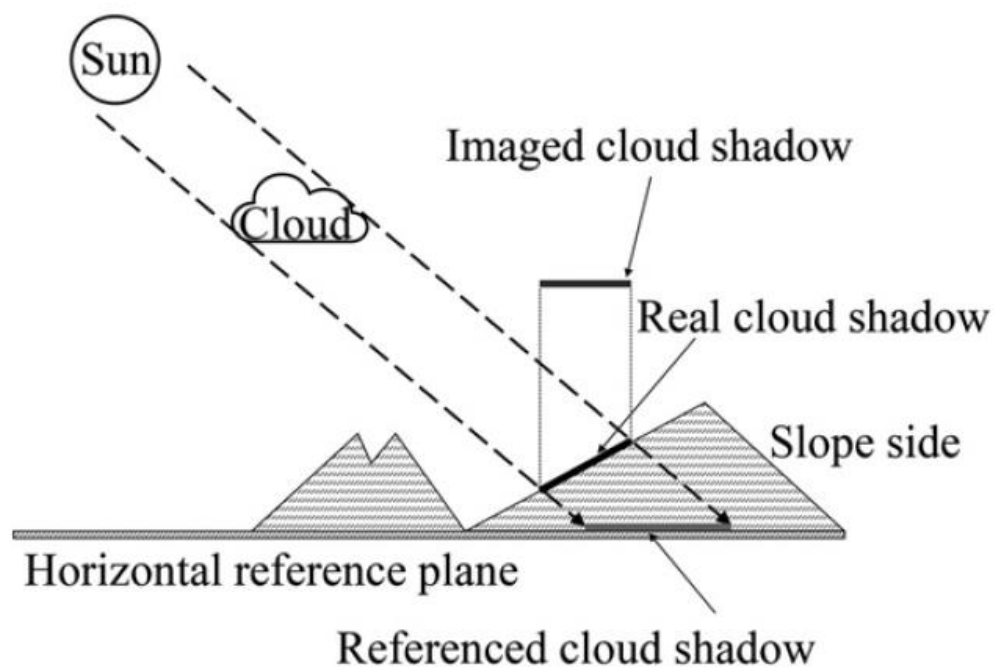
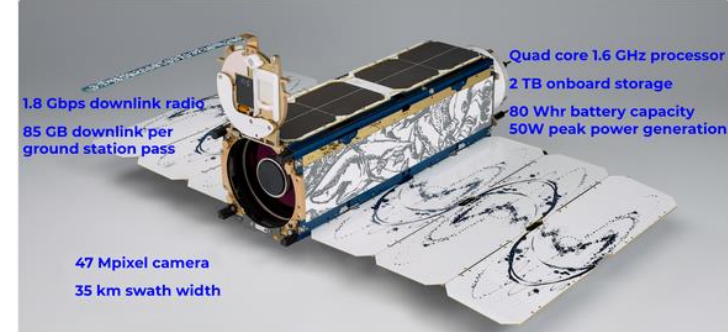


Fig. 7. Illustration of the shape change of cloud shadow on slope side. “Horizontal reference plane” is the horizontal plane located at the lowest elevation of a Landsat image (see Section 3.2.2). “Imaged cloud shadow” is the cloud shadow observed by Landsat. “Real cloud shadow” is the cloud shadow casted on slope side in the actual environment. “Referenced cloud shadow” is the shadow directly projected onto the horizontal reference plane.



120+

PLANETSCOPE

5

RAPIDEYE

14

SKYSAT

Collection capacity

200M+ km²/day

6.5M km²/day

400K km²/day



PLANETSCOPE



RAPIDEYE



SKYSAT

Bands

4 (RGB, NIR)

5 (RGB, red edge, NIR)

5 (RGB, NIR, pan)

Products

Color enhanced
Visual
Analytic

Color enhanced
Visual
Analytic

Visual
Panchromatic
Pansharpened multispectral
Analytic

Pixel Resampled

3 m

5 m

Visual, panchromatic, pansharpened
multispectral: 0.8m
Analytic: 1m

Radiometric Resolution

Visual: 8 bit
Analytic: 16 bit

Visual: 8 bit
Analytic, panchromatic, and
pansharpened multispectral: 16 bit

Positional Accuracy

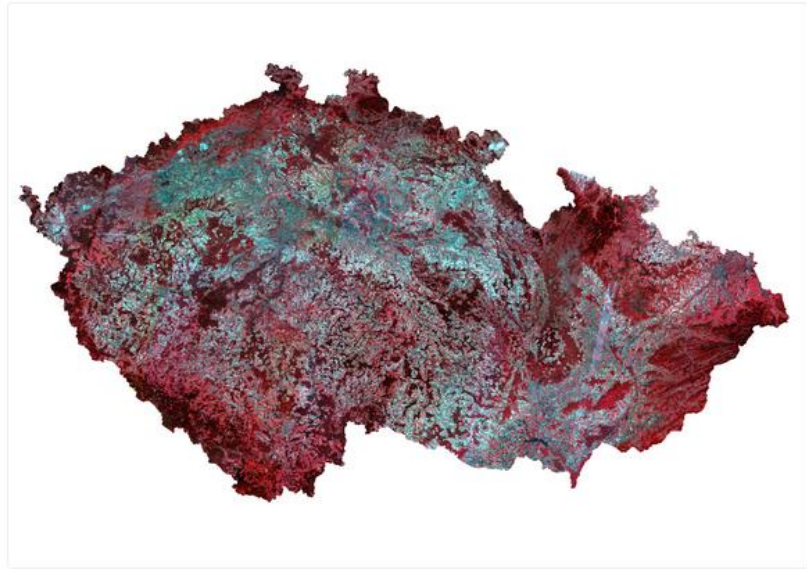
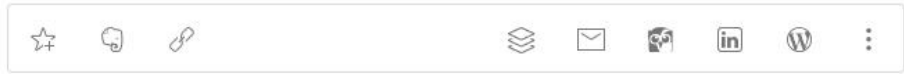
<10 m RMSE

File Format

GeoTIFF

Bark Beetles Are Decimating Forests: Satellite Data Can Help

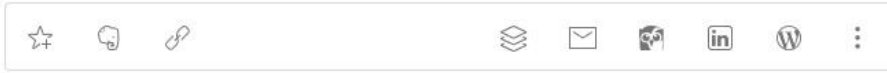
39 Planet Pulse by Sejal Doshi / 14d // keep unread // hide



Bark beetle infestations devastated 18 million cubic meters of forest in the Czech Republic last year, due in part to very dry summers brought on by the effects of climate change. Historically, bark beetles have been a valuable part of nature conservation, playing an important role in the ecosystem of conifer forests. But in such great numbers they've proven to be bringers of potentially irreversible and destructive change across the United States and Europe. In the Czech Republic alone, bark beetle infestations have forced many landowners to cut down massive swaths of trees and caused losses of almost 20 billion crowns (\$87 million) from

SatAgro: The Startup That's Helping to Drive Digital Agriculture in Poland

40 Planet Pulse by Zara Khan / 22d // keep unread // hide



Referred to by some as Europe's "new growth engine," Poland has gone through dramatic transformations in recent decades, while its economy grew by more than 50 percent since 2007, despite the global economic crisis. In the process, it has raised its profile as a major food supplier in Europe, with more than 60 percent of Poland's land being farmland.

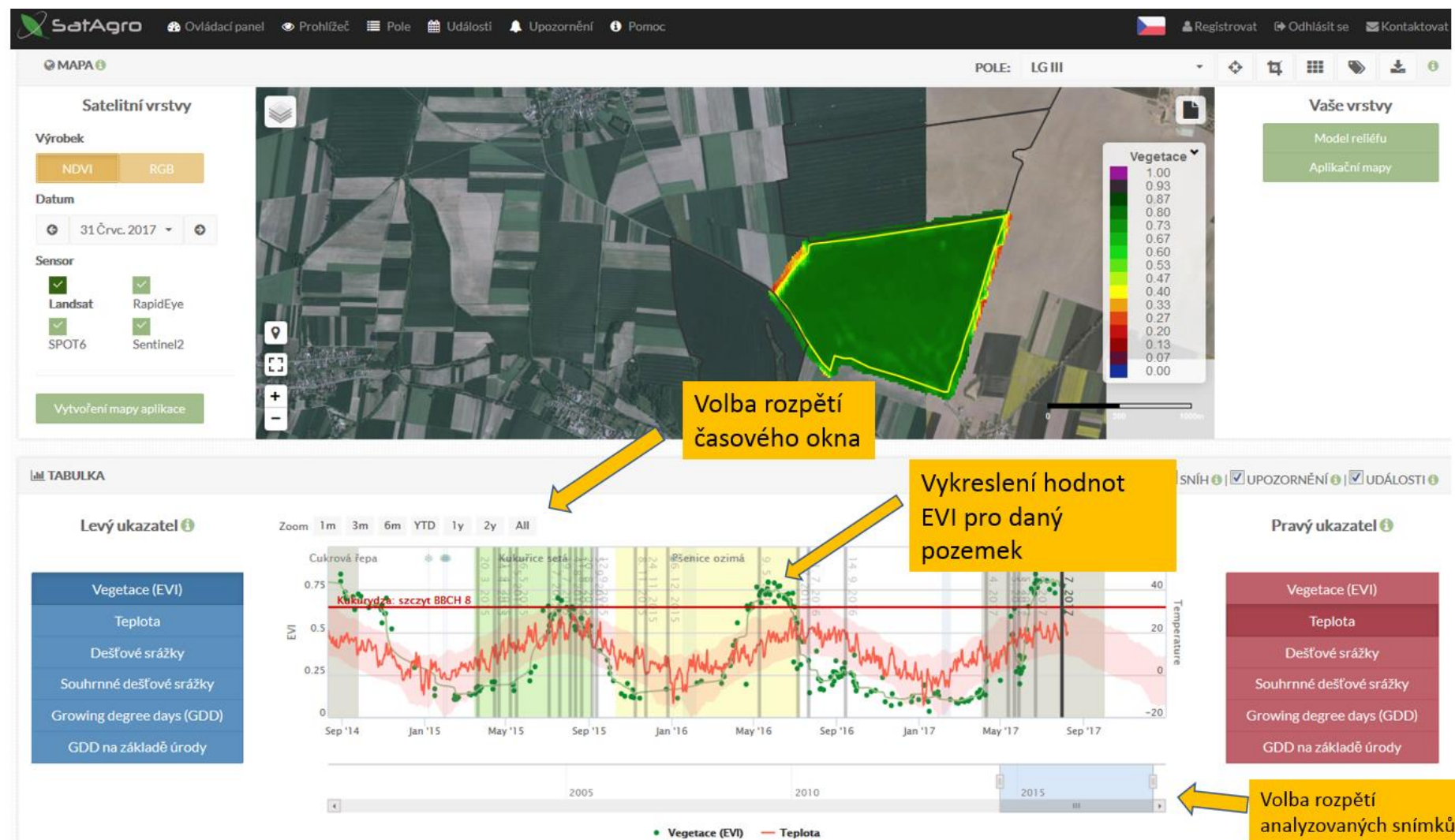
Interested in helping his home country flourish, Polish entrepreneur and remote-sensing expert Przemysław Żelazowski founded SatAgro: a precision agriculture company that monitors a quarter million hectares of large scale crops in Poland.

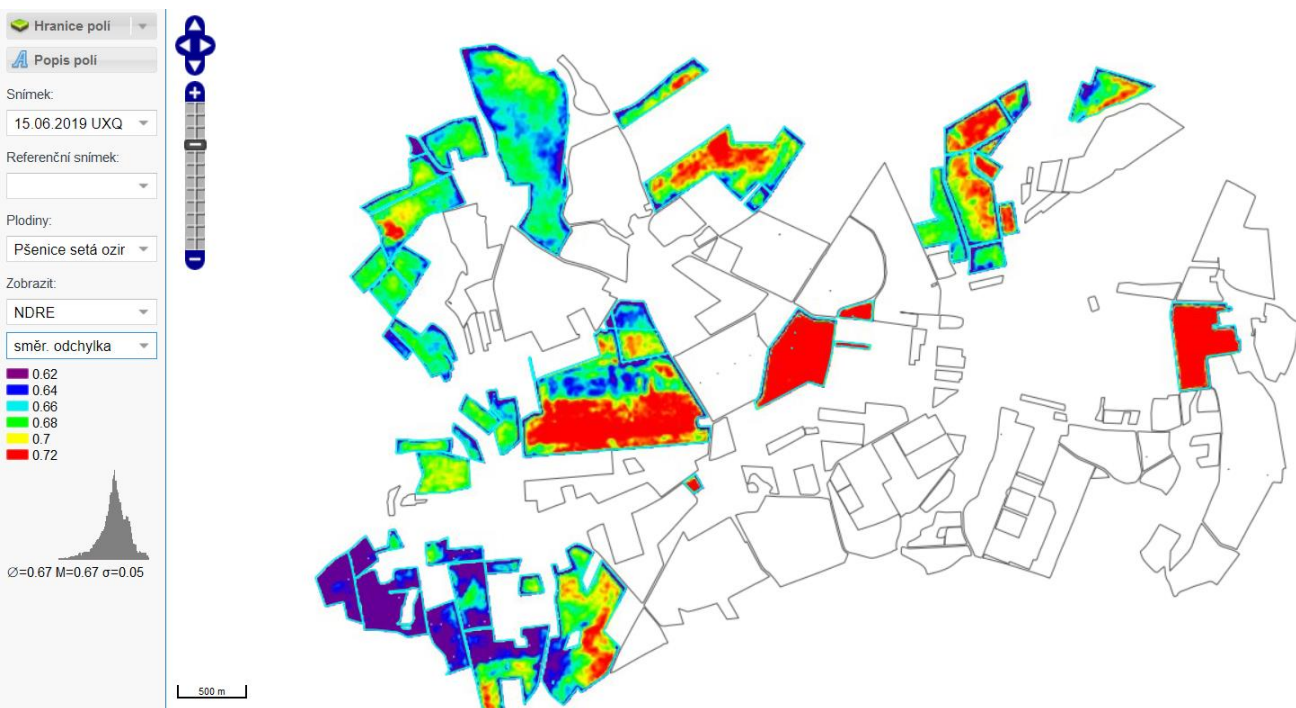
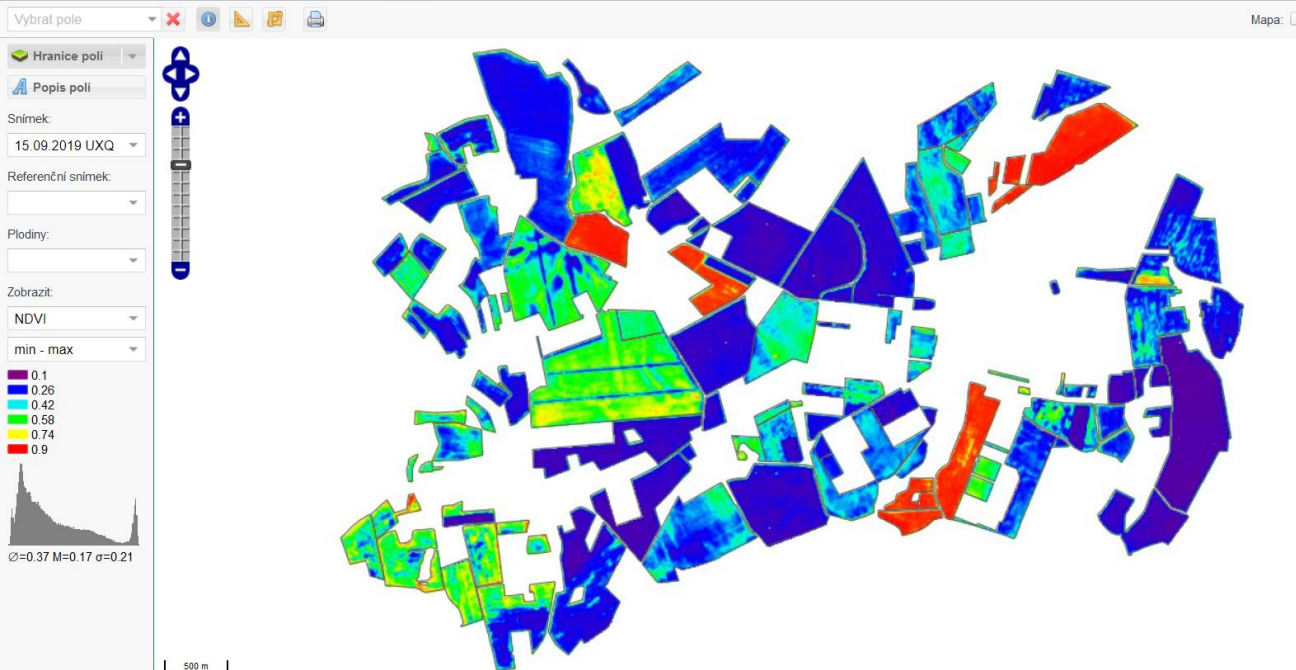
"At SatAgro, we are excited to be taking part in the digitization of the Polish countryside," Żelazowski says. "We are now a significant player in Poland's digital agriculture industry, and are always striving to innovate."



Jak prohlížet / získat / zpracovat data

1. Komerční aplikace
 - Sinergise Sentinel-hub (tvorba WMS služeb): <http://sentinel-hub.com/>
 - Satagro (www.satagro.pl), Cropio (www.cropio.com), MyDataPlan, Cleverfarm, ...
2. Bezplatné prohlížečky
 - EO browser (<http://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>)
 - Landviewer (<https://eos.com/landviewer>)
3. Bezplatné cloud platformy pro zpracování
 - Google Earth Engine (<https://code.earthengine.google.com/>)
4. Ruční stahování / zpracování dat
 - QGIS – Semi-automatic Classification Plugin
 - SNAP (<http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>)
5. Automatizované dotazování/stahování
 - SentinelSat: <https://github.com/cenima-ibama/sentinel-sat>
 - Sentinel-download <http://olivierhagolle.github.io/Sentinel-download/>
 - Sat utils <https://github.com/sat-utils>
6. Komerční EO cloud platformy
 - DIAS (creoDias, ...)
 - EODC
 - VITO





Přirozené barvy

NDVI

NDRE

EVI2

IRECI

SIWSI

min - max

směr. odchylka

percentil (20%)

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

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, the search bar contains 'otnice'. The left sidebar shows the 'Scripts' tab with a list of scripts under the user 'users/vjllukas/default'. The main panel shows a script titled '1_filter_S2_plot' with the following code:

```
1 // Filter collections to dates of interest.
2 var start = '2016-02-01';
3 var end = '2017-07-31';
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(['B6', 'B4'])).select("nd")
11   })
```

The right sidebar shows the 'Inspector' tab with a point selected at coordinates (16.84204, 49.09128). The 'Pixels' section shows the NDVI value as 0.10103806108236313. The 'Objects' section shows the NDVI as an ImageCollection with 107 elements.

Below the map, the 'Two Chart Inspector' section displays two charts for the selected point:

- NDVI Over Time:** A line chart showing the NDVI value over time from February 2016 to July 2017. The y-axis ranges from -0.4 to 1.2, and the x-axis shows dates from 04-16 to 07-17. The chart shows a blue line representing the NDVI value, which fluctuates between approximately 0.0 and 0.8.
- RGB Bands Spectrum Over Time:** A line chart showing the spectral values of the RGB bands (B2, B3, B4) over time. The y-axis ranges from 0 to 10,000, and the x-axis shows dates from 04-16 to 07-17. The chart shows three lines: B2 (blue), B3 (red), and B4 (orange), which fluctuate between approximately 0 and 7,500.

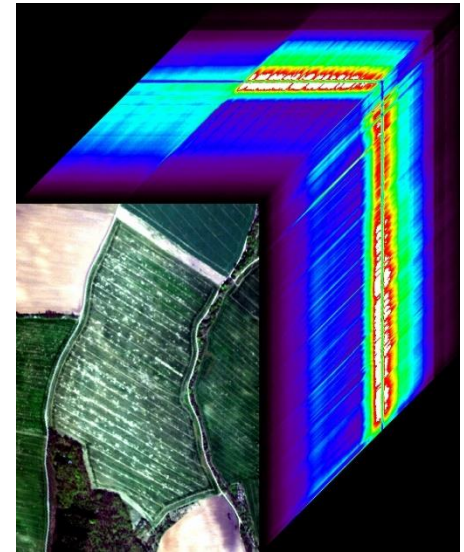
The main map area shows a satellite view of a rural landscape with a red polygon highlighting a specific area of interest.



Letecké hyperspektrální snímkování



- ITRES CASI-1500 na Cessna 208B Grand Caravan (Czechglobe)
- pushbroom, 96 úzcespektrálních pásem (367 – 1042 nm)
- geometrické/radiometrické/atmosférické korekce
- 0.4 m / pixel

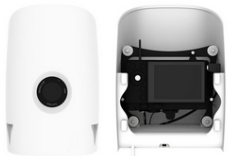


Bezpilotní průzkum

"The Trinity has the potential to blow any conventional fixed-wing UAV out of the market."

Christopher Clark, Rocketmine

quantum
systems



Sony RX1R II

Full-frame 42 MP camera

- Orthophoto & DEM
- point clouds & 3D models
- 1.29cm/px @ 100m altitude



Sony UMC-R10C

APS-C 20.1 MP camera

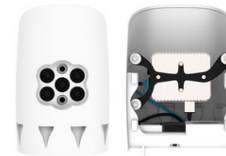
- Orthophoto & DEM
- point clouds & 3D models
- 2.66cm/px @ 100m altitude



RedEdge-MX

5 spectral band sensor

- RGB data with 6.94cm/px @100m altitude
- multispectral data for vegetation analysis
- 1 flight => orthophoto (5bands) & DEM & point cloud
- various indices for plant stress and health analysis



MicaSense Altum

5 spectral bands & thermal infrared sensor

- RGB data with 4.31cm/px @100m altitude
- multispectral data + thermal layer for enhanced analysis
- 1 flight => orthophoto (6bands) & DEM & point cloud
- various indices for plant stress and health analysis

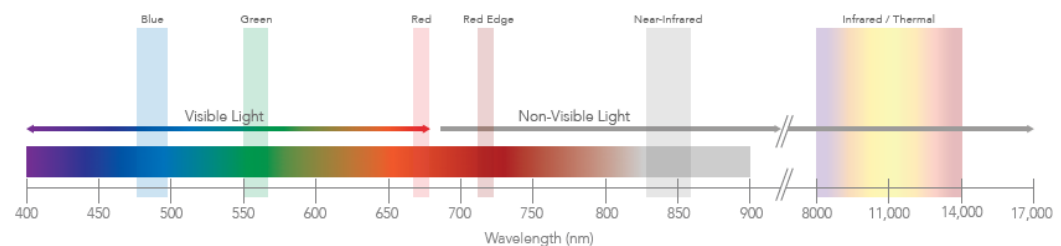
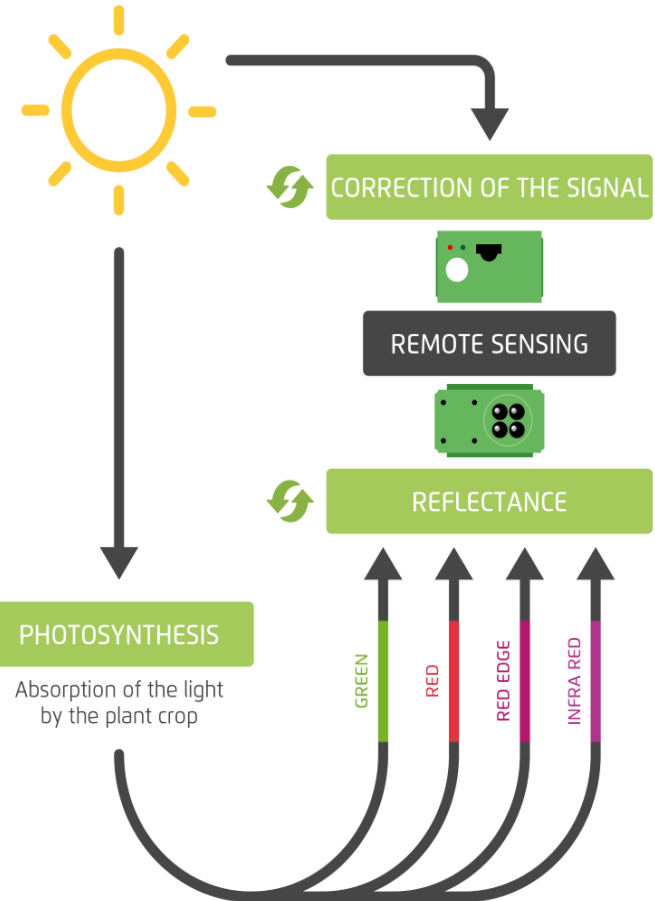


Micasense Altum

- Kombinovaný multispektrální sensor
- VIS-NIR-thermal
 - B, G, R, RE, NIR, **TIR**
- 2064 x 1544 (3.2 MP per EO band), TIR 160 x 120
- 1 capture per second (all bands), 12-bit RAW
- Senzor příchozí radiace DSL2
- Altum + DLS 2: 406.5 g (14.34 oz)

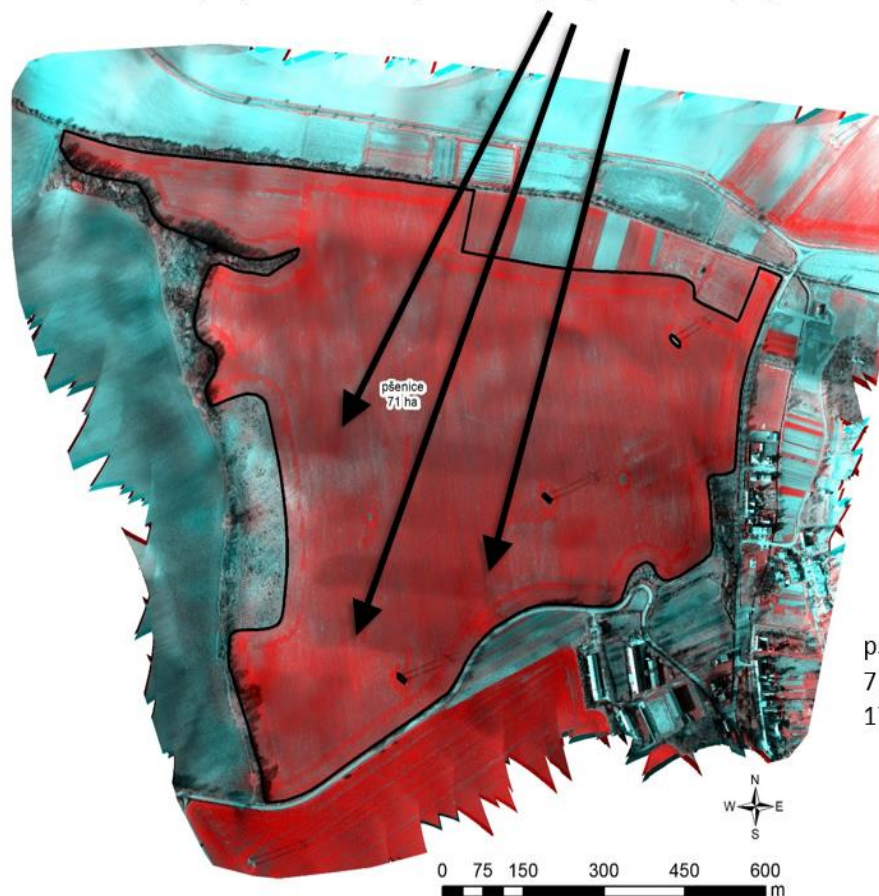
Altum Sensor Kit

\$9,950.00

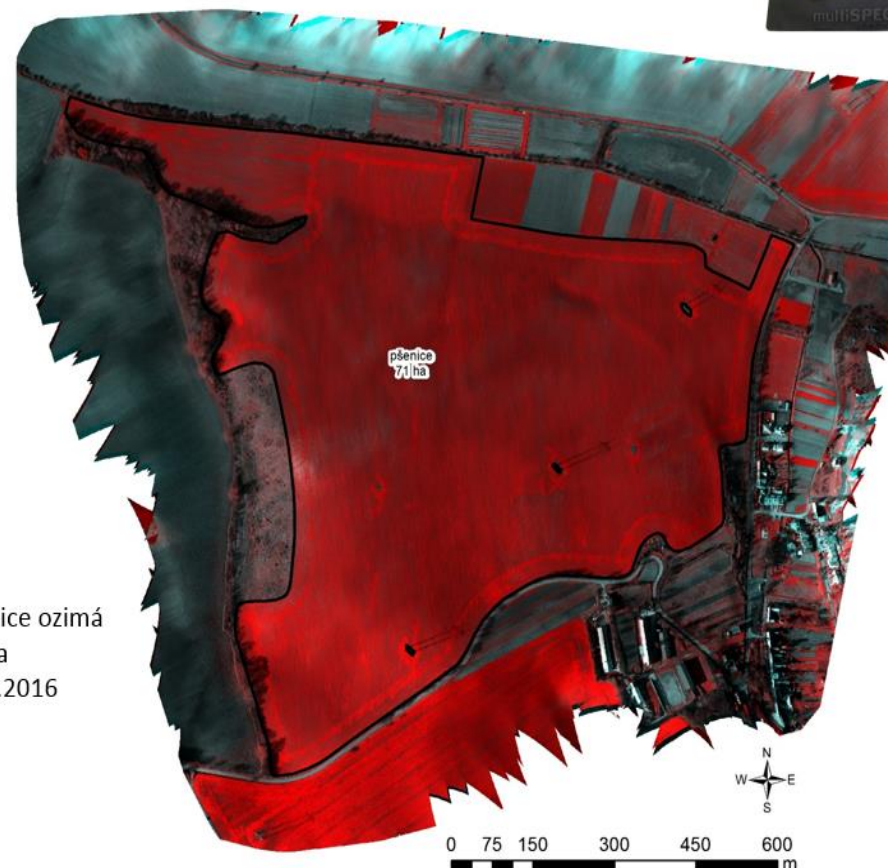


Význam zohlednění rozdílných světelných podmínek při pořizování dat (čidlo intenzity záření u senzoru MULTISPEC 4C)

pásky vzniklé rozdílnými světelnými podmínkami při průletu



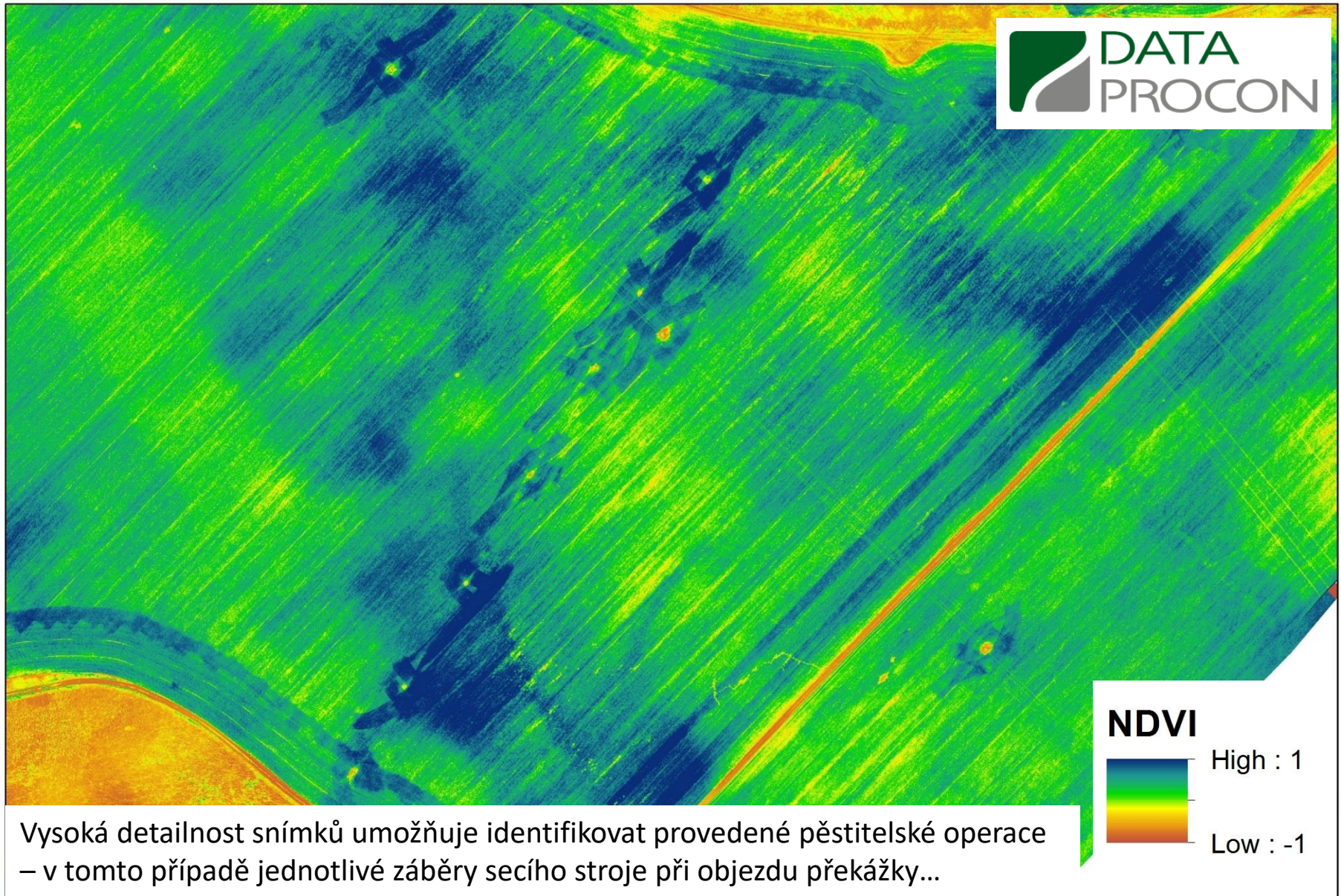
Ortomozaika bez radiometrických korekcí jednotlivých snímků



Ortomozaika s radiometrickými korekcemi

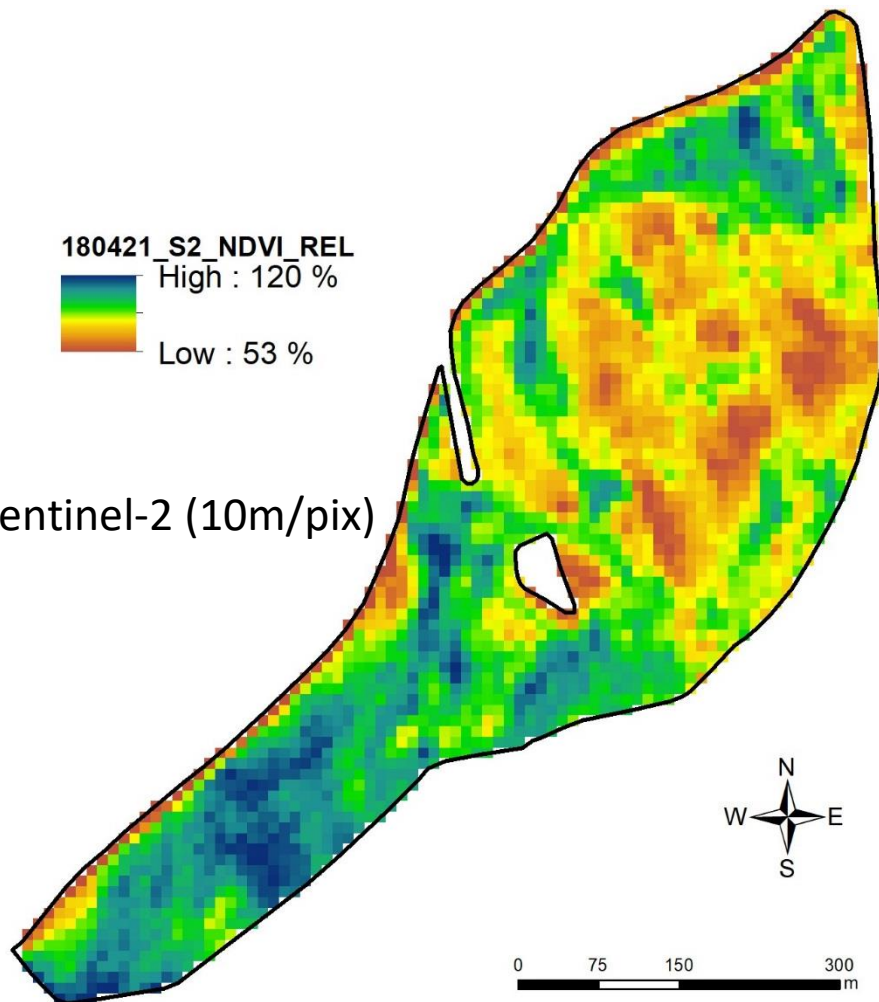


pšenice ozimá
71 ha
17.3.2016



Vysoká detailnost snímků umožňuje identifikovat provedené pěstitelské operace – v tomto případě jednotlivé záběry secího stroje při objezdu překážky...

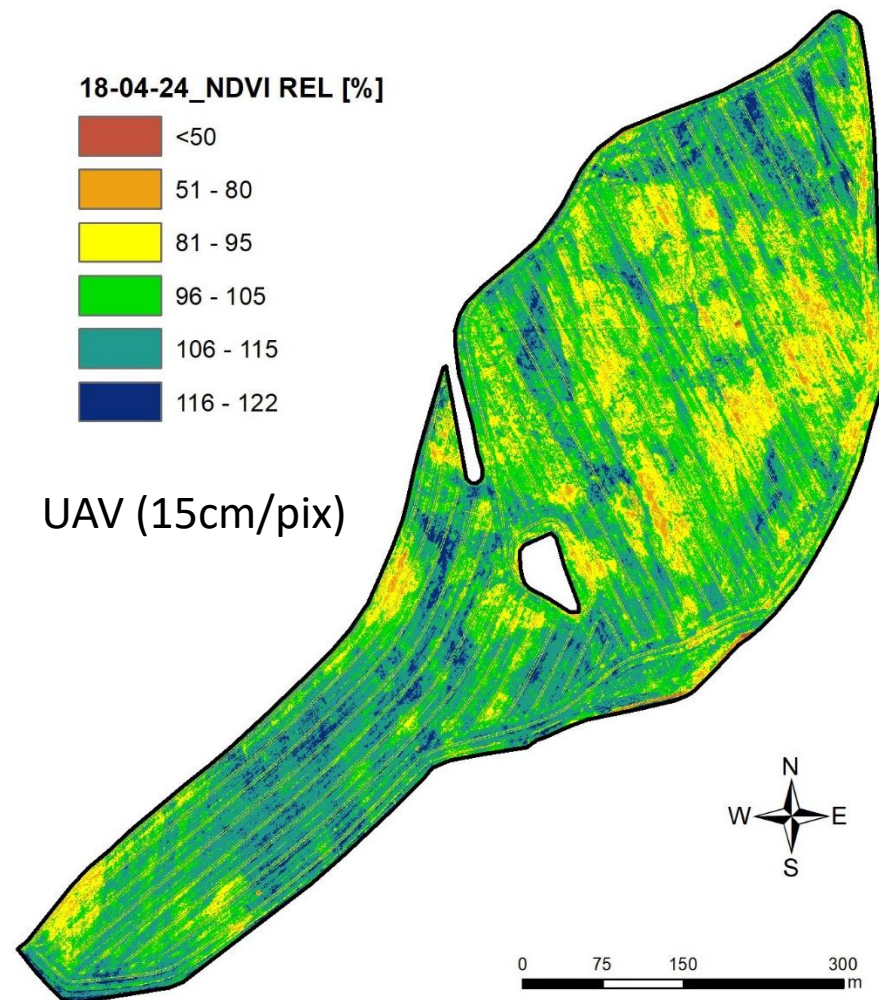
180421_S2_NDVI_REL
High : 120 %
Low : 53 %



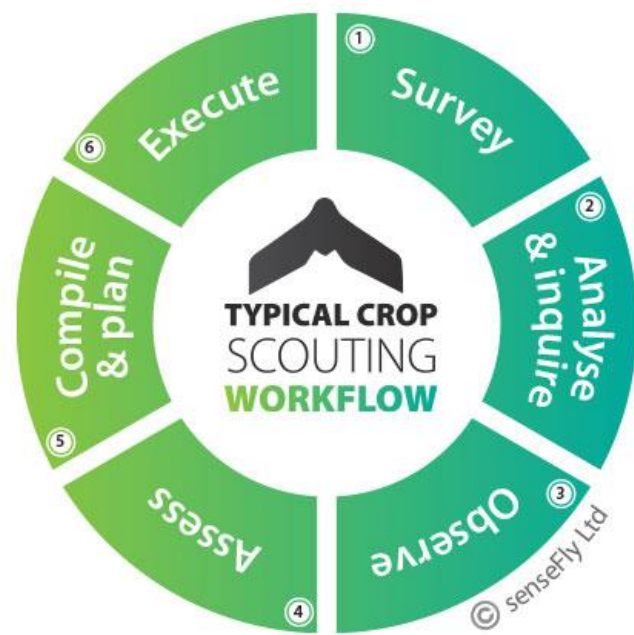
18-04-24_NDVI_REL [%]

<50
51 - 80
81 - 95
96 - 105
106 - 115
116 - 122

UAV (15cm/pix)



ZD Kojčice (Pelhřimov) – pozemek cca 20 ha



	 Spring	 Summer	 Fall	 Winter
Tasks	• Prepare machinery • Apply fertiliser, manure • Apply herbicide • Till, prepare seedbed • Plant seed	• Apply herbicide • Apply fertiliser • Apply fungicide • Apply insecticide • Irrigation management	• Harvest crop • Manage & till residue • Apply fertiliser, manure • Land improvements	• Machinery purchases • Input purchases • Insurance purchase/claims
Drone usage	• Early analysis of soils, tillage, tile and drainage	• Stand count and gap analysis • Irrigation management • Observation of growth variability • Assess and observe nitrogen needs • Crop stage monitoring for timing of applications	• Pre-harvest: dry down and stand consistency observation • Post-harvest: analysis of soils, tillage and topography	• Assessment of input and machinery performance
	 Year-round	• Post-rain: tile drainage system analysis	• Post-storm: determine wind/hail/flood damage	• Post-event: insurance claim documentation

Pozemní snímkování (MENDELU)



MS 3100

CameraLink
+ COM + 12V
cables

12V
ch
ac

fra
lap
are

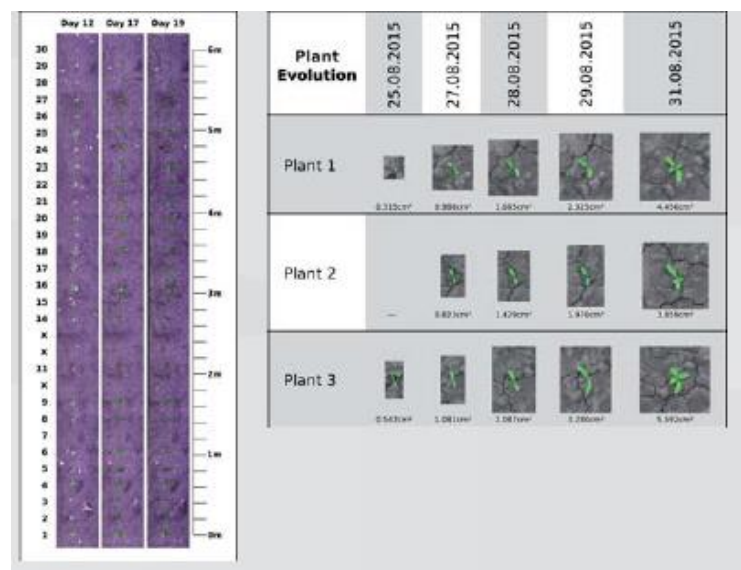
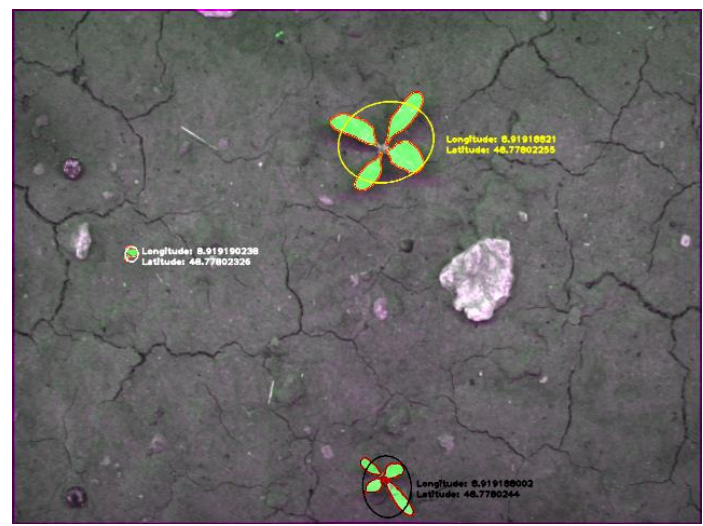


MENDELU 2004-2007

2011-2014

2013

2 . .



Využití dat DPZ pro návrh pěstebních operací

- **Průběžný monitoring**

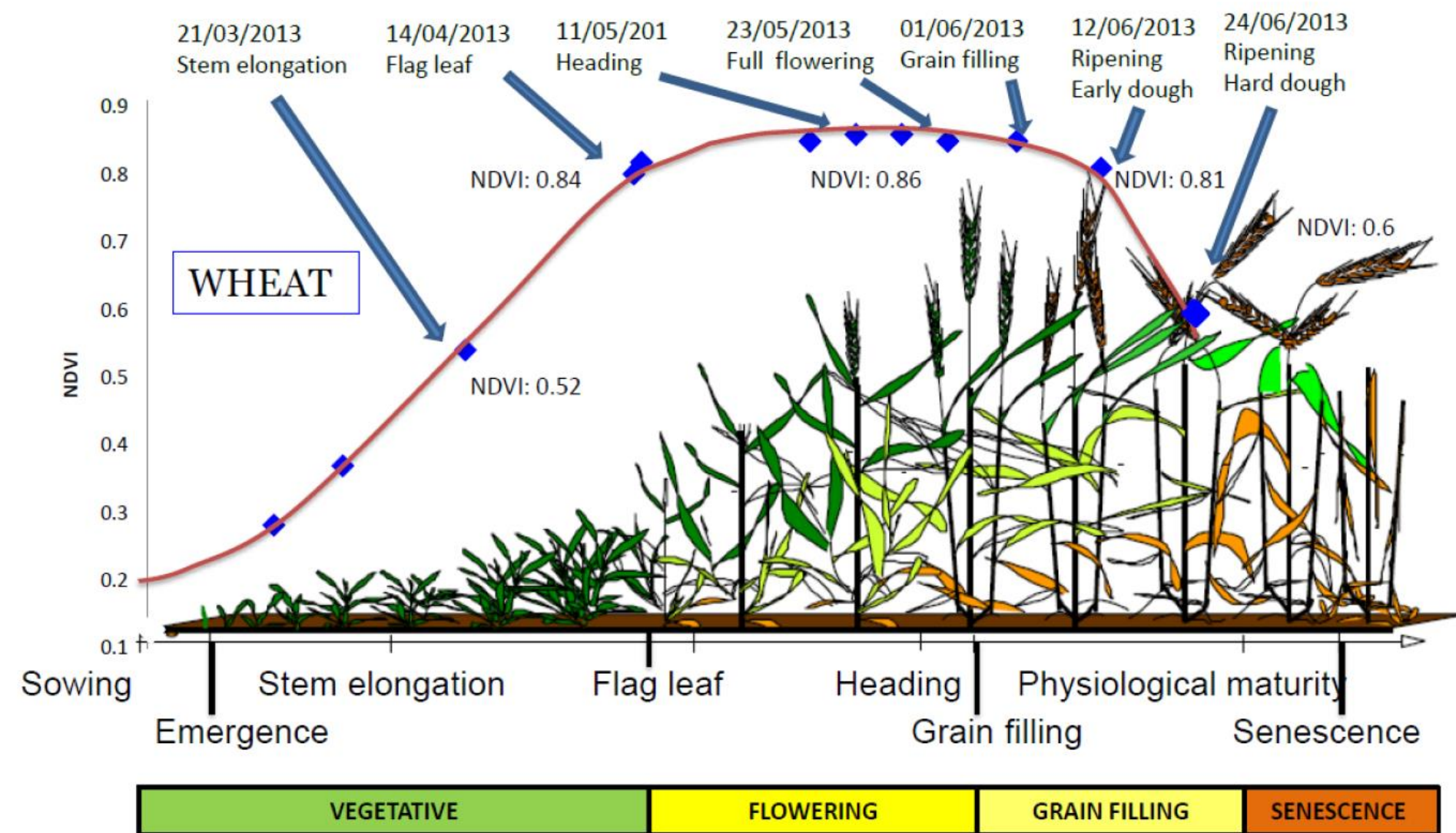
- Hodnocení **aktuálního stavu** porostů = jednotlivé scény
- Hodnocení **vývoje porostů** = rozdíl mezi termíny

- **Analýza střednědobých trendů**

- Analýza historických dat
- Vymezení **produkčních zón**, které mohou sloužit jako alternativa výnosovým mapám (= definuje **výnosové hladiny**)

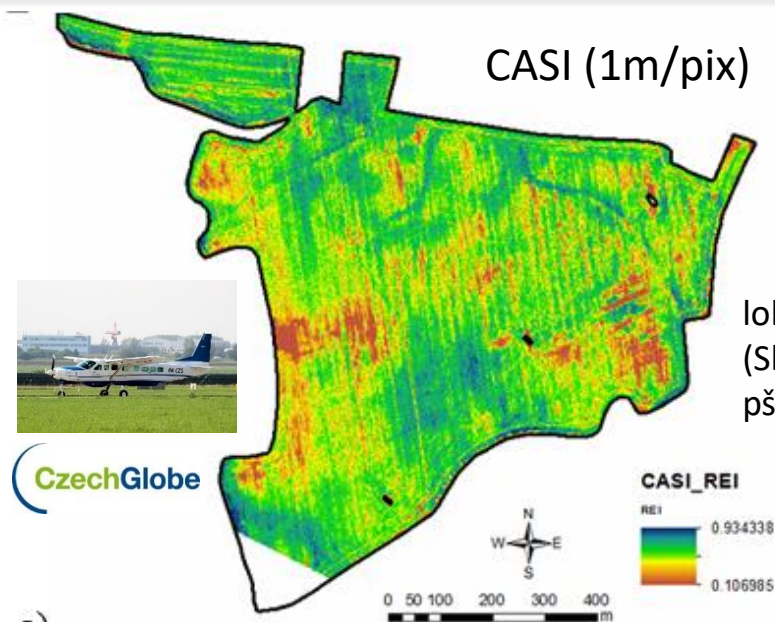
Požadavky na kvalitu dat:

- **Atmosférické korekce** (povrchová odrazivost) – **nezbytné pro porovnávání v čase**
- **Identifikace oblačnosti** – vymaskování oblačnosti a stínů v ploše zájmového území

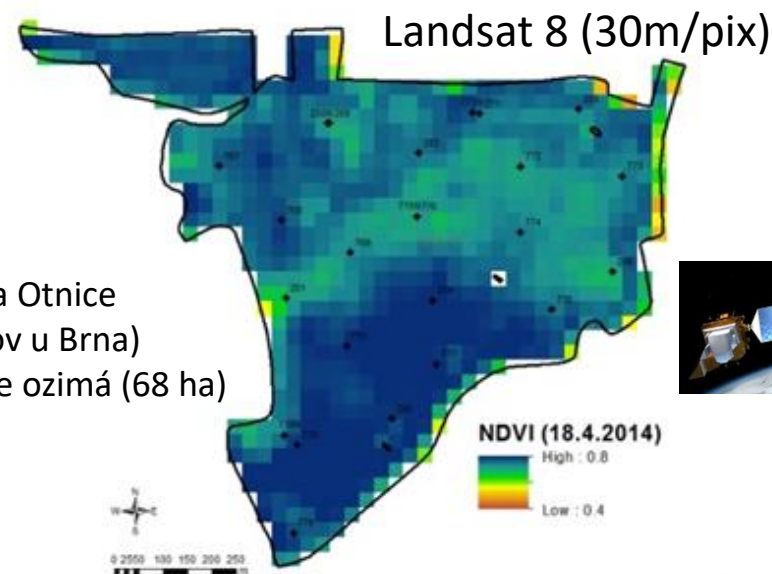


Studie - hodnocení stavu porostů

2014

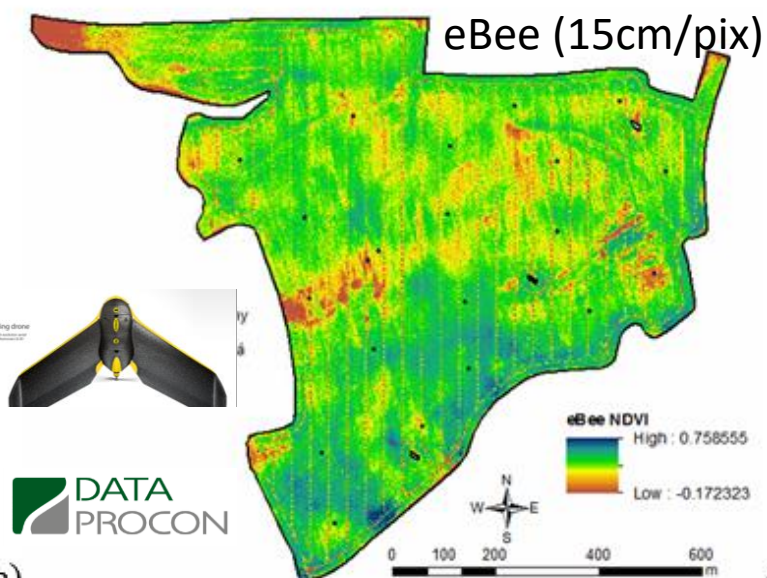


a)

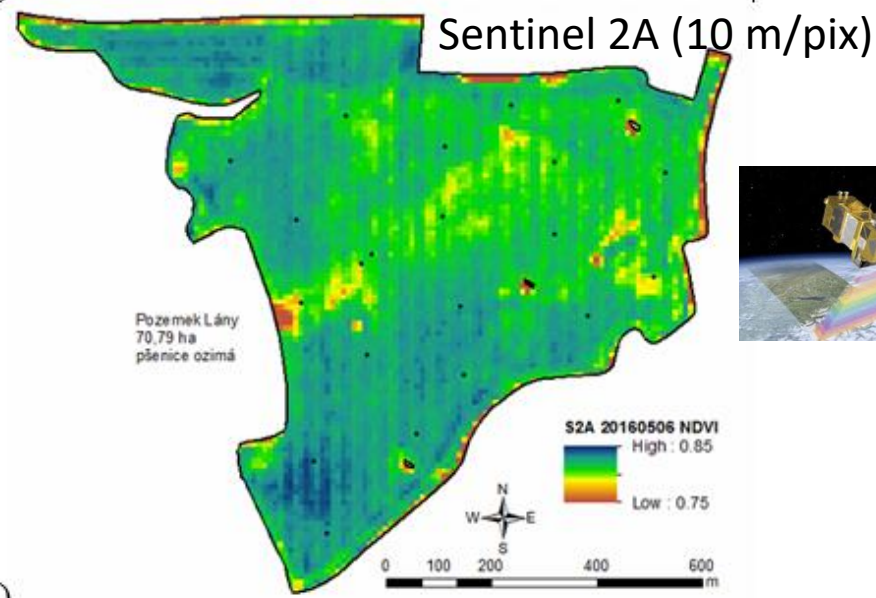


b)

2016



c)



d)

Studie - hodnocení stavu porostů

2014 (BBCH 32)	Obsah N [%]	Biom. čerst. [g.m ⁻²]	Biom. suš. [g.m ⁻²]	Odběr N [g.m ⁻²]
CASI (6.5.2014)				
NDVI	0.807	0.771	0.683	0.786
SRI	0.843	0.830	0.728	0.841
REI	0.882	0.814	0.716	0.850
UAV eBee (22.4.2014)				
NDVI	0.355	0.646	0.688	0.598
GNDVI	0.495	0.754	0.758	0.709
SRI	0.369	0.654	0.693	0.610
Landsat 8 (18.4. 2014)				
NDVI	0.563	0.584	0.564	0.592
GNDVI	0.437	0.478	0.456	0.485
SRI	0.585	0.596	0.574	0.612

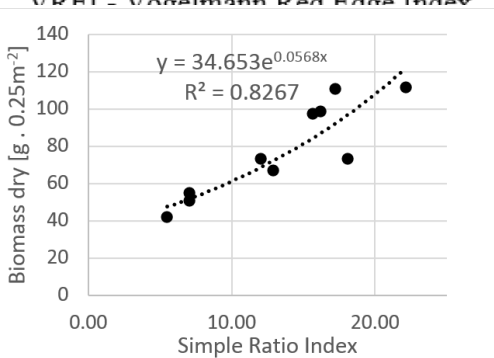
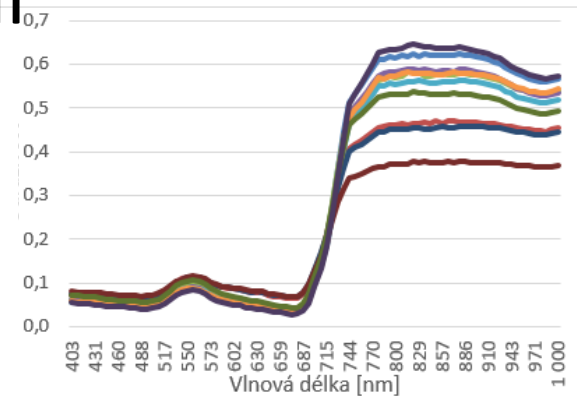
2016 (BBCH 34)	Obsah N [%]	Biom. čerst. [g.m ⁻²]	Biom. suš. [g.m ⁻²]	Odběr N [g.m ⁻²]
UAV eBee MULTISPEC4C (6.5.2016)				
NDVI	0.069	0.563	0.453	0.460
GNDVI	0.173	0.647	0.499	0.558
SRI	0.034	0.543	0.442	0.431
NRERI	0.310	0.796	0.660	0.785
Sentinel 2 (6.5.2016)				
NDVI	0.018	0.699	0.613	0.580

Lokalita Otnice, pšenice ozimá 69 ha, 20 kontrolních bodů s odběry rostlinného materiálu

Letecké hyperspektrální snímkování

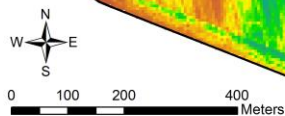
	Elev.	Slope	Curv.	TWI	REIP	NDVI	SRI	SIPI	VREI
N (SB)	0.417	0.096	0.727	-0.547	-0.737	-0.689	-0.515	0.715	-0.587
Biomass (SB)	-0.845	-0.496	-0.366	0.713	0.311	0.851	0.894	-0.606	0.904
Yield (SB)	0.216	0.096	-0.205	0.173	-0.273	-0.185	-0.154	-0.141	-0.236
N (WW)	-0.088	-0.255	-0.611	0.314	-0.305	0.531	0.568	-0.171	0.516
Biomass (WW)	0.042	-0.396	-0.332	0.440	0.063	0.560	0.559	0.130	0.652

TWI – Topographic Wetness Index, REIP – Red Edge Inflection Point, NDVI – Normalized Difference Vegetation Index, SRI – Simple Ratio Index, SIPI - Structure insensitive pigment index, VREI - Vogelmann Red Edge Index



Biomass estimated from the Simple Ratio Index

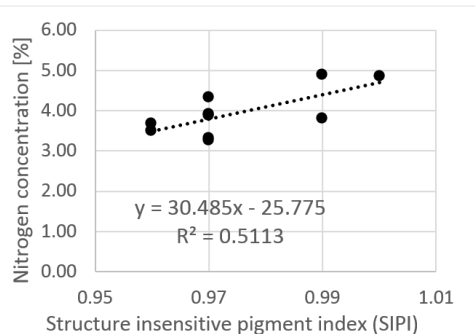
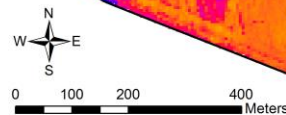
Biomass
122.49
Grams per 1/4 square meter
31.31

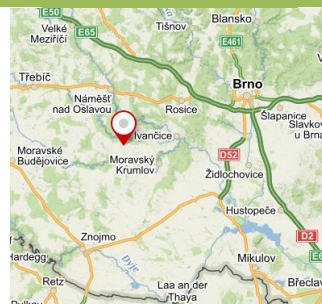
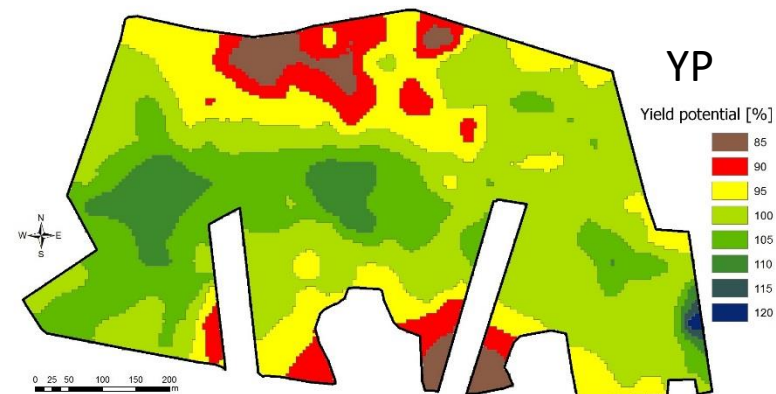


ječmen jarní

Nitrogen concentration estimated from the Structure Insensitive Pigment Index

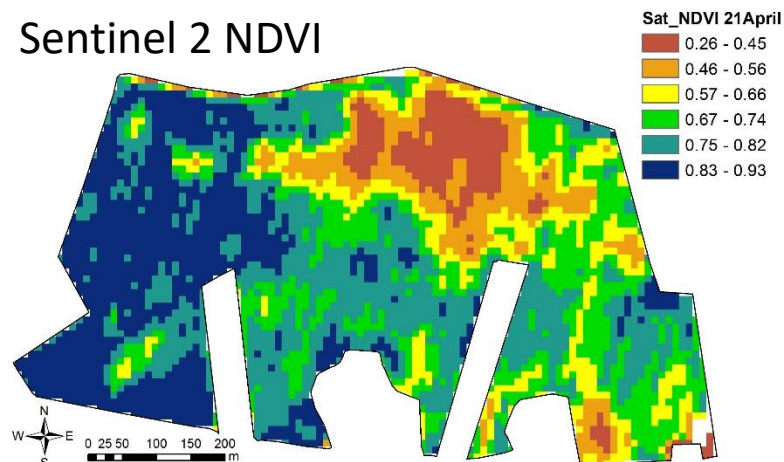
Nitrogen concentration
5.12
%
3.19



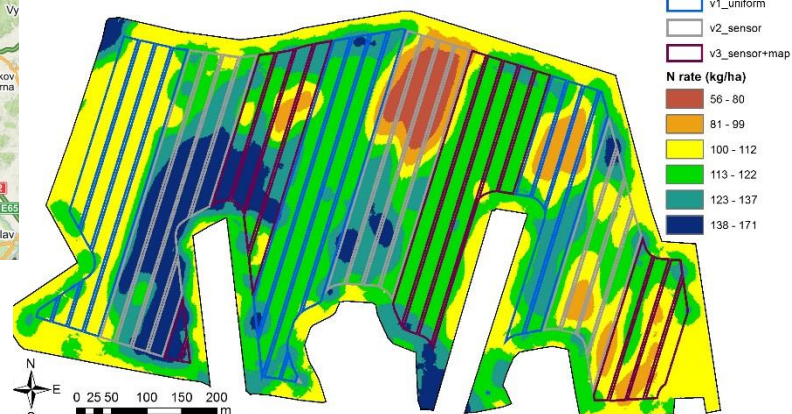


winter wheat
2017
40 ha
Dolní Dubňany
(Dukovany)

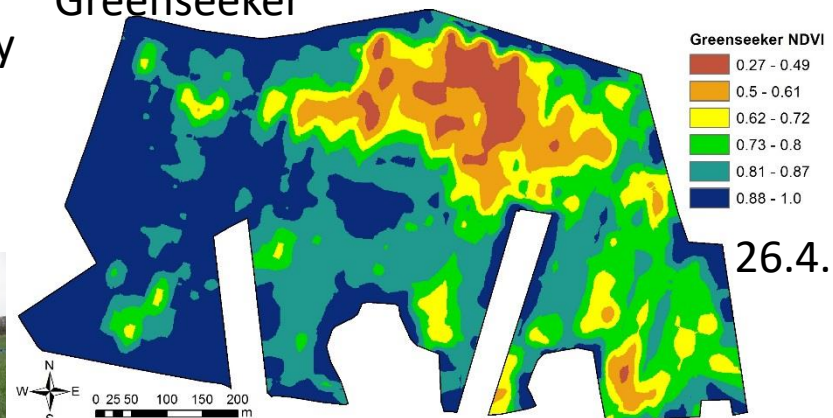
Sentinel 2 NDVI



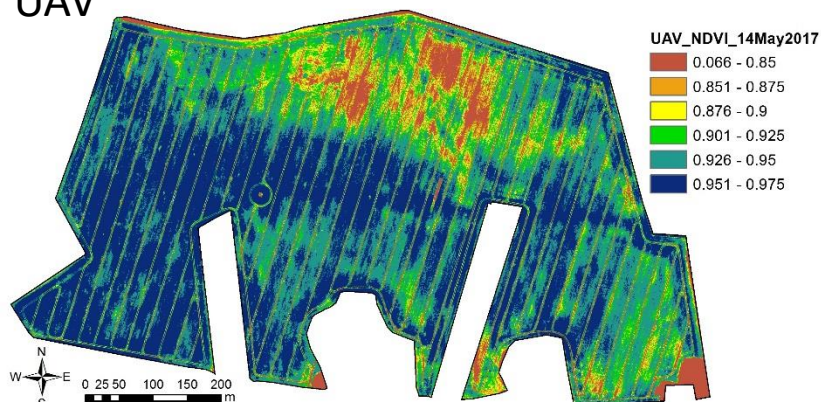
variants VRA N



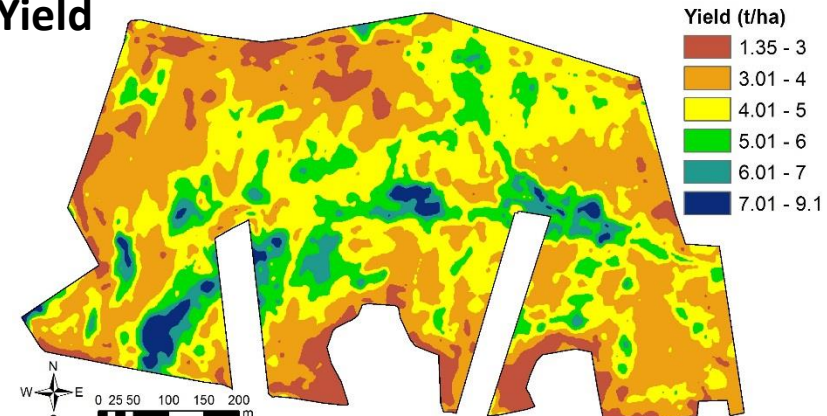
Greenseeker



UAV



Yield



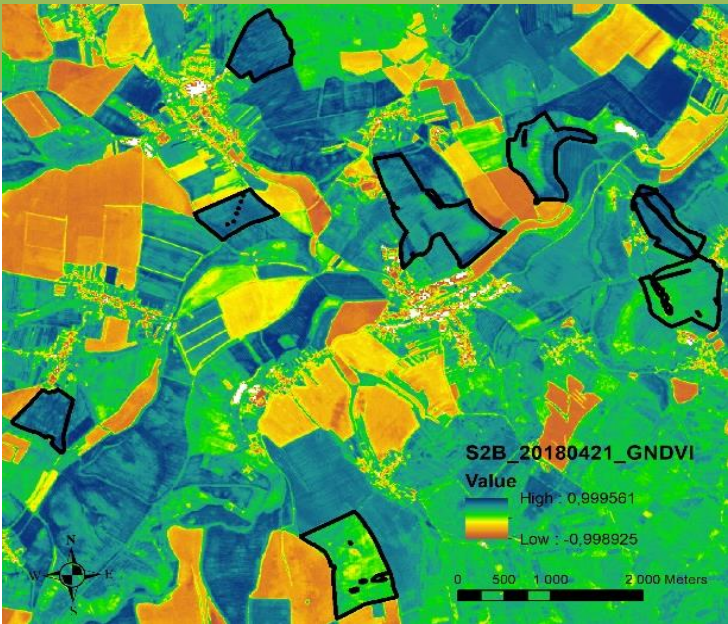
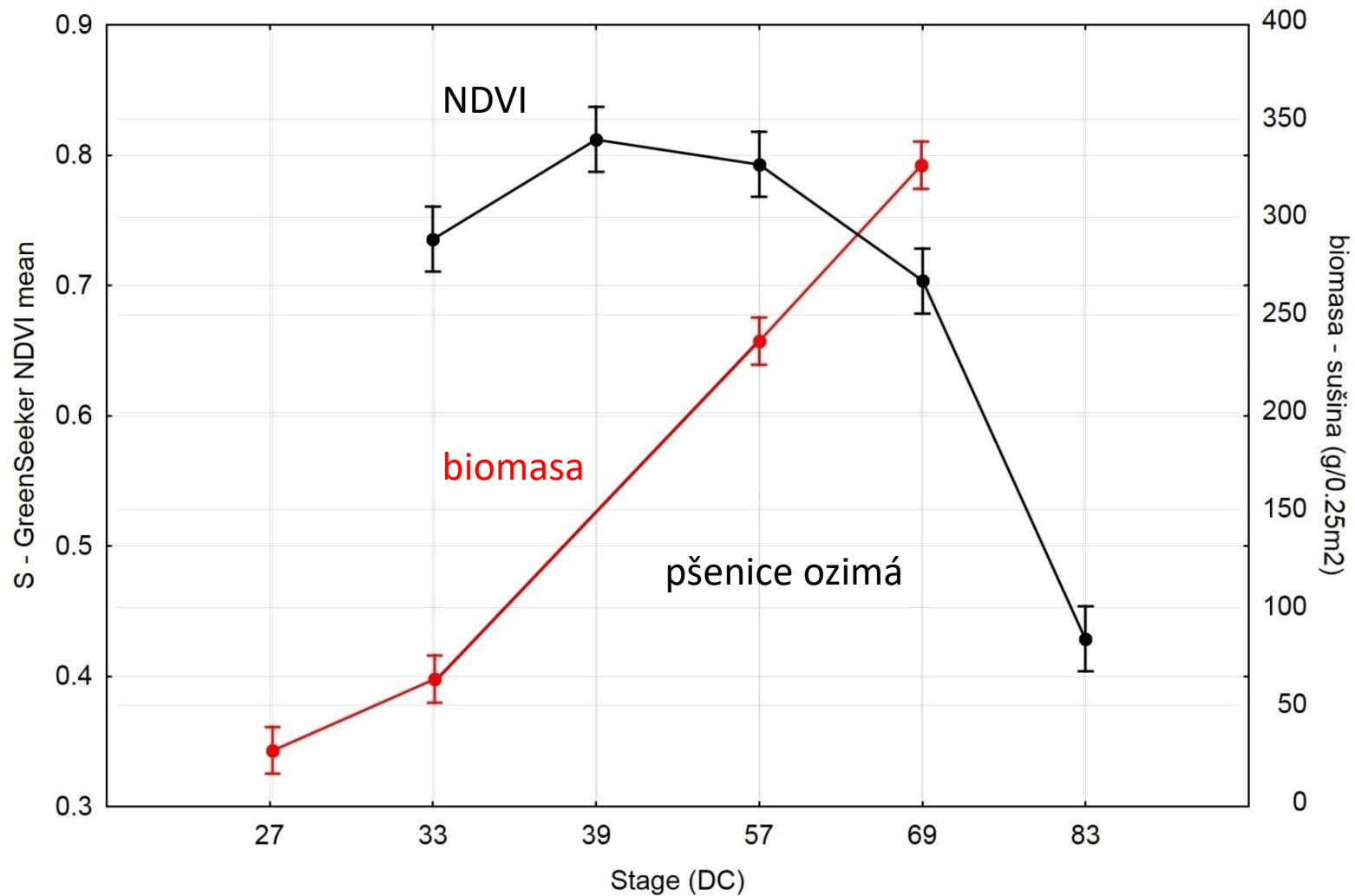
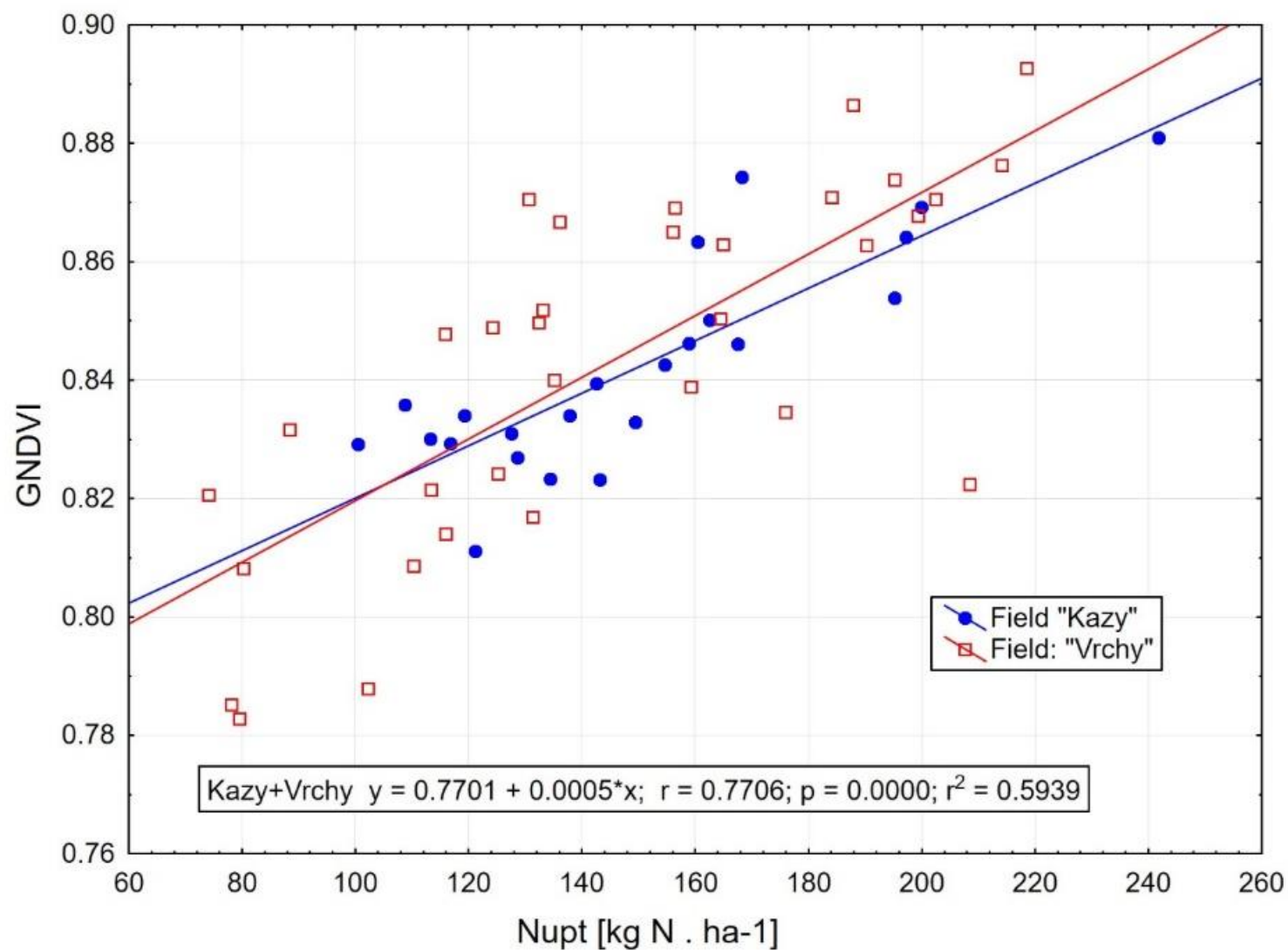


Table 2 Correlation matrix of Spearman correlation coefficient (r)

Date 2018	Vegetation index											
		EVI	EVI2	GNDVI	NDMI	NDRE	NDVI	NRERI	REIP	RENDVI	S2REP	SRI
11 April	IRMI	0.79	0.82	0.80	0.77	0.75	0.79	0.51	0.23	0.42	0.23	0.79
18 April	IBI	0.85	0.79	0.84	0.76	0.83	0.85	0.53	0.31	0.44	0.31	0.85
21 April	IRMI	0.80	0.74	0.78	0.81	0.75	0.80	0.72	0.48	0.69	0.48	0.80
28 April	IBI	0.81	0.67	0.76	0.76	0.79	0.81	0.67	0.48	0.64	0.48	0.81
	IRMI	0.85	0.84	0.86	0.83	0.81	0.85	0.79	0.64	0.76	0.64	0.85
	IBI	0.84	0.81	0.83	0.79	0.82	0.84	0.73	0.60	0.70	0.60	0.84
	IRMI	0.70	0.76	0.72	0.84	0.76	0.70	0.81	0.77	0.81	0.77	0.70
	IBI	0.72	0.74	0.69	0.78	0.71	0.72	0.73	0.64	0.72	0.64	0.72

Saturační efekt širokopásmového NDVI

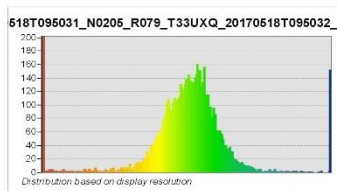




UAV monitoring – identifikace výživného stavu (Kojčice, pšenice ozimá, BBCH 51, 2018)

ječmen jarní
78 ha

NDVI_170518
High : 0.911126
Low : 0.225302



0 50 100 200
m

Aplikace regulátoru růstu
(2017)

ječmen jarní
78 ha

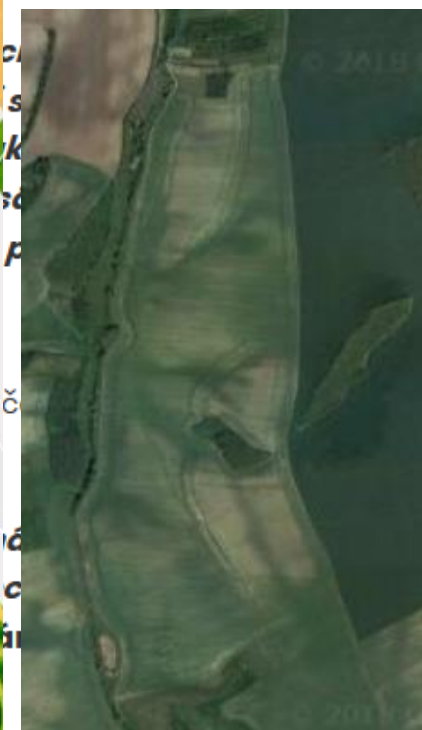
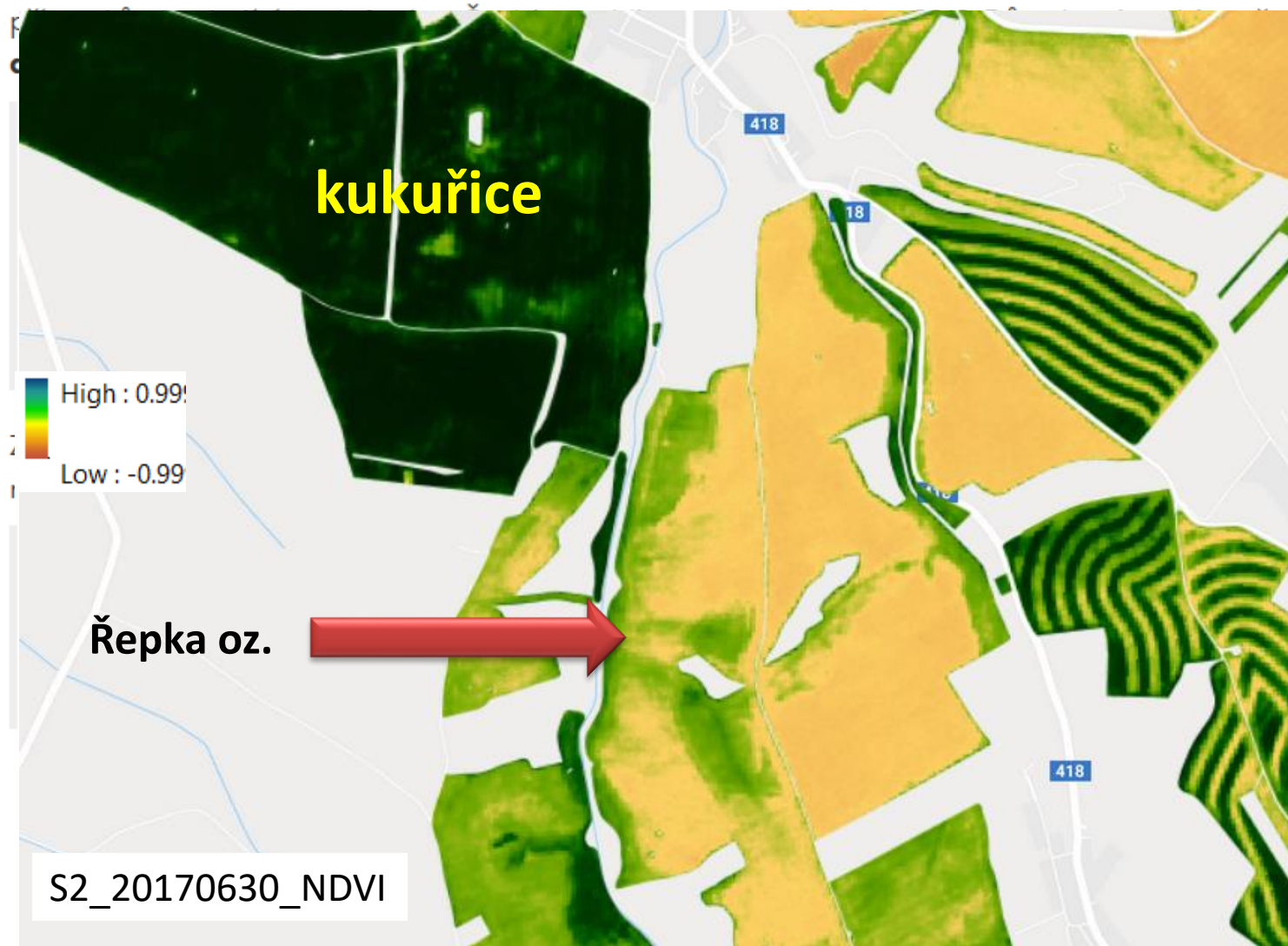
davka
nizka
stredni
vysoka



0 50 100 200
m

Zákaz plošného používání glyfosátu se zmírní

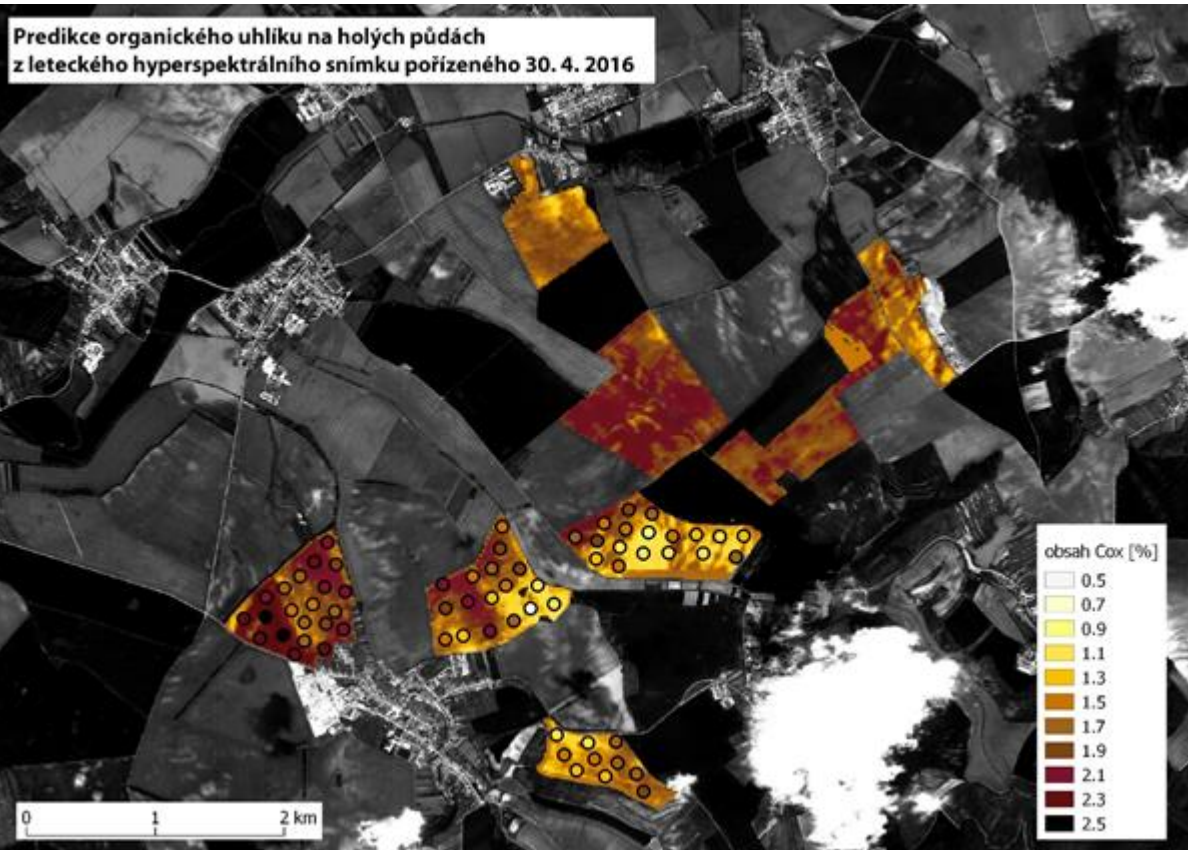
Ministerstvo zemědělství zveřejnilo nová pravidla pro používání účinné látky glyfosát, která **zakážou před sklizňovou aplikaci všech přípravků s glyfosátem na plodiny potenciálně určené pro potravinářské účely**, tedy na obiloviny a řepku. Omezení začnou platit ode dne obnovení povolení na trhu



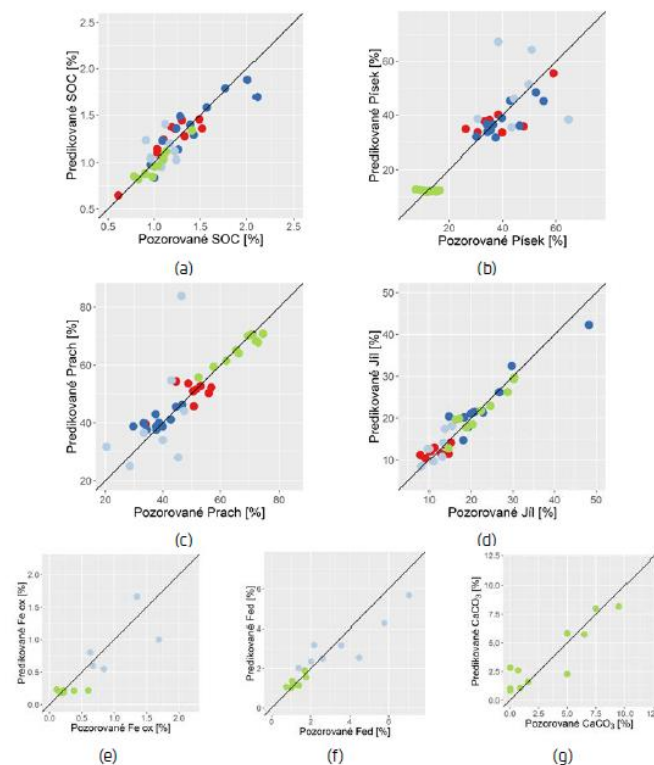
Predikce půdních vlastností z DPZ



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



Zpracoval: Žížala a kol. (VÚMOP)



Obrázek 10: Porovnání predikovaných a sledovaných hodnot ve validačním souboru dat: (a) organický uhlík; (b) písek; (c) prach; (d) jí; (e) Fe_{ox}; (f) Fe; (g) CaCO₃. Barvy bodů identifikují lokalitu: (červená) Přestavky; (tmavě modrá) Sardice; (světle modrá) Nová Ves; (zelená) Jičín

Bezpilotní monitoring

- celoplošné mapování
- operativní nasazení
- vysoké rozlišení

Poškození řepky hlodavci
(Rostějnice, 81 ha)
září 2016



DATA
PROCON

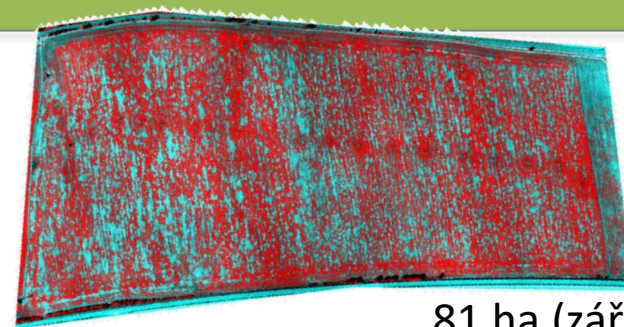
senseFly
a Parrot company

eBee
senseFly

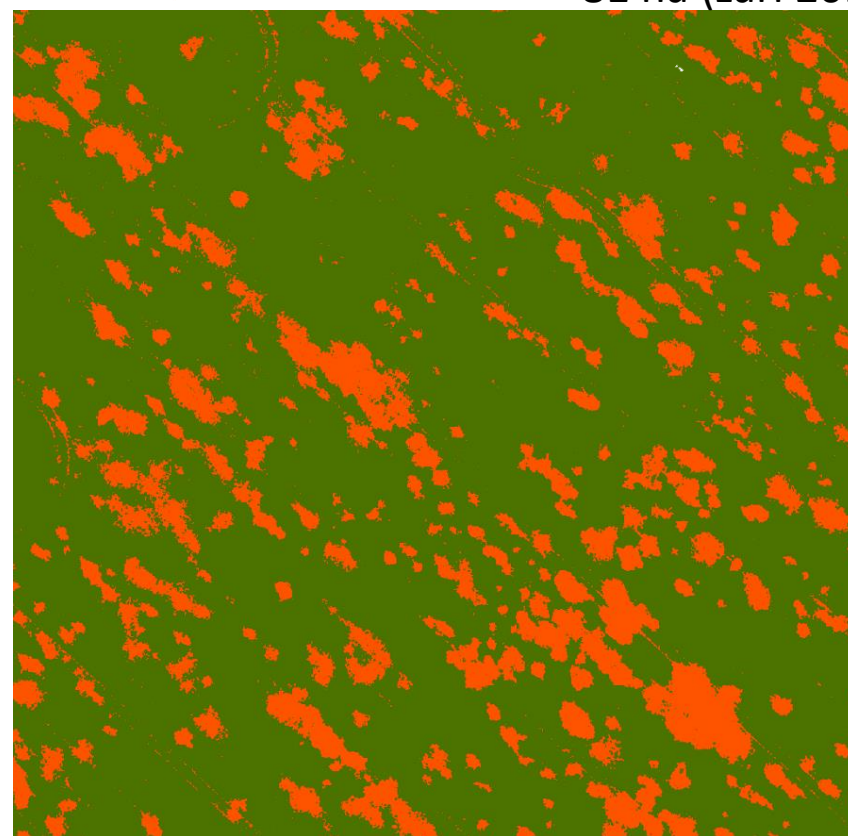
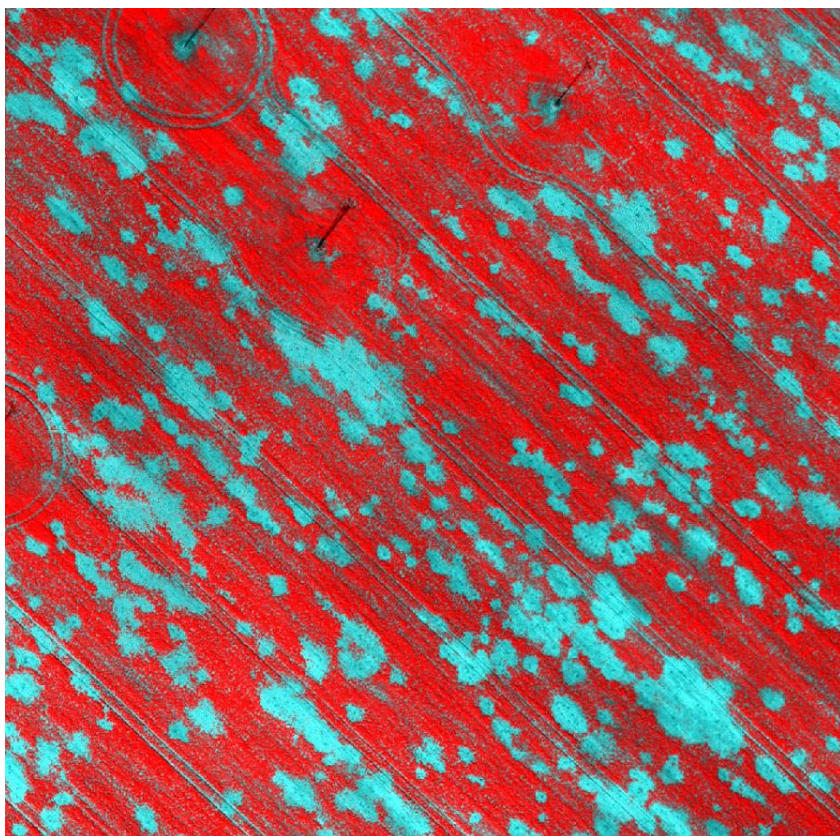
eBee
The professional mapping drone
Use this fully autonomous drone to capture high-resolution aerial
photos that you can transform into accurate orthomosaics & 3D
models.



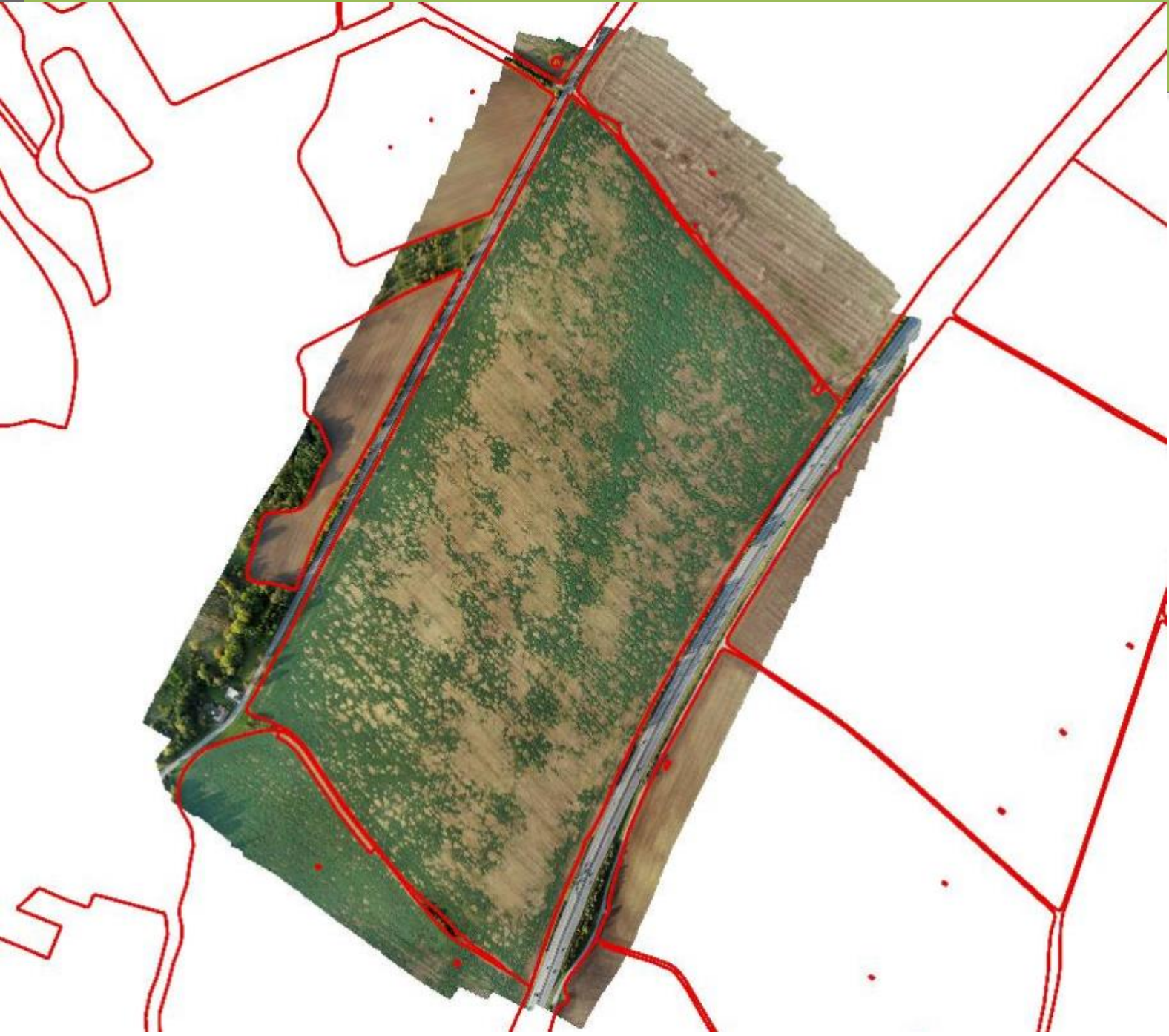
Bezpilotní monitoring poškození porostu



81 ha (září 2016)



identifikace poškozených míst analýzou obrazu
(poškozeno cca 25% výměry pozemku)



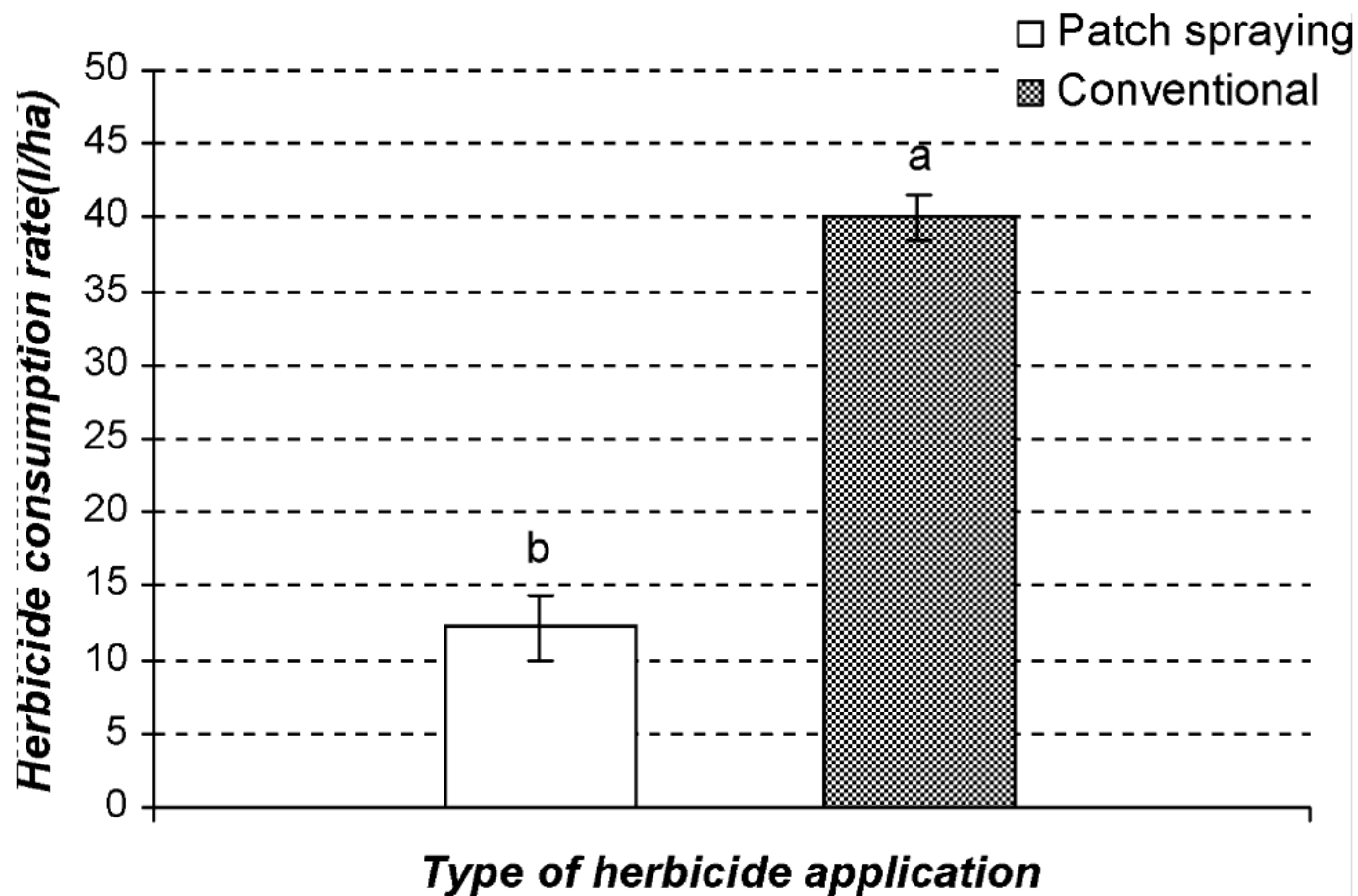


Fig. 8 – A comparison between herbicide consumption rates of the conventional and patch spraying treatments.



MON19_PAV_1PRE_09



MON19_PAV_1PRE_10

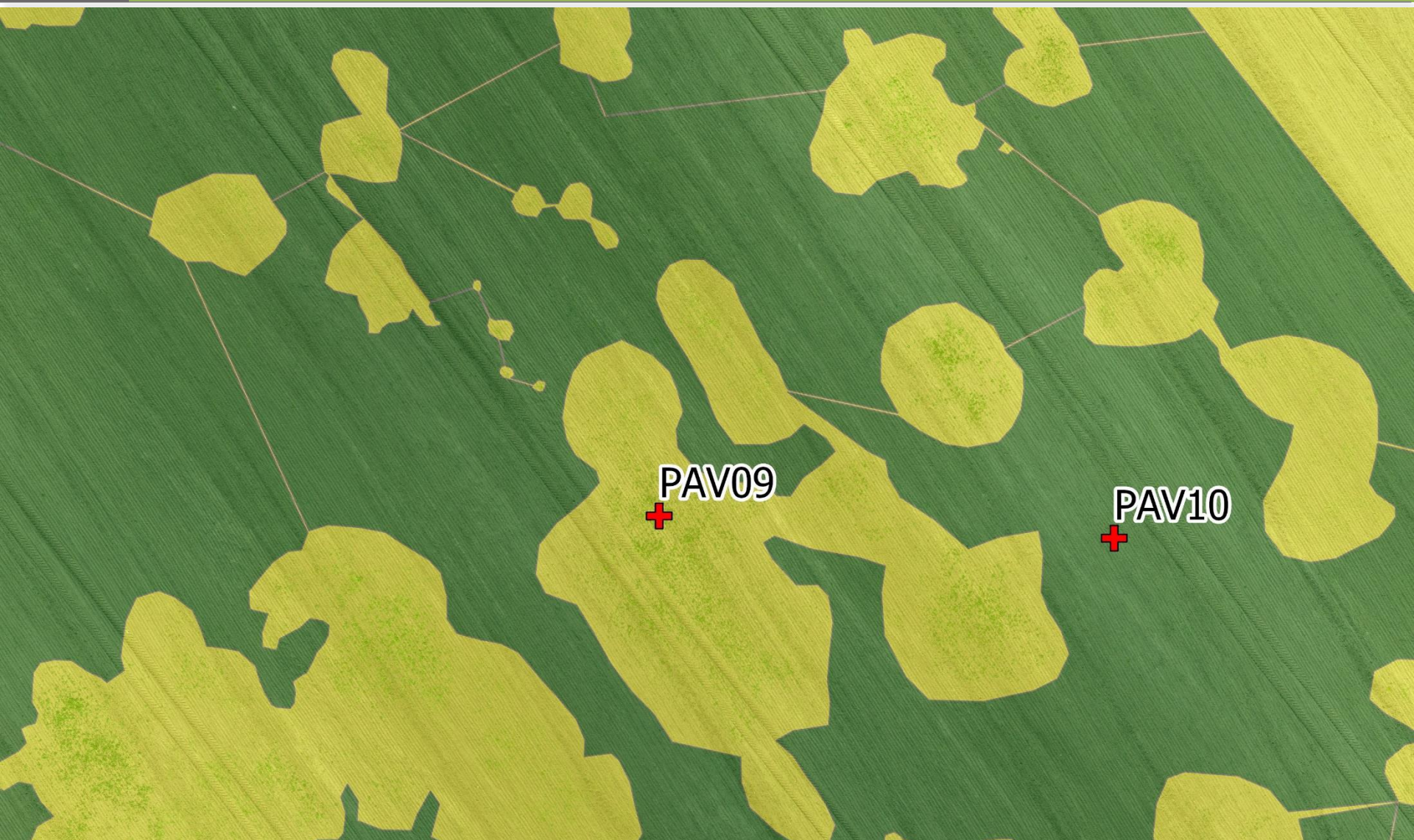
PAV09



PAV10





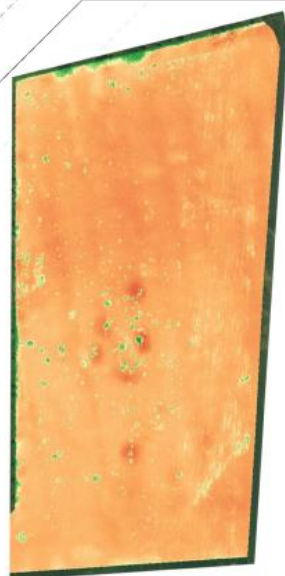


Trial no. 1 - Gabčíkovo

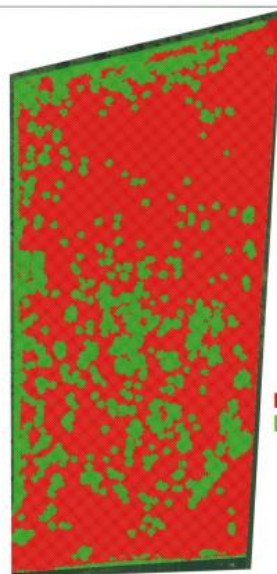
www.SkyMaps.cz

+421 910 479 710

info@skymaps.cz

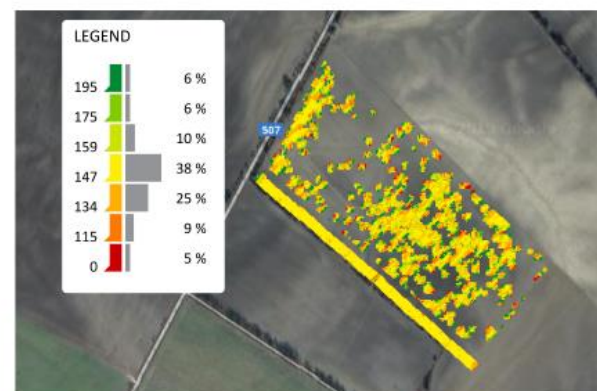


VEGETATION INDEX



■ Rate 0 l/ha
■ Rate 150 l/ha

APPLICATION MAP



Only **31%** of the field had to be sprayed



Info about trial



- ▮ 32 ha corn/soya field, *Cirsium arvense* spots
- ▮ Sprayer John Deere, 3m section control, 24m boom
- ▮ Two pass full rate/ one pass untreated/spot application
- ▮ Roundup FLEX 2,0 l/ha (max. rate in SK)
- ▮ Seed bed tillage
- ▮ Application 24 April, Planting 28 April

Využití dat DPZ pro návrh pěstebních operací

- **Průběžný monitoring**

- Hodnocení **aktuálního stavu** porostů = jednotlivé scény
- Hodnocení **vývoje porostů** = rozdíl mezi termíny

- **Analýza střednědobých trendů**

- Analýza historických dat
- Vymezení **produkčních zón**, které mohou sloužit jako alternativa výnosovým mapám (= definuje **výnosové hladiny**)

Požadavky na kvalitu dat:

- **Atmosférické korekce** (povrchová odrazivost) – **nezbytné pro porovnávání v čase**
- **Identifikace oblačnosti** – vymaskování oblačnosti a stínů v ploše zájmového území

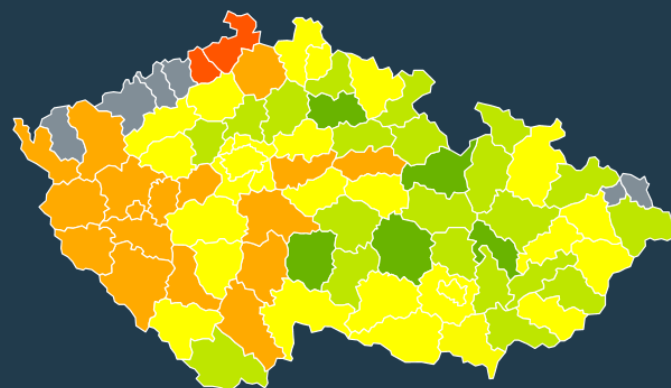
Ječmen jarní

[Stáhnout mapy](#)

[Detailní popis](#)

Okresy ☒ Kraje

Předpověď výnosů 2018

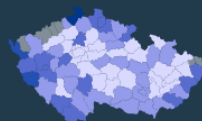


Výnos [t/ha]

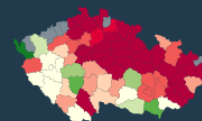
0 2.5 3.5 4 4.5 5 5.5

data nejsou k dispozici

© Výnosy plodin



Spolehlivost předpovědi



Odchylka od průměrného
výnosu za minulý rok



Odchylka od průměrného
výnosu za poslední 3 roky

Plodiny

☒ Ječmen jarní

☐ Pšenice ozimá

☐ Řepka ozimá

☐ Kukuřice na siláž

☐ Kukuřice na zrna

☐ Cukrová řepa

☐ Oves

☐ Žito ozimé

Období

☐ 2017

☒ 2018

17. 8. 2018



17. 8.

10. 8.

3. 8.

27. 7.

20. 7.

13. 7.

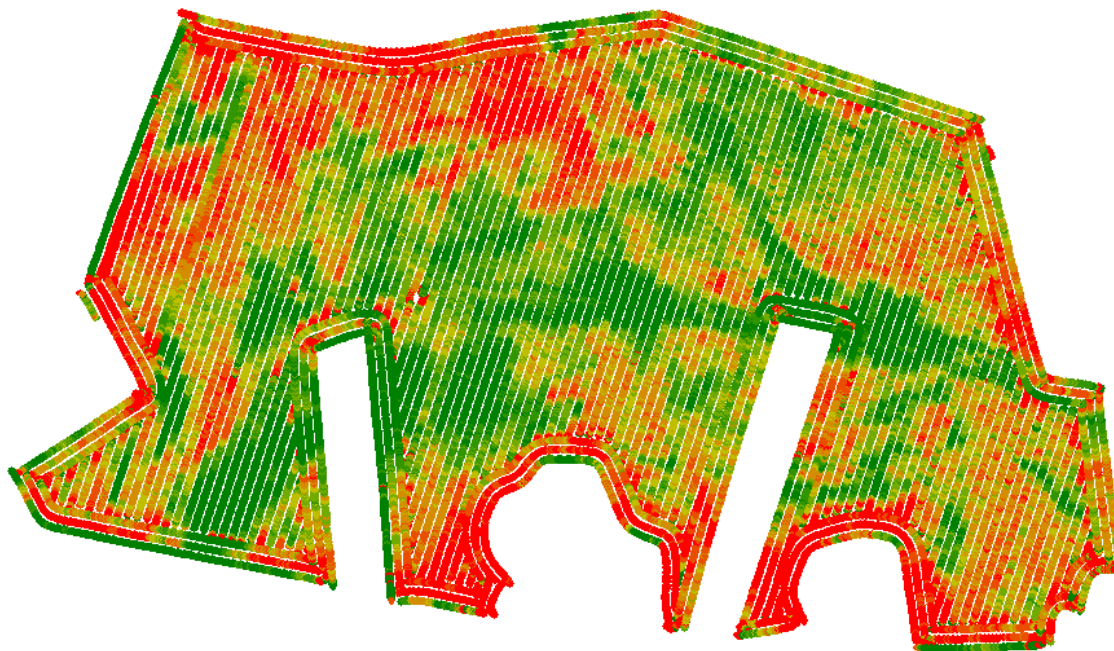
6. 7.

29. 6.



Výnosové mapy

Monitor Year Physical Field Operation		GreenStar 3 Monitor 2017 7401/8 Grain Harvest							
Physical Product	Area	Avg. Moisture	Est. Weight (Wet)	Est. Yield Mass (Dry)	GPS Count	Marks Count	Date Logged	Cal File	GPS File
pokus	39.05 ha	11.74 %	165.80 tonne	4.246 tonne/ha	31616	0	11.7.2017		EIC 14.7.2017



Views

- Distance
- Dry Yield**
- Duration
- Elevation
- Flow Wheat (Euro Feed)
- Heading
- Mass Yield
- Moisture
- Speed
- Wet Yield
- Width

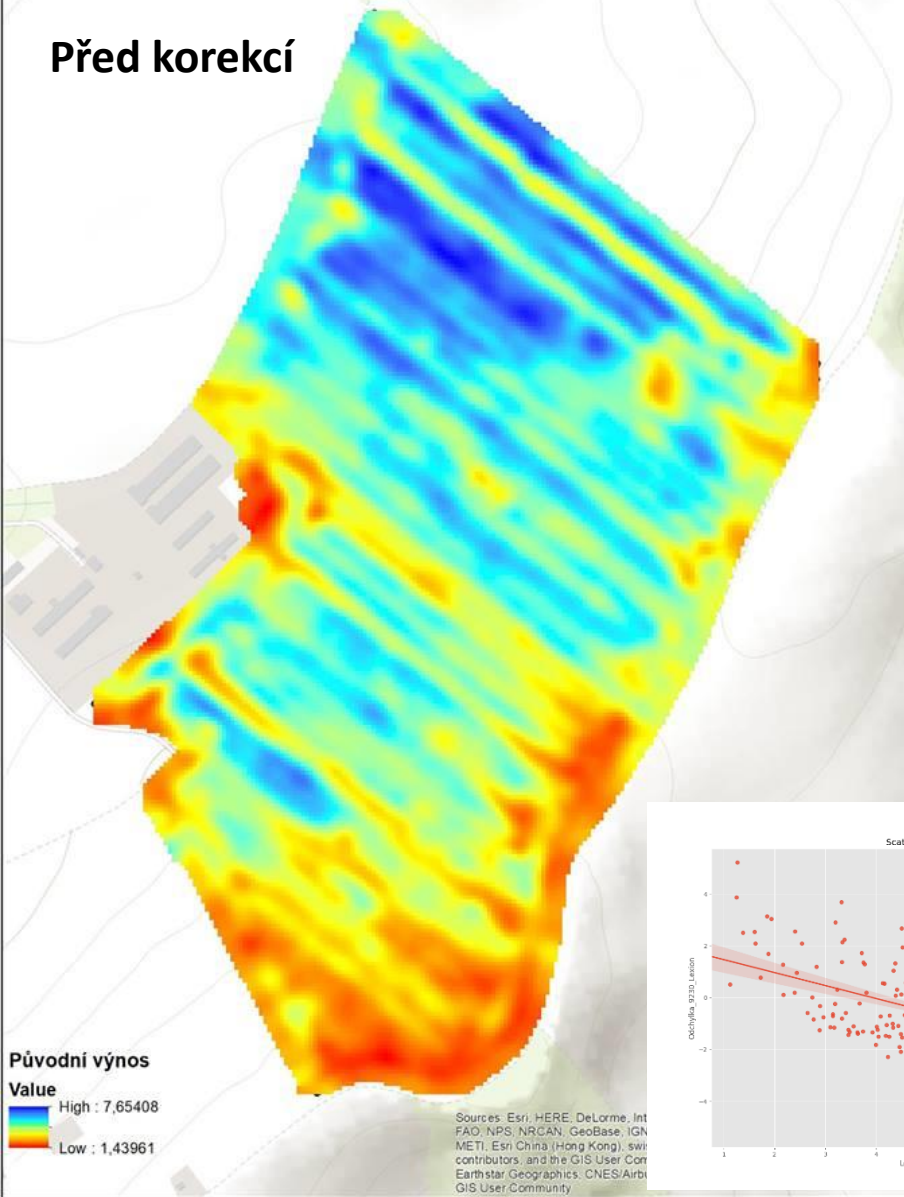
Legend

- 5.4 - 43.7 t/ha
- 4.7 - 5.3 t/ha
- 4.2 - 4.6 t/ha
- 3.9 - 4.1 t/ha
- 3.5 - 3.8 t/ha
- 3.1 - 3.4 t/ha
- 0.0 - 3.0 t/ha

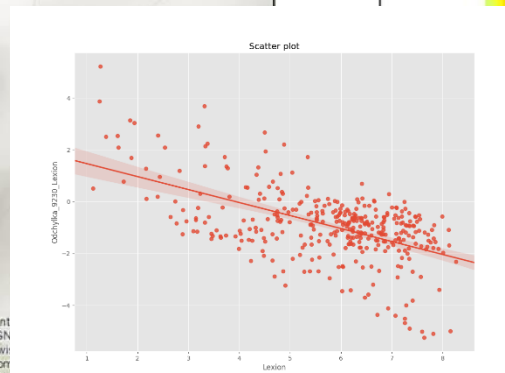
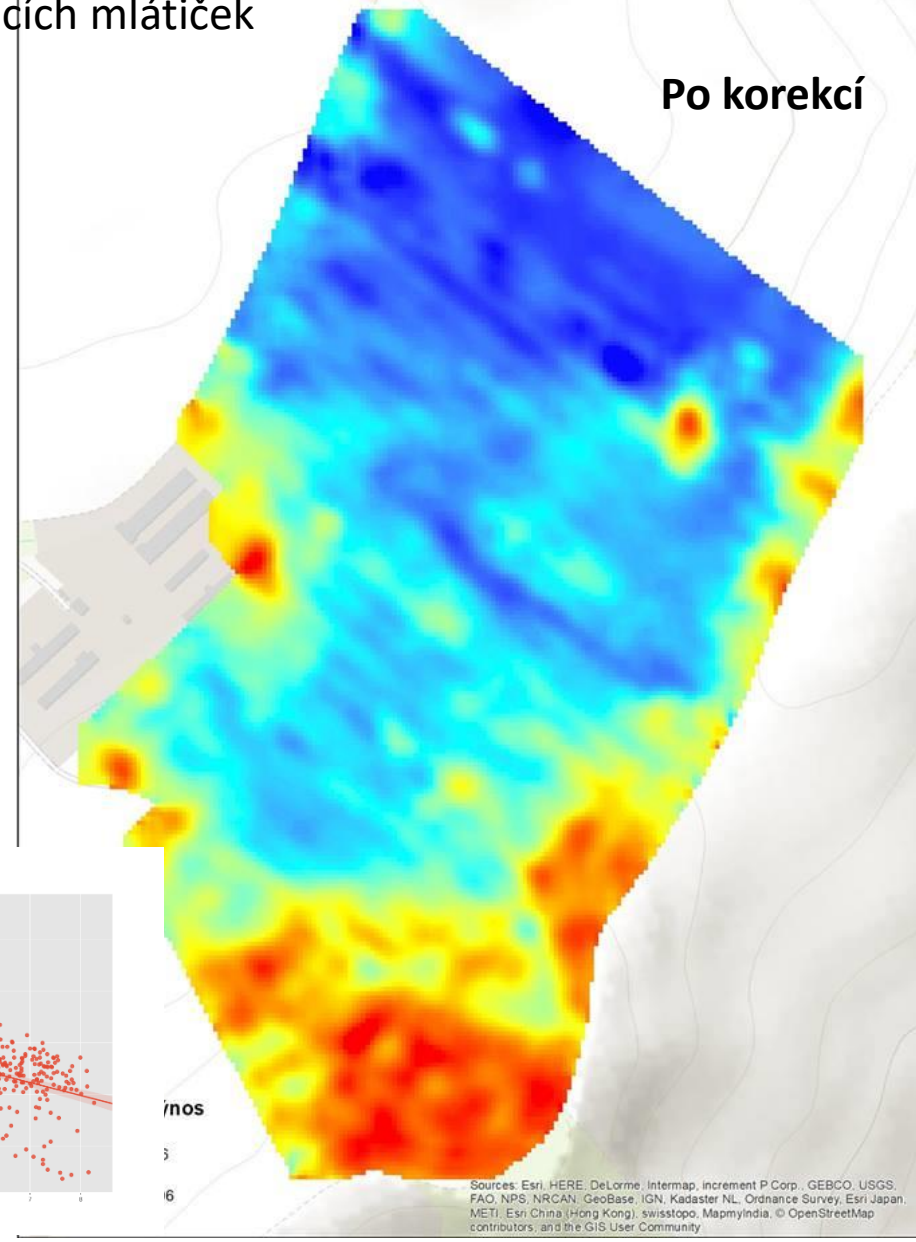
Transparency

Korekce záznamů výnosových dat ze 2 sklízecích mlátiček

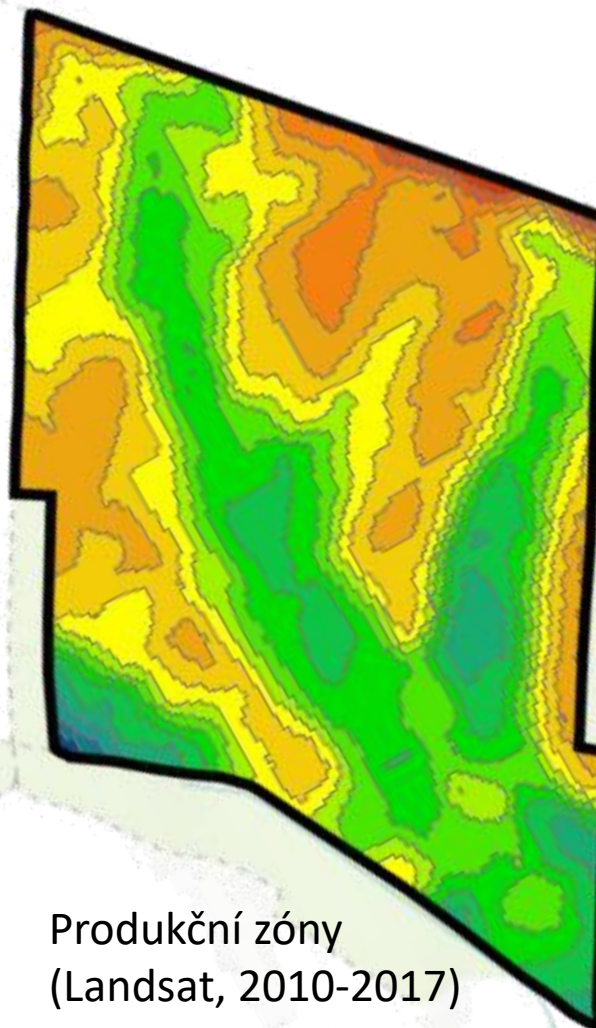
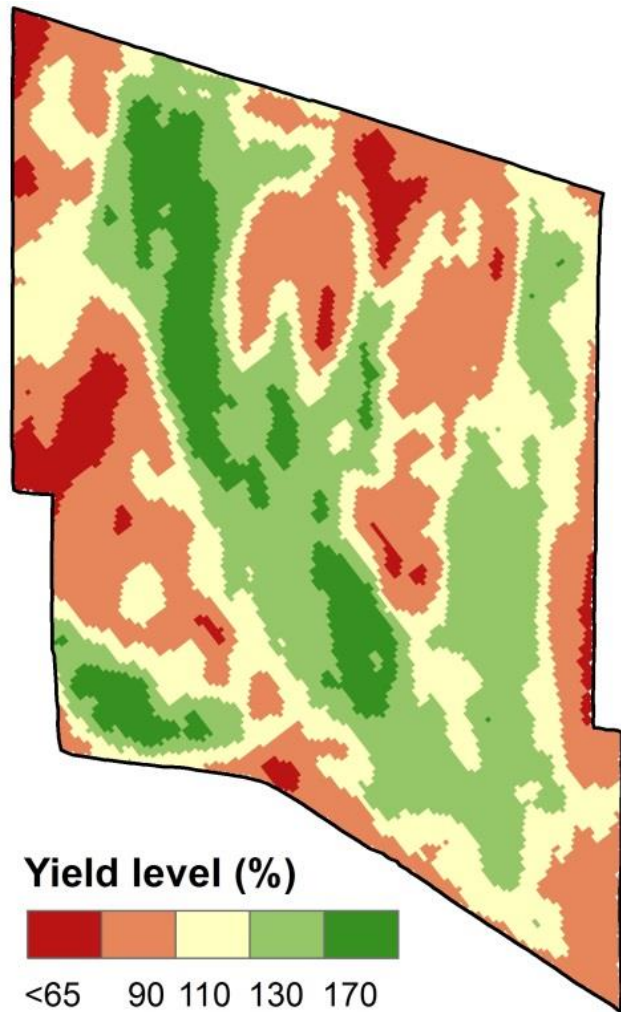
Před korekcí



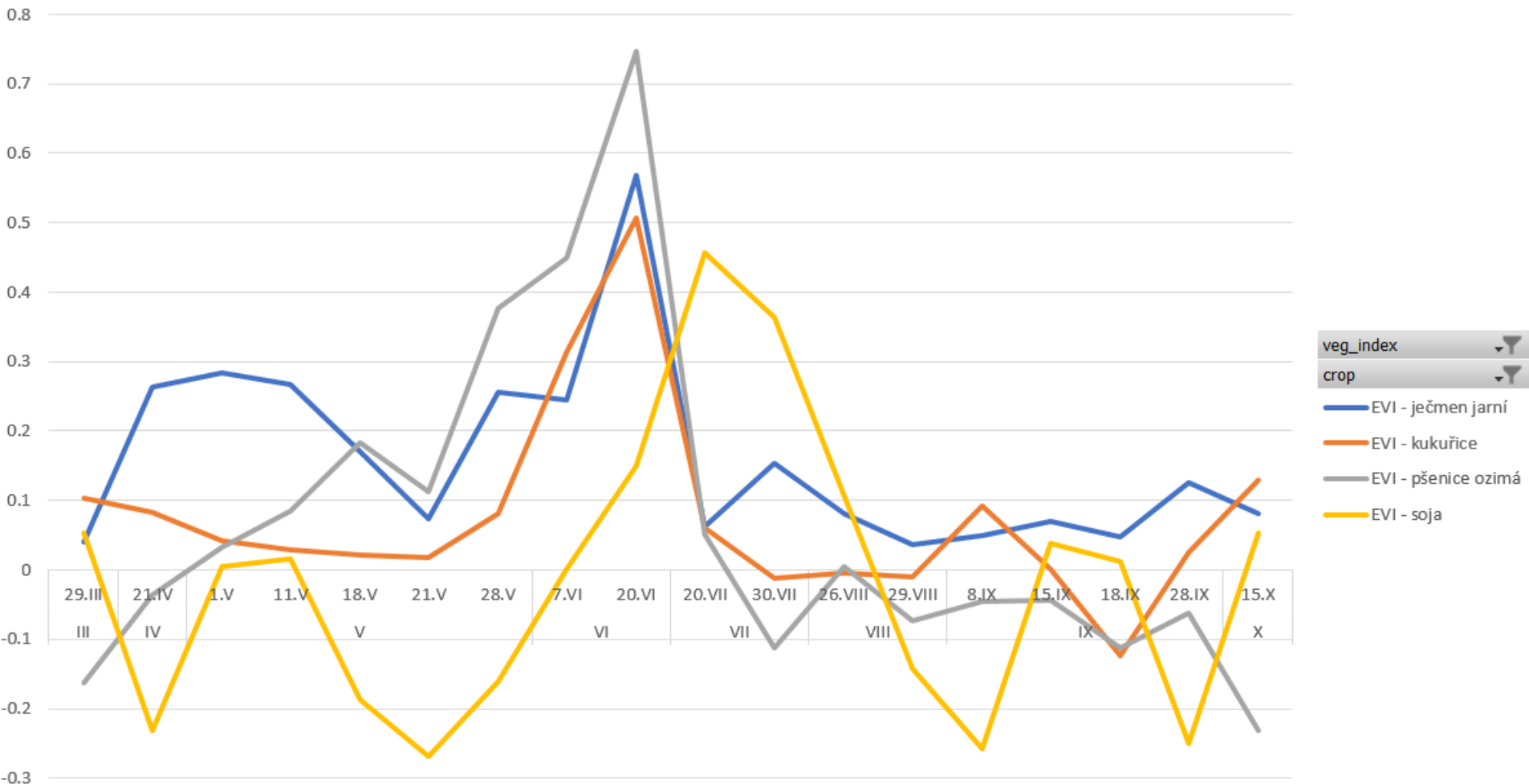
Po korekci



Výnosová úroveň vypočtená z časové řady výnosových map (2004-2009)



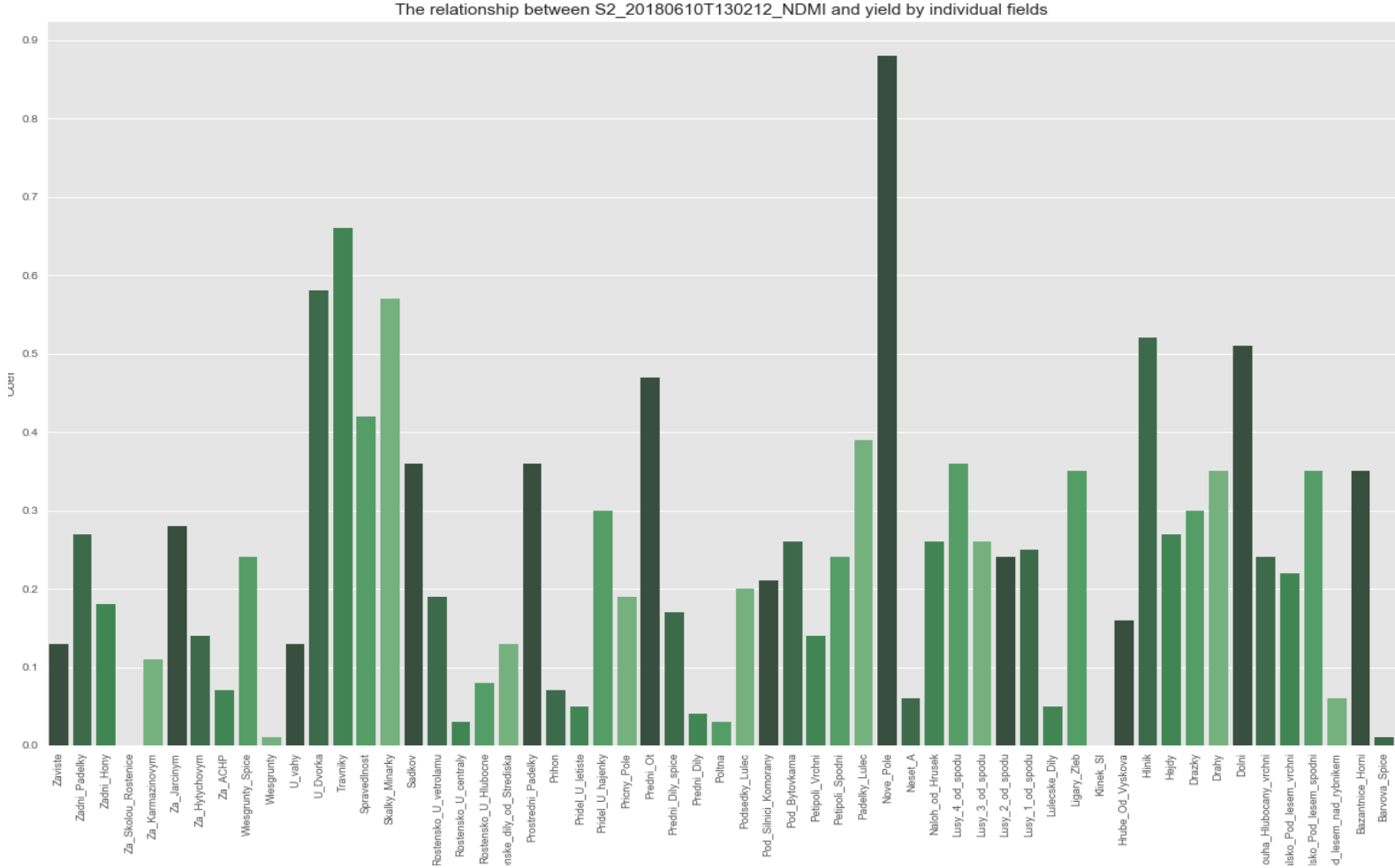
Produkční zóny

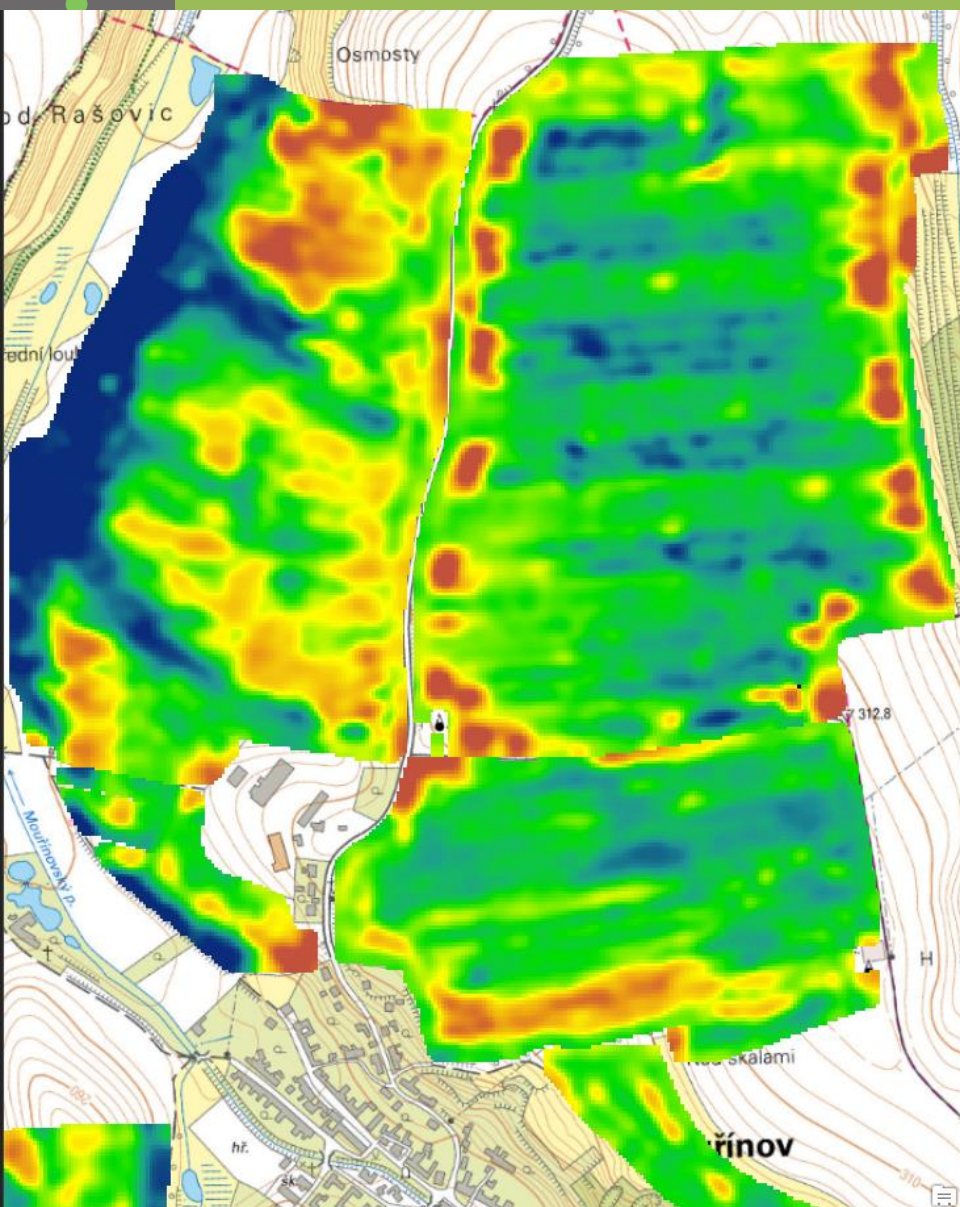


Příklad korelace výnosů plodin s indexem EVI ze Sentinel 2 (Rostěnice, 2017)

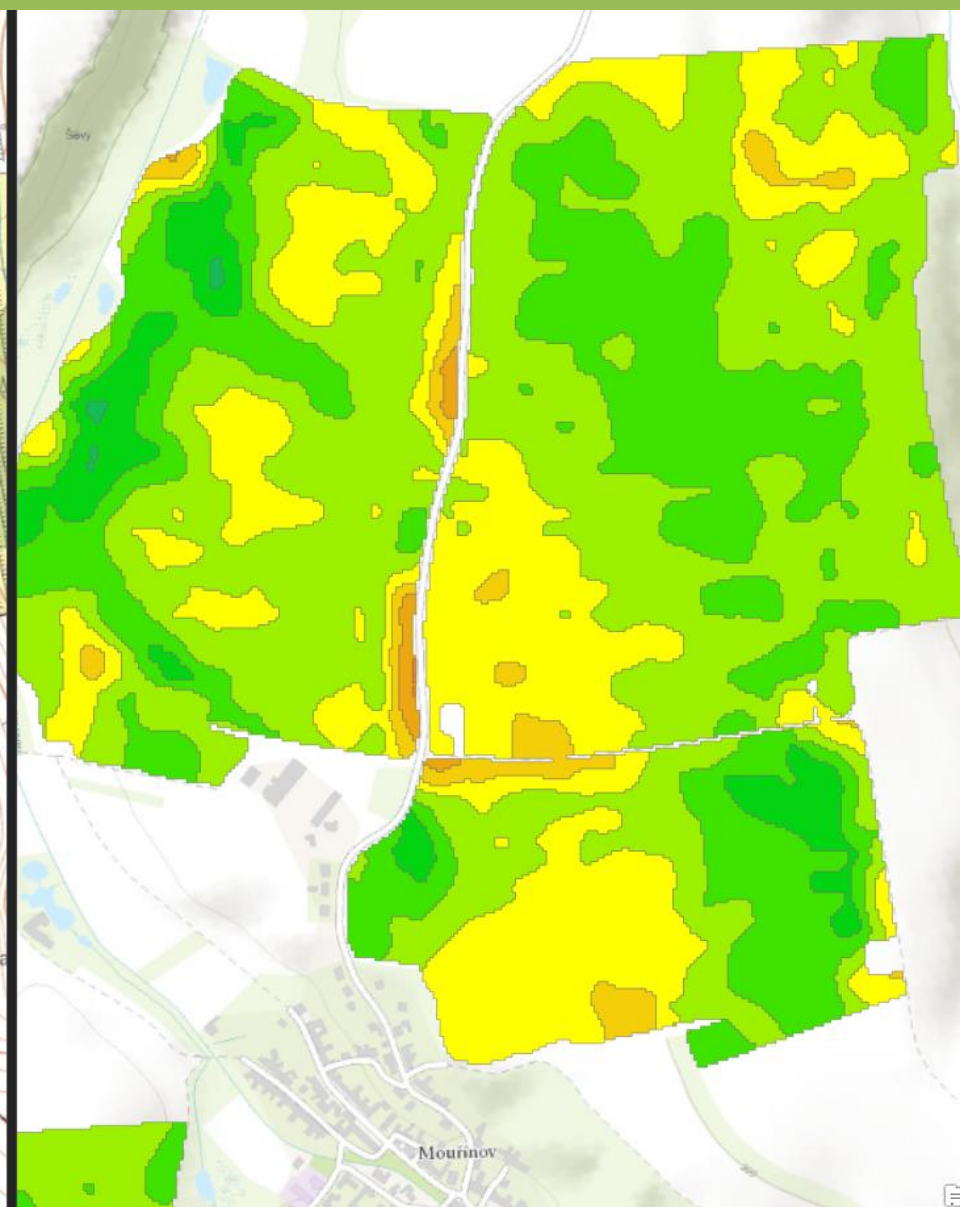
výsledky – VÝNOSOVÉ MAPY, DPZ

– Ječmen jarní NDMI 10.6.2018 – korelace pro jednotlivé pozemky





relativní výnos z výnosové mapy (2018)

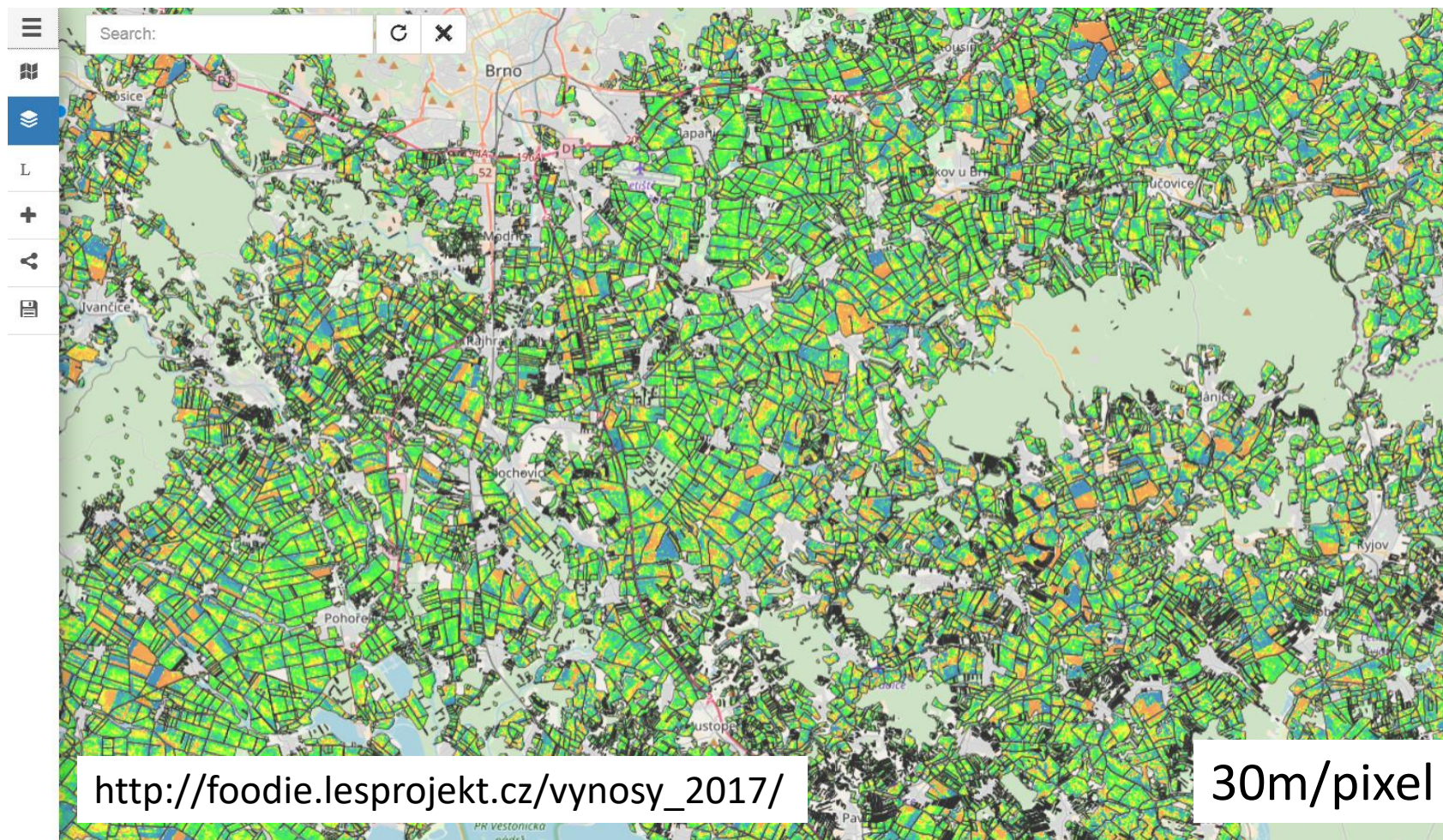


Produkční zóny z DPZ (2011-2018)

Mapa produkčních zón pro ČR (2017)



Mendelova
univerzita
v Brně



Projekt **SmartFarm** (2019-2022)

„Výzkum a vývoj technologií smart farming pro malé a střední zemědělské podniky“



- 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)

Pilotní farmy:

- Pavel Obdržálek (MENDELU)
- AG Skořenice (ČZU)

Helpvjilukas

ScriptsDocsAssets

Inspirace

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_clipUNI_exp

2_NDVI_S2_clipUNI_exp_geometry

2_NDVI_S2_clip_Koicie2018

1_filter_S2_plot

Get LinkSaveRunReset

```

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 = [
14   'FFFFFF', 'CE7E45', 'DF923D', 'F18555', 'FCD163', '99B718',
15   '74A901', '66A000', '529400', '3E8601', '207401', '056201',
16   '004C00', '023B01', '012E01', '011D01', '011301', '008080', '0000FF', '000000'];

```

InspectorConsoleTasks

Use print(...) to write to this console.

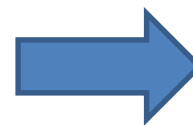
Two Chart Inspector

Click a point on the map to inspect.

lon: 16.9272 lat: 49.1283

NDVI Over Time

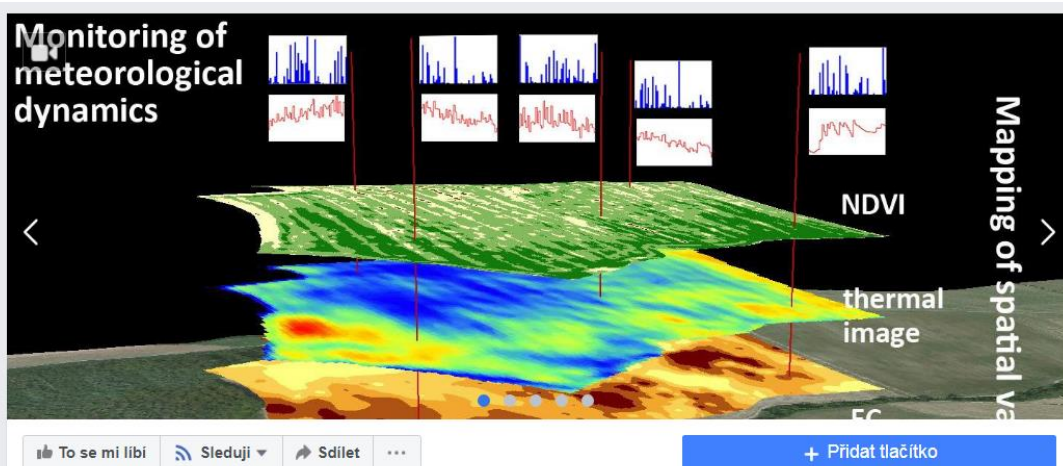
RGB Bands Spectrum Over Time

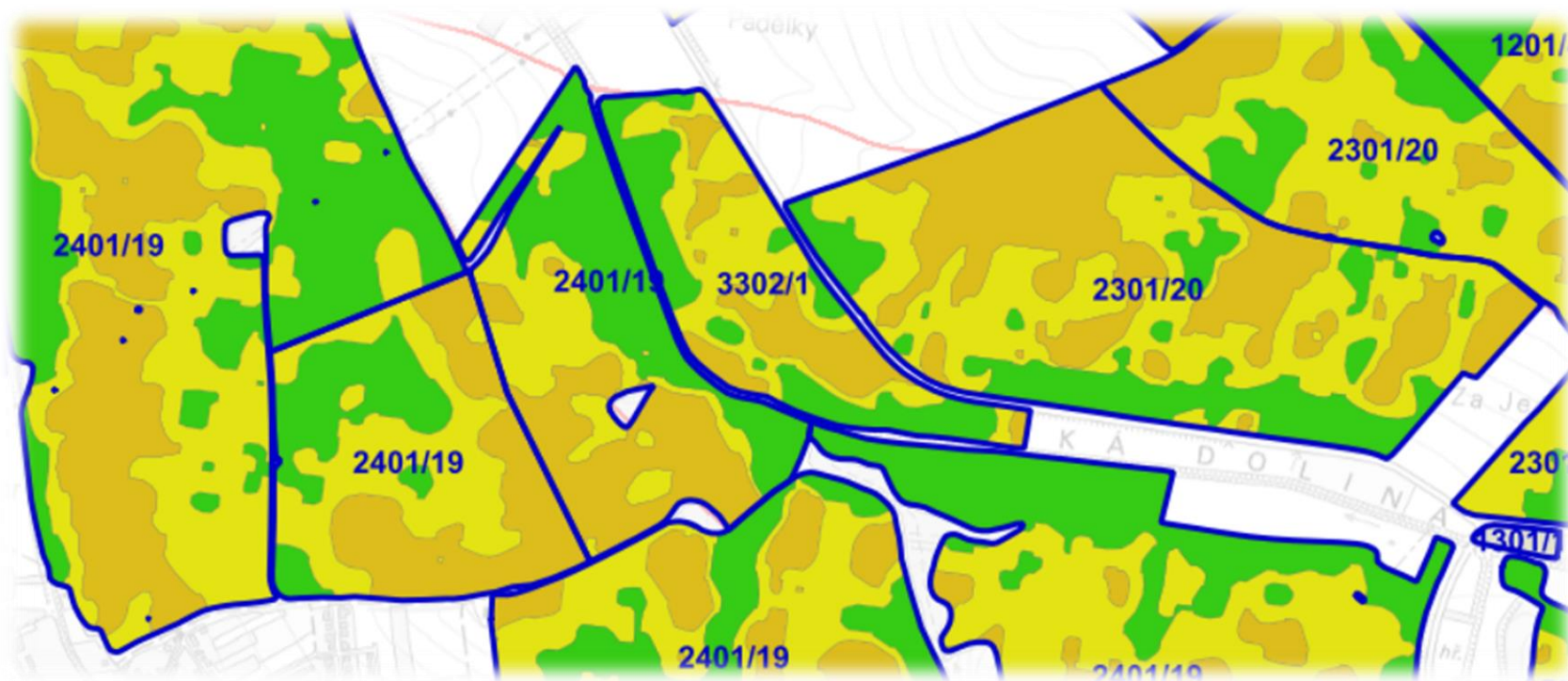


<http://uak.af.mendelu.cz/cz/metodiky>



www.facebook.com/chytrezemedelstvi



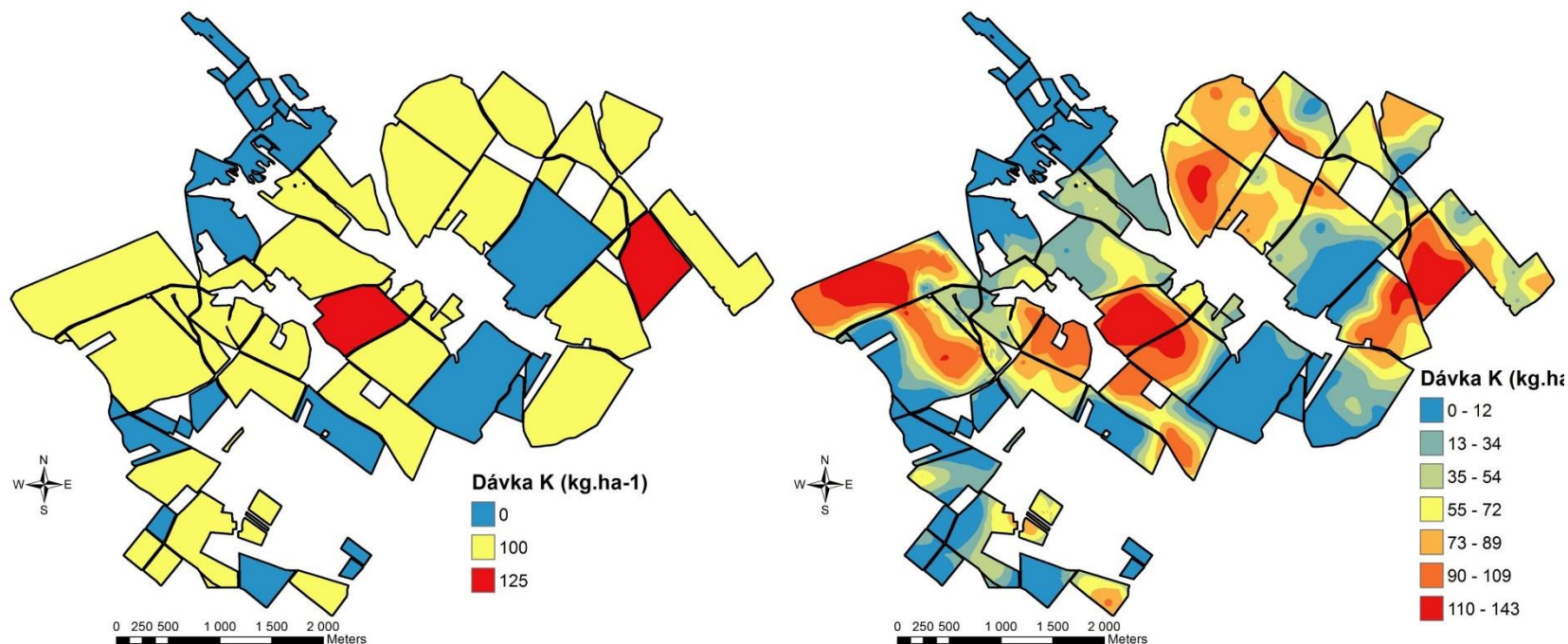


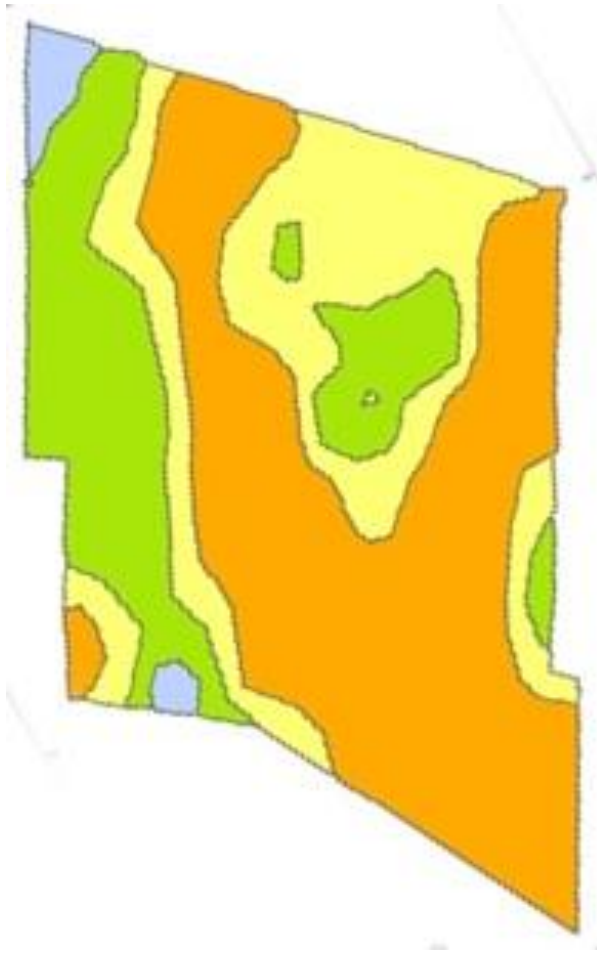
Vytvořte si vlastní aplikační mapu

Variabilní aplikace hnojiv (VRA)

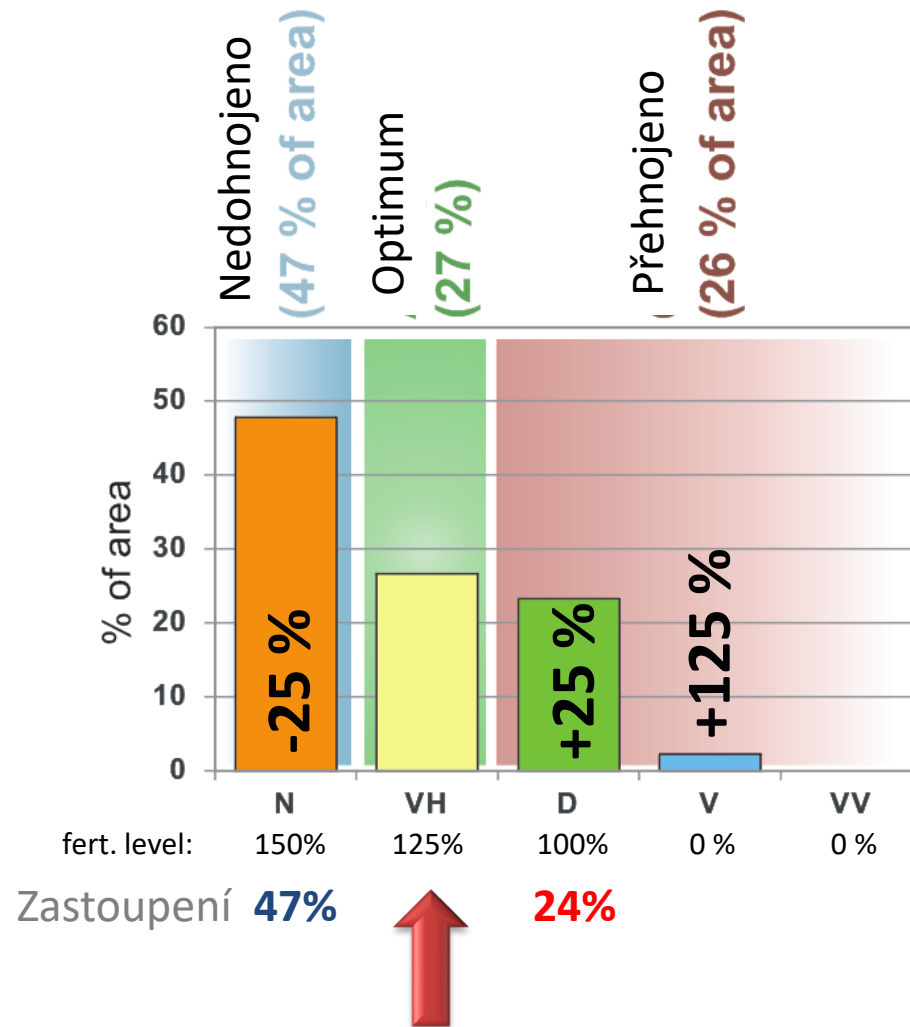
představuje klíčovou část **lokálně cíleného hospodaření** (precizního zemědělství), která umožňuje prostorově diferencovat dávky hnojiv s ohledem na stanovenou variabilitu pozemků (půdy, porostů).

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

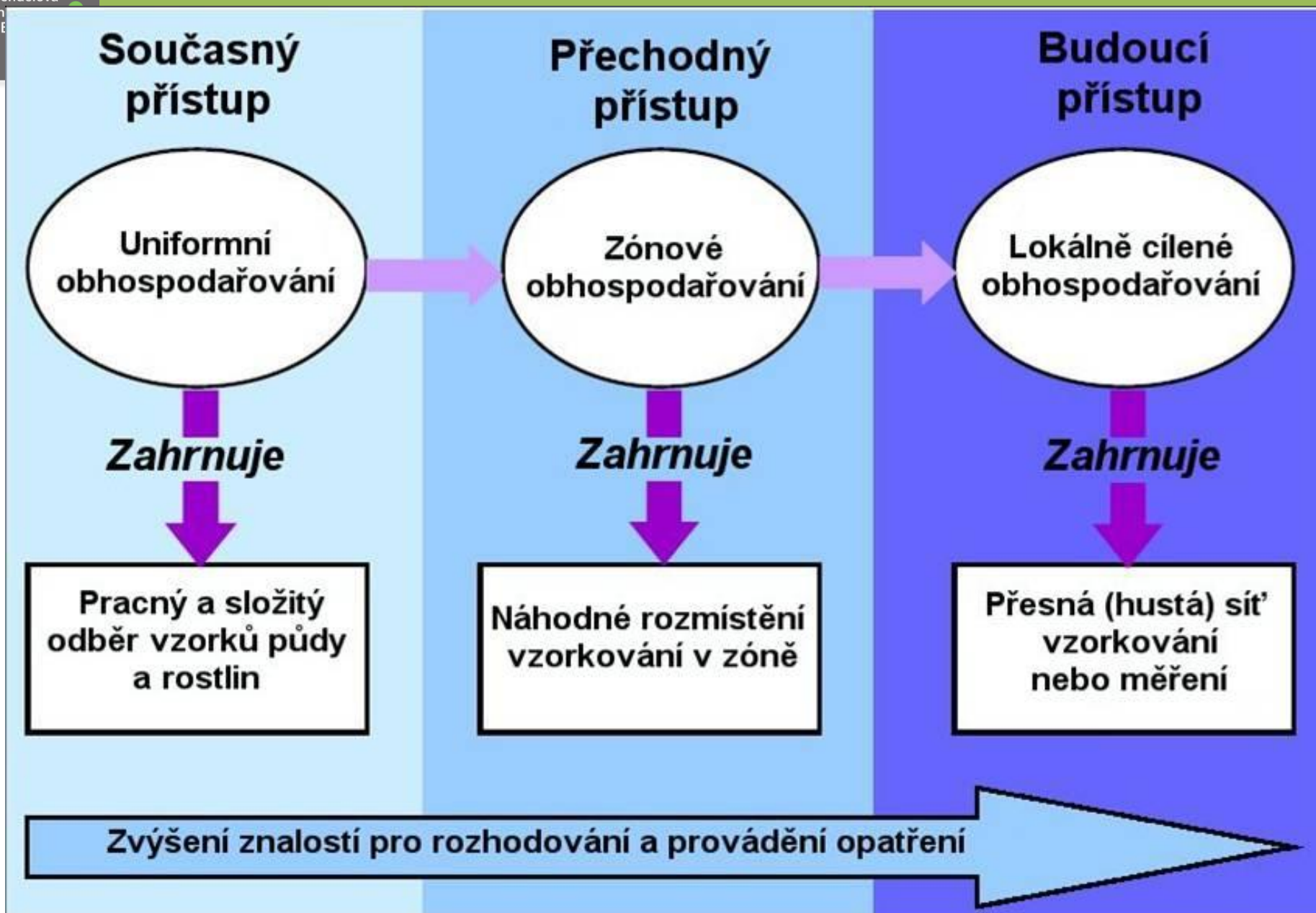




Zásobenost fosforu v půdě



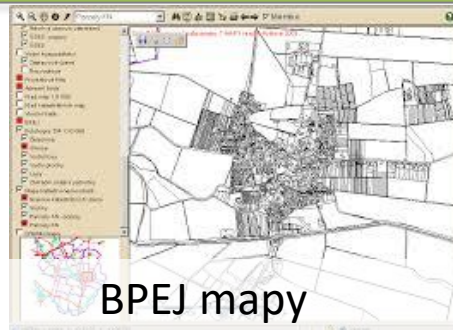
průměrná hodnota za celý pozemek



Conceptual framework for the progress in experimentation and management of spatial variability
Brett Whelan, Australian Centre for Precision Agriculture (2006)



Vzorkování půdy



BPEJ mapy



Reliéf terénu



Historie užívání



Mapování půdy



Mapování výnosů



Plodinové senzory



Dálkový průzkum



Var. aplikace hnojiv



Aplikace POR



Zpracování půdy



Variabilní setí

Analýza dlouhodobých trendů

- Identifikace výnosových hladin
- Identifikace rizikových oblastí (vyplavování N, poléhání, zaplevelení,...)



Hodnocení aktuálního stavu

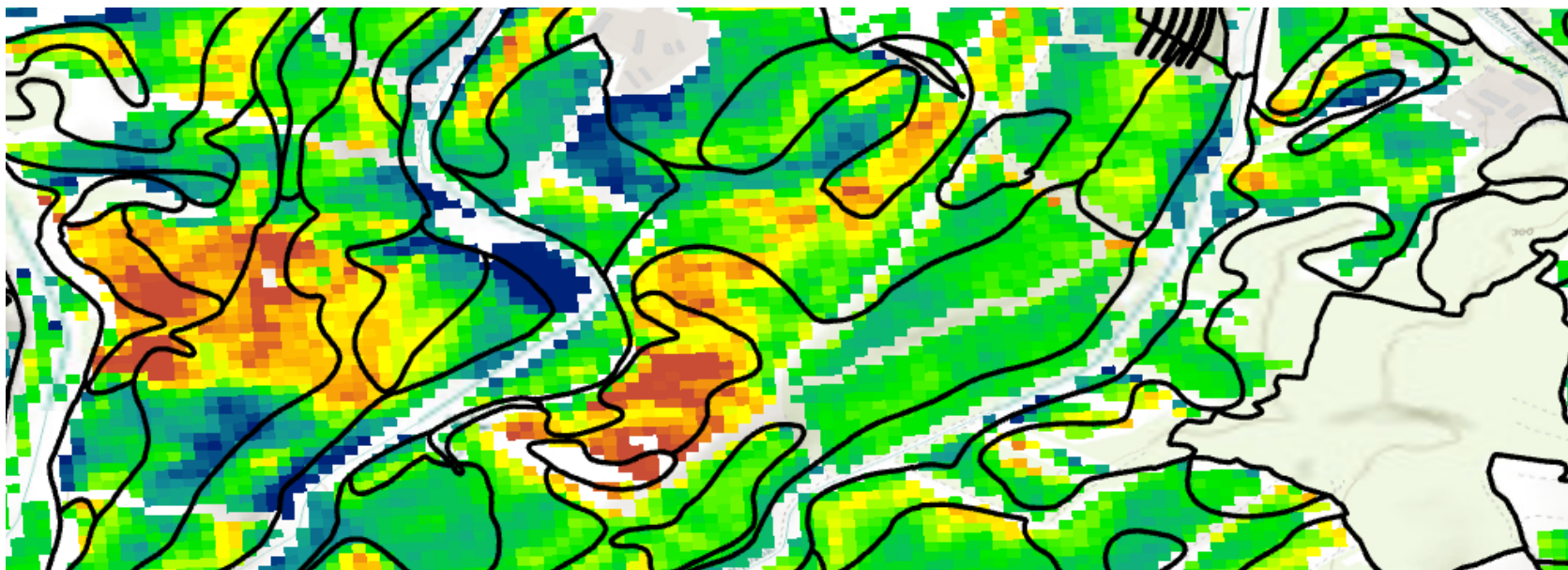
- diagnostika stavu porostu (výživa, zdravotní stav)
- hodnocení půdních vlastností

= PLÁN

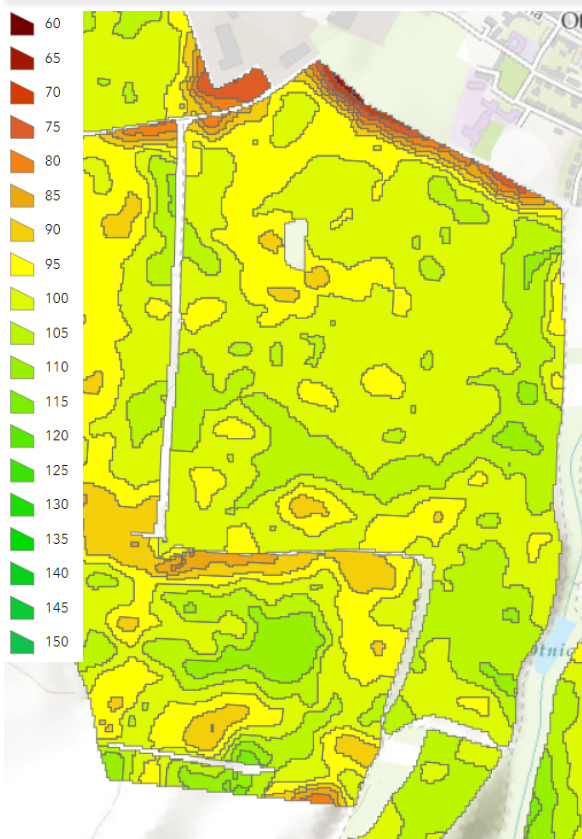
= KOREKCE

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

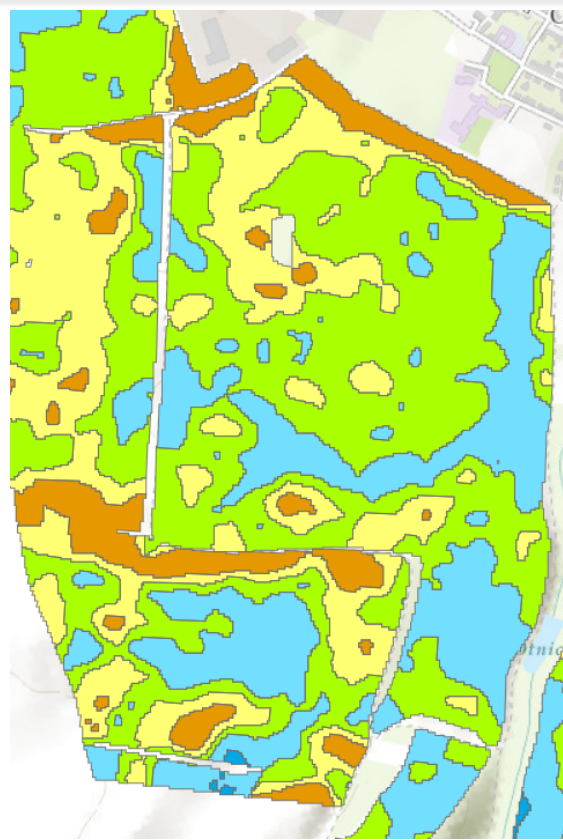


Produkční zóny

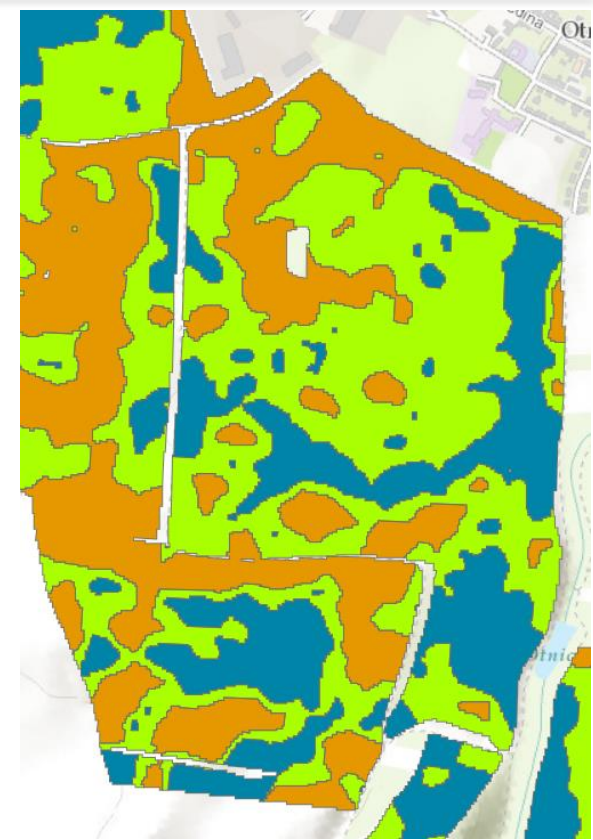


Zóny klasifikované po 5 %

- procentuální odchylka od průměrného výnosu



5-zónová mapa



3-zónová mapa



Kombinace vstupních dat pro lokálně cílenou agrotechniku



Var. aplikace hnojiv



Aplikace POR



Zpracování půdy



Variabilní setí

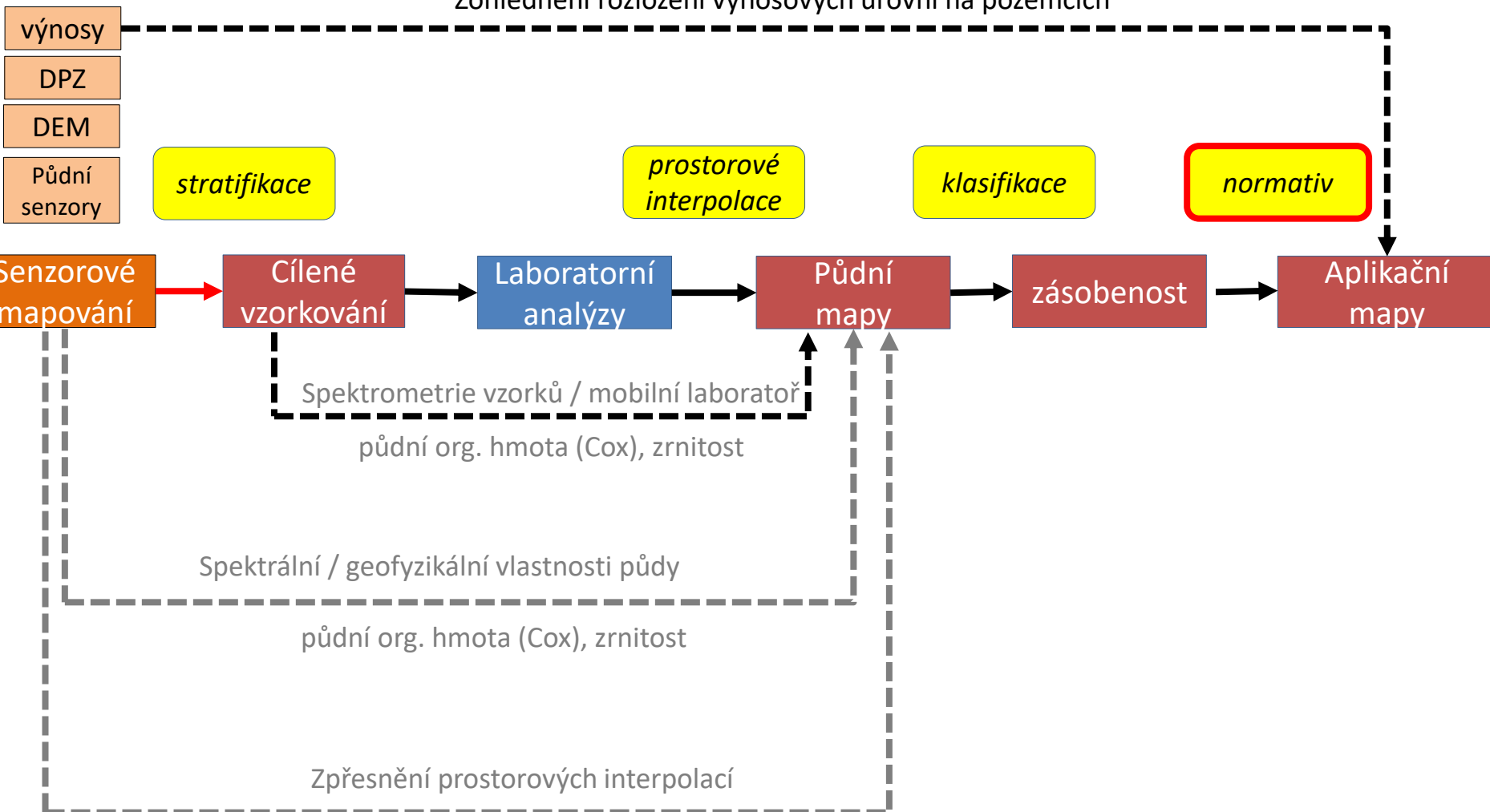
- Základní hnojení (P, K, Mg, Ca)
 - **produkční zóny** + mapování agrochemických vlastností půdy
- Hnojení statkovými hnojivy
 - **produkční zóny** + obsah org.hmoty v půdě
- Variabilní přihnojení porostů N hnojivy (online / offline)
 - **produkční zóny** + diagnostika aktuálního stavu porostů
- Variabilní setí
 - **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, ...)

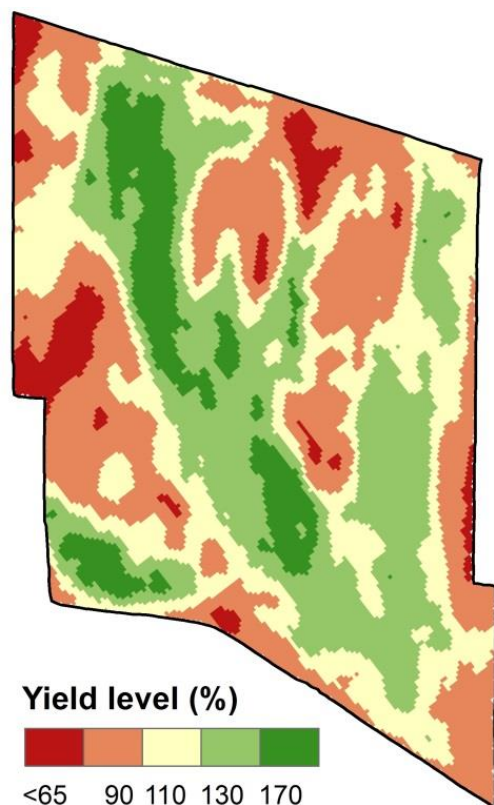


Variabilní aplikace - základní hnojení

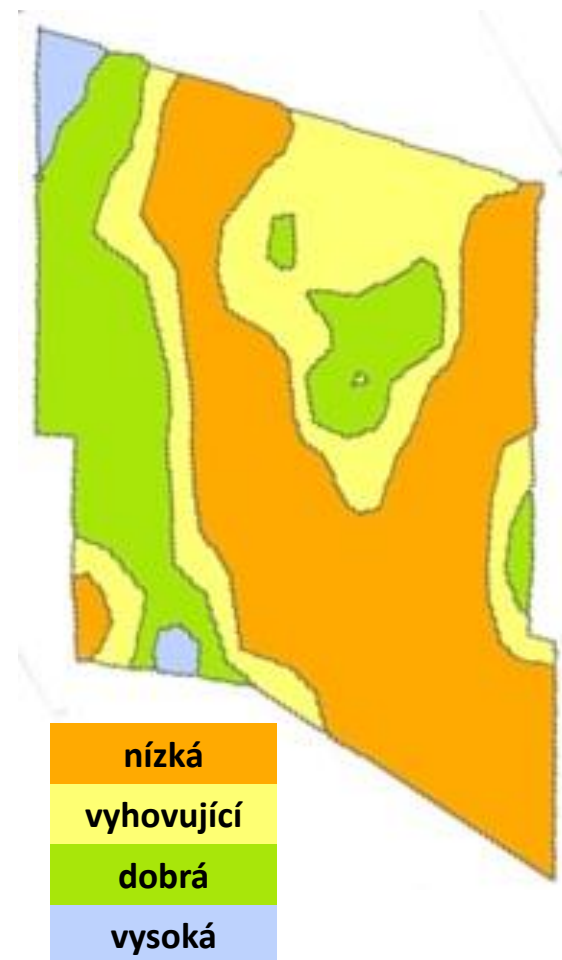
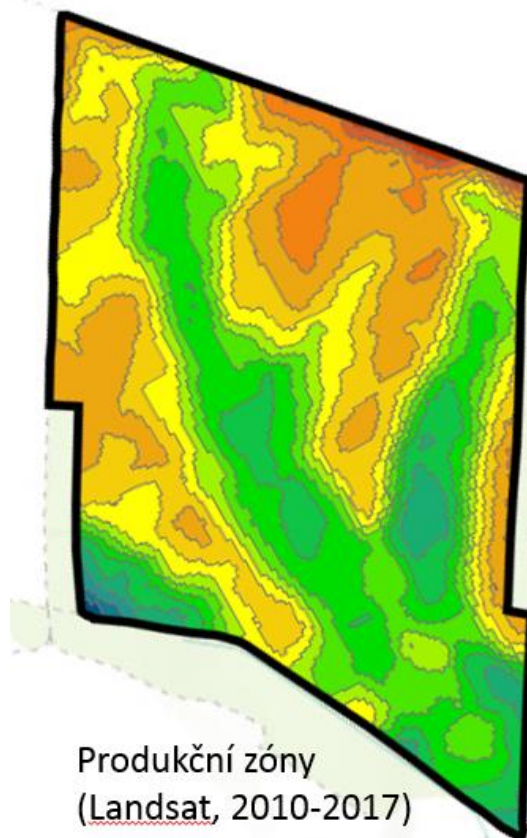
Návrh postupu variabilní aplikace zásobního hnojení (projekt NAZV QJ1610289 "Optimalizace využití produkčního potenciálu půdy lokálně cílenou agrotechnikou,,)

Zohlednění rozložení výnosových úrovní na pozemcích





Výnosová úroveň
(vým. mapy 2004-2009)



Zásobenost fosforu v půdě
(52 ha, Přísnotice, 2004)

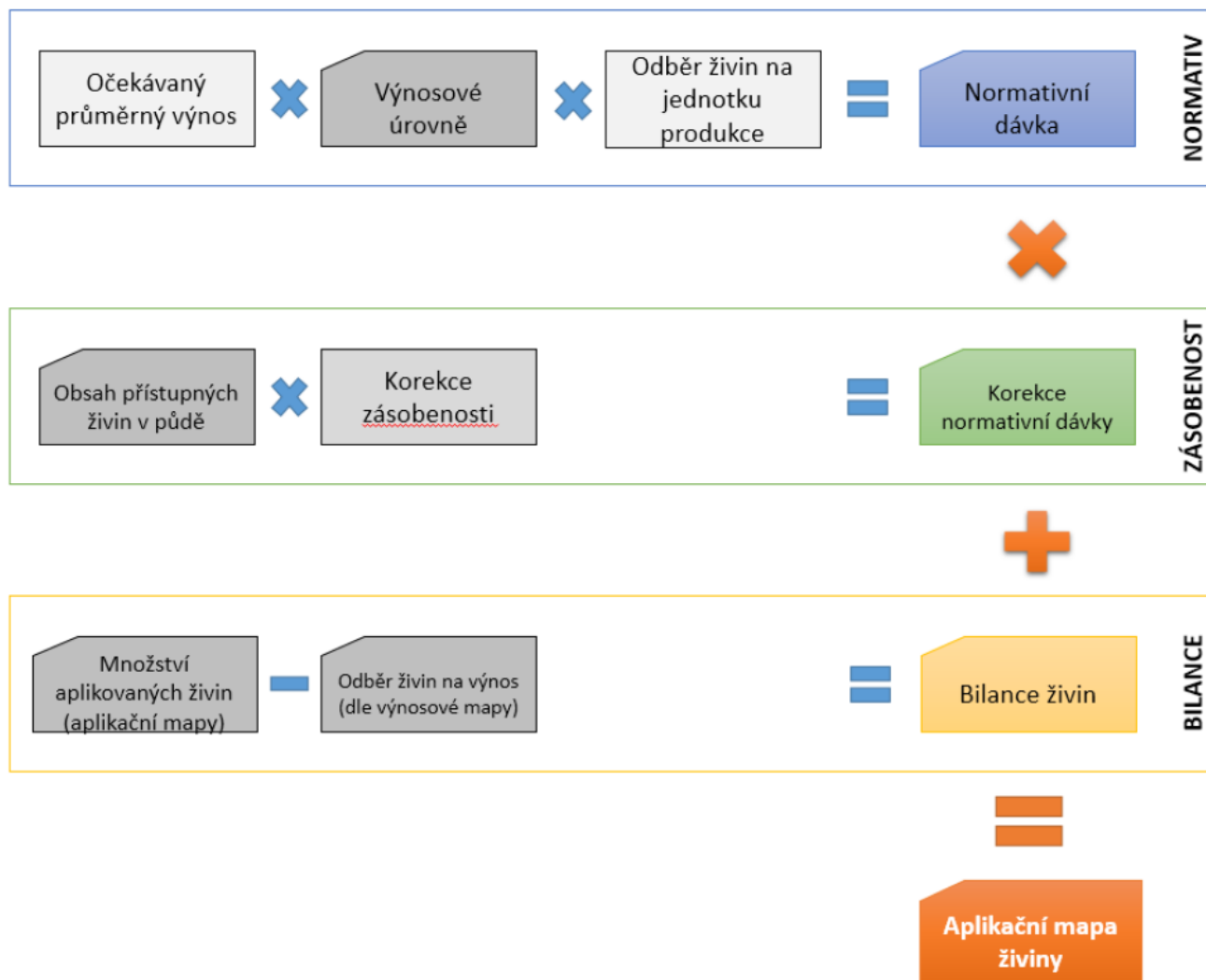
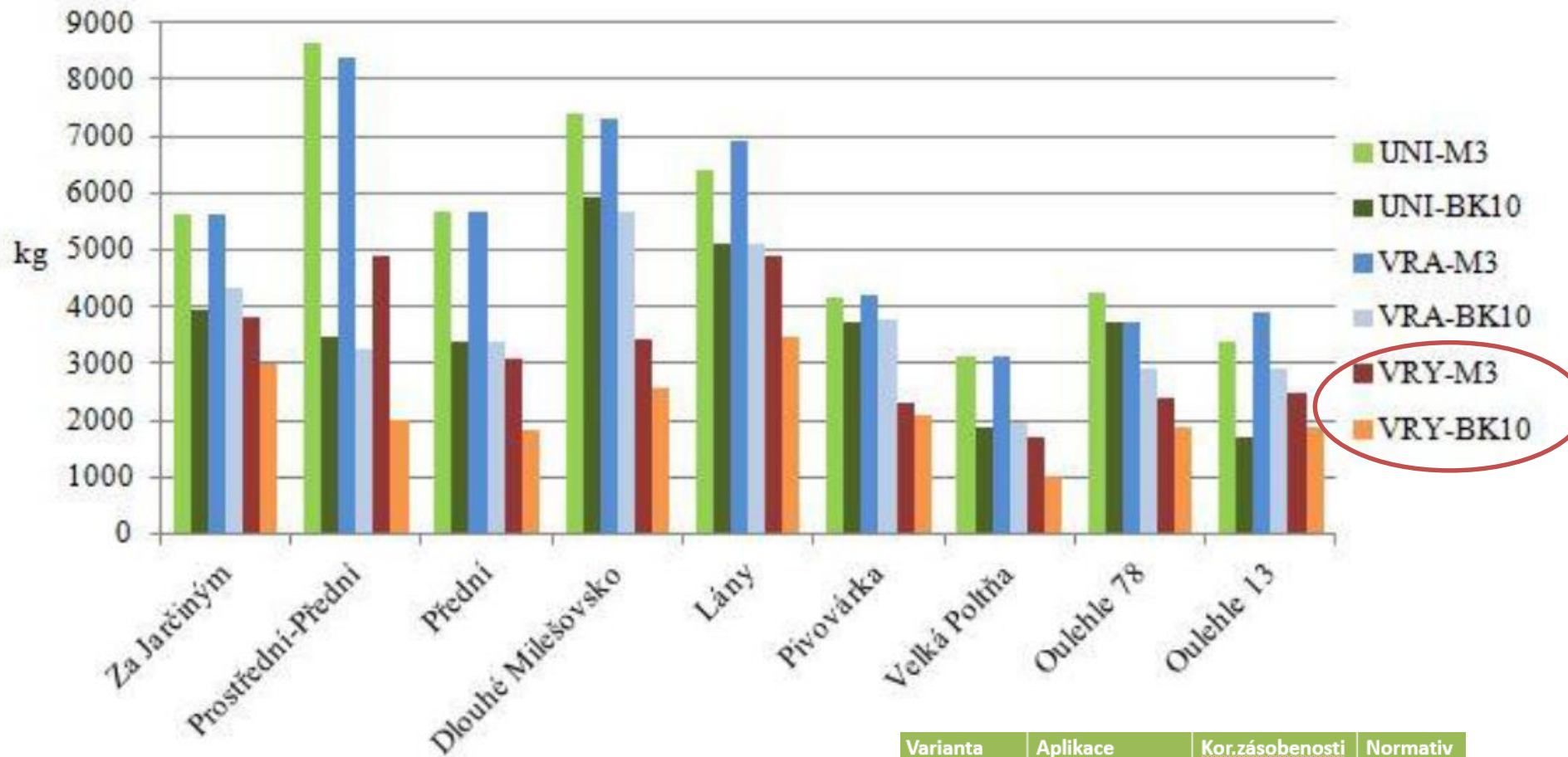


Schéma obecného postupu zpracování aplikačních map zásobního hnojení v GIS prostředí

Obr. 20: Celkové množství K potřebné pro hnojení pozemků při jednotlivých variantách hnojení; uvedeno v kg čistých živin

Porovnání uniformní a variabilní aplikace základního hnojení

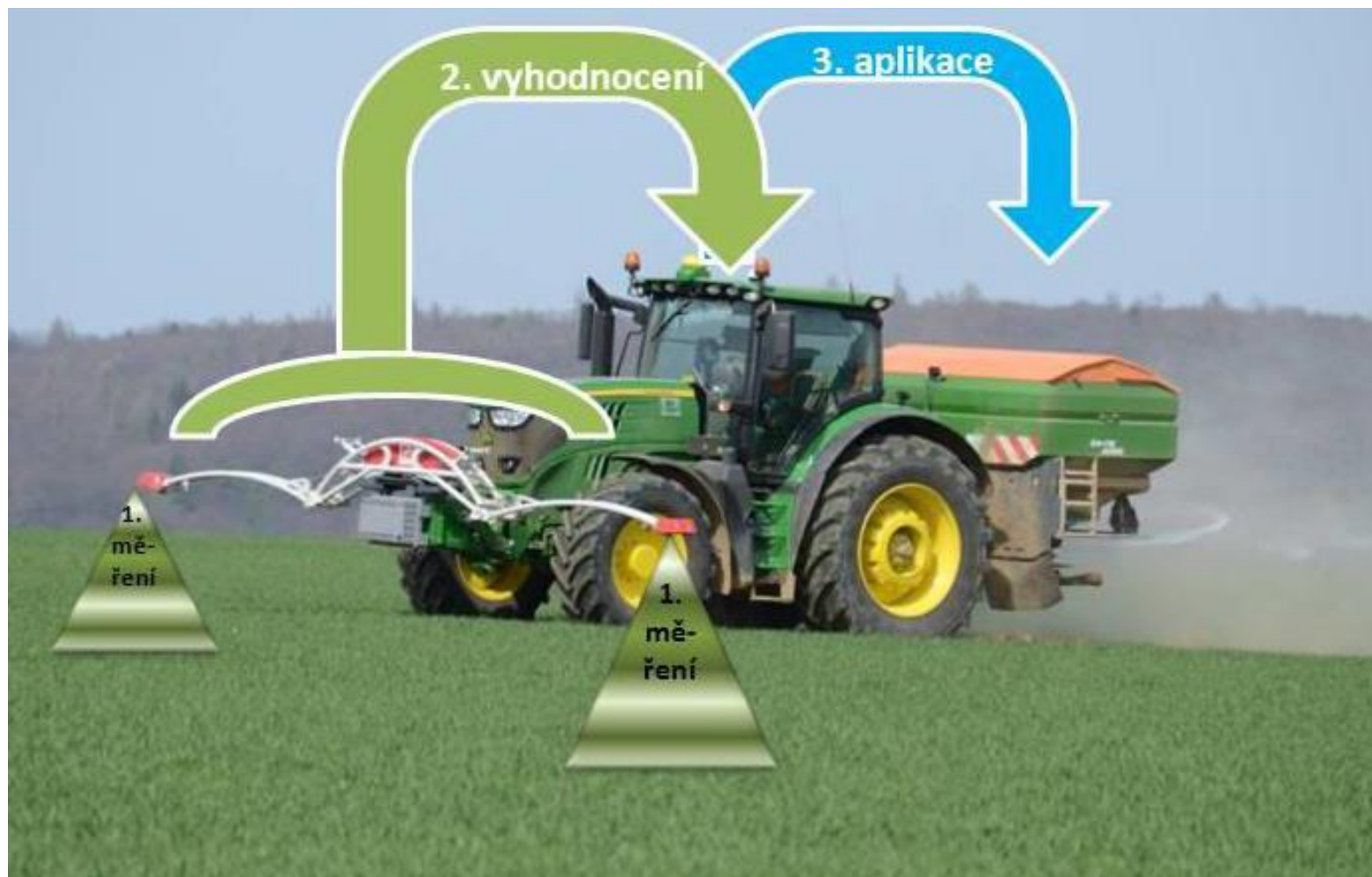


Paulová N. Diplomová práce MENDELU (2018)

Varianta	Aplikace	Kor.zásobenosti	Normativ
UNI-M3	Uniformní	Mehlich3	Průměr
UNI-BK10	Uniformní	Bil.koef. 10%	Průměr
VRA-M3	Variabilní	Mehlich3	Průměr
VRA-BK10	Variabilní	Bil.koef. 10%	Průměr
VRY-M3	Variabilní	Mehlich3	Výn.zóny
VRY-BK10	Variabilní	Bil.koef. 10%	Výn.zóny



Variabilní aplikace N hnojiv





Yara N-sensor



Fritzmeier ISARIA



Trimble Greenseeker



Topcon CropSpec



AgLeader OptRx

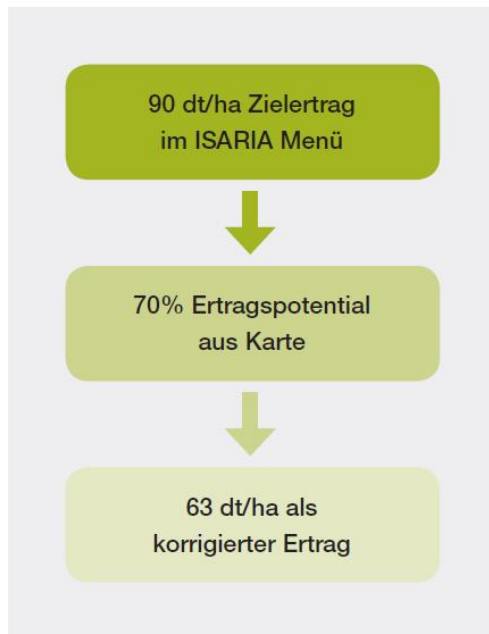


a další senzory

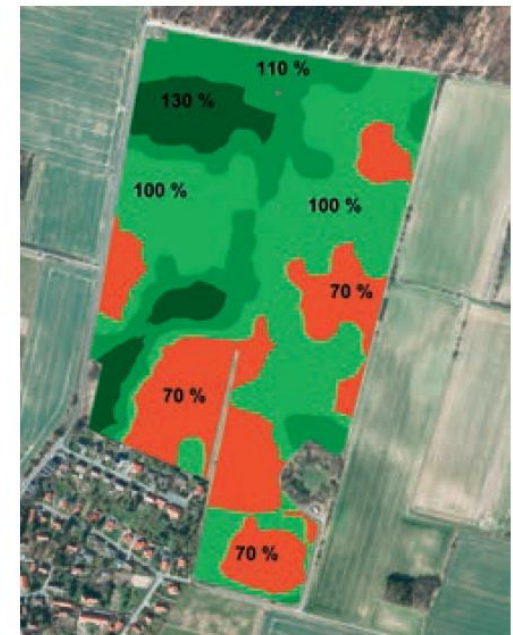
Rozdíly: **aktivní**/pasivní; veg. indexy; ISOBUS; podkladové mapy; umístění na traktor/aplikátor;...

Online + mapový podklad (map overlay)

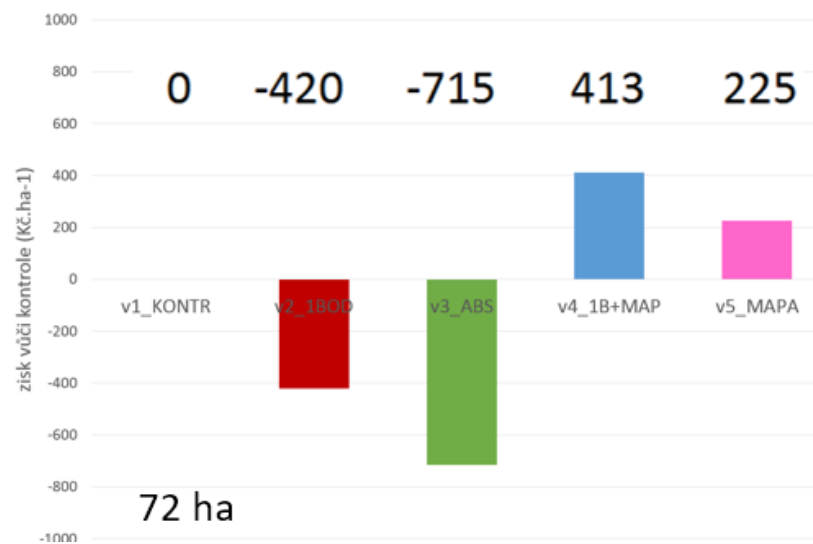
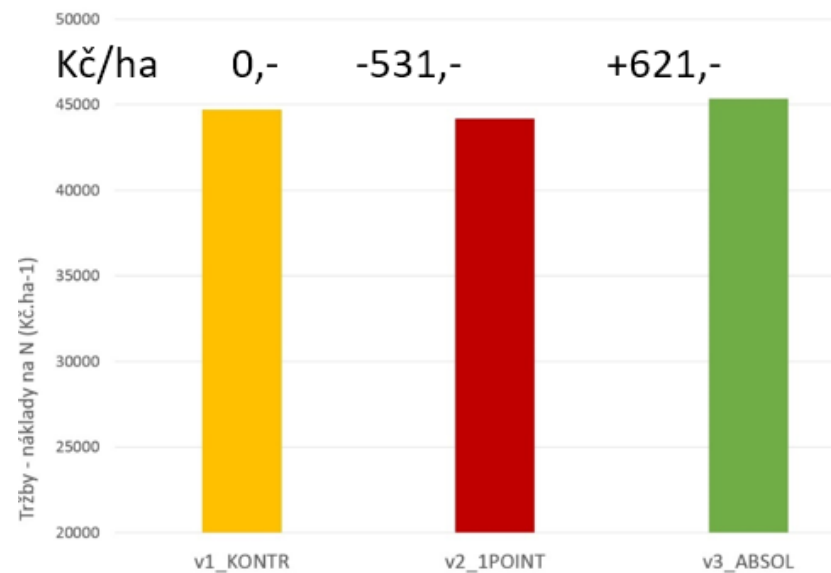
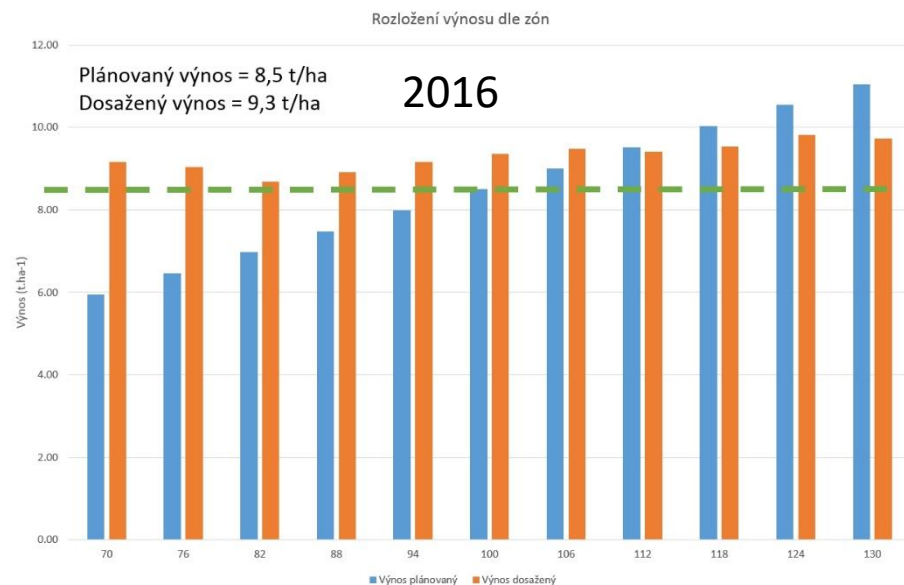
- **Spektrální měření porostu**
= aktuální stav porostu
- **Mapový podklad s korekcí aplikace**
= na jakou úroveň hnojit



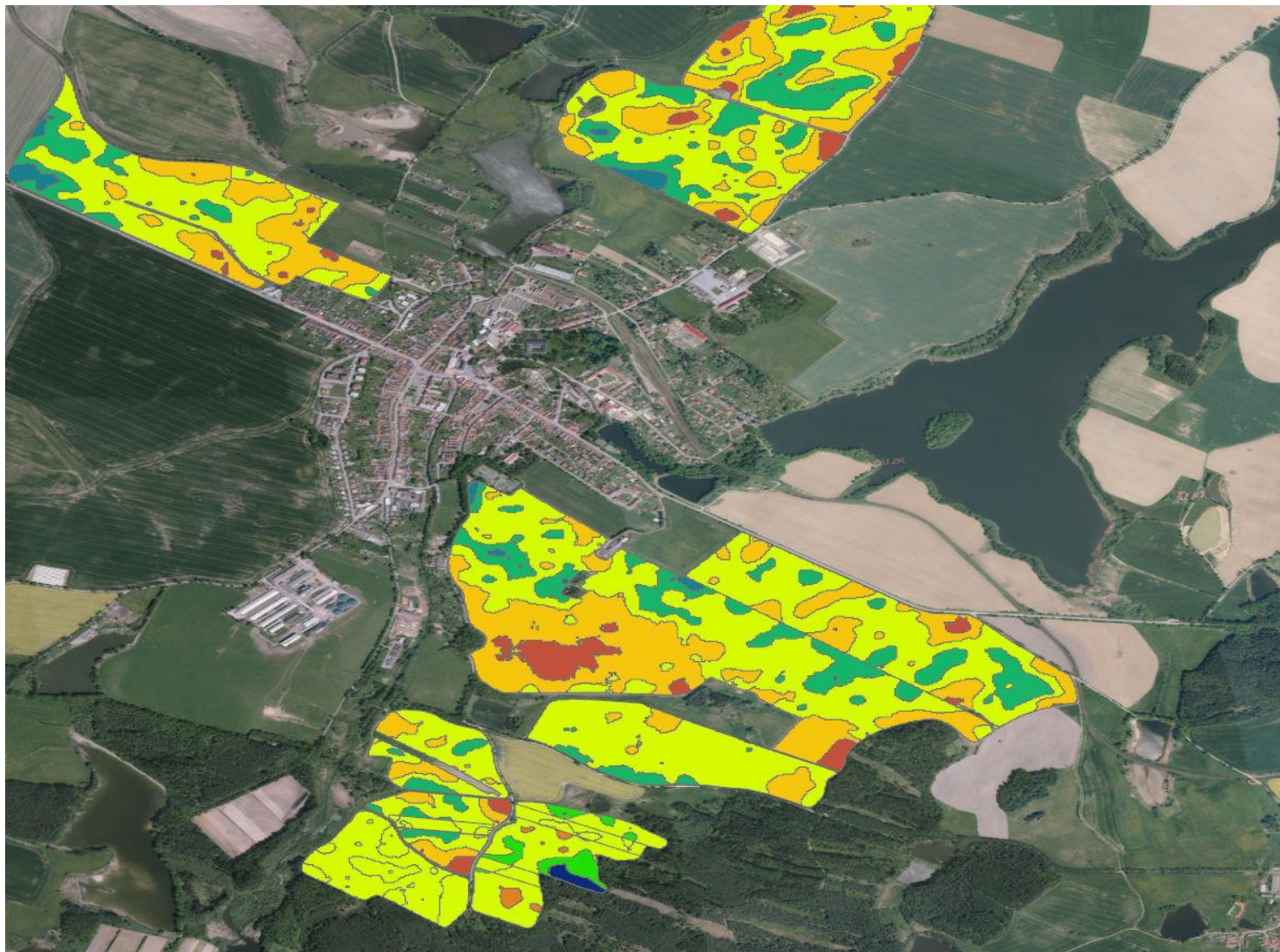
Beispielrechnung Map Overlay



ISARIA – testování Zdounky



Příklad z praxe - Přihnojení porostů řepky oz. (2018)



kg LAD / ha

Davka_N2

150
160
163
170
180
187
199
200

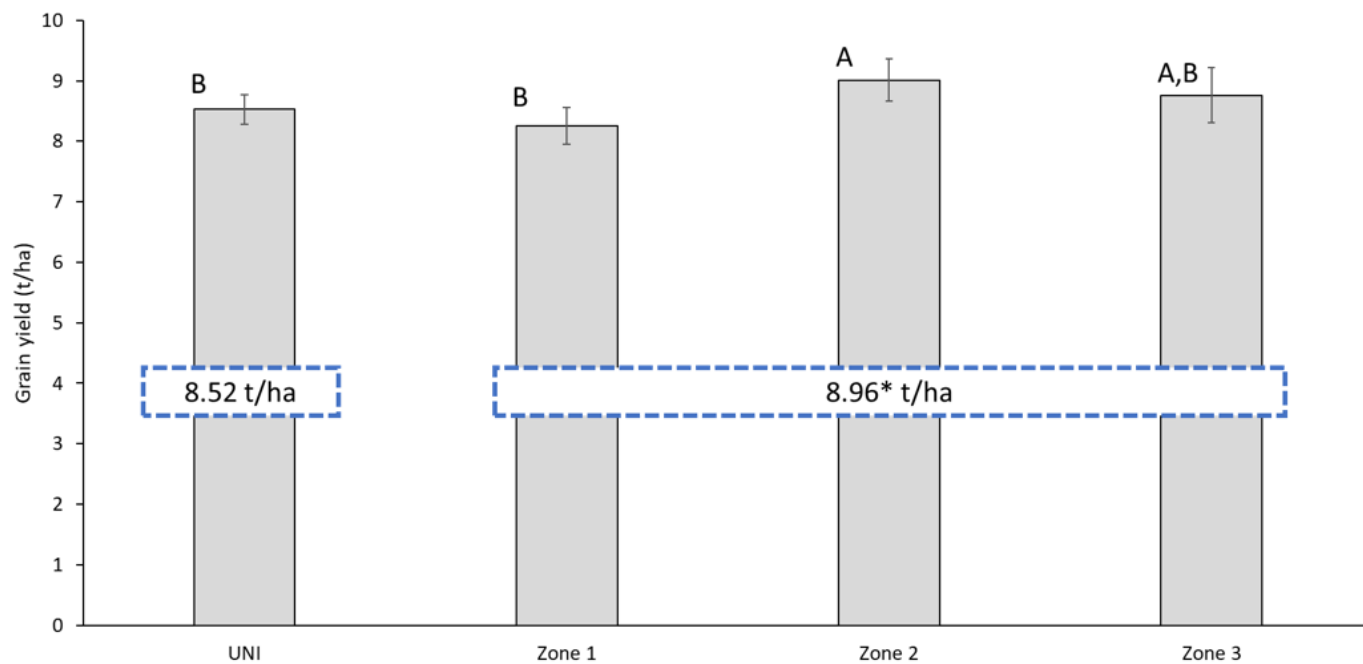
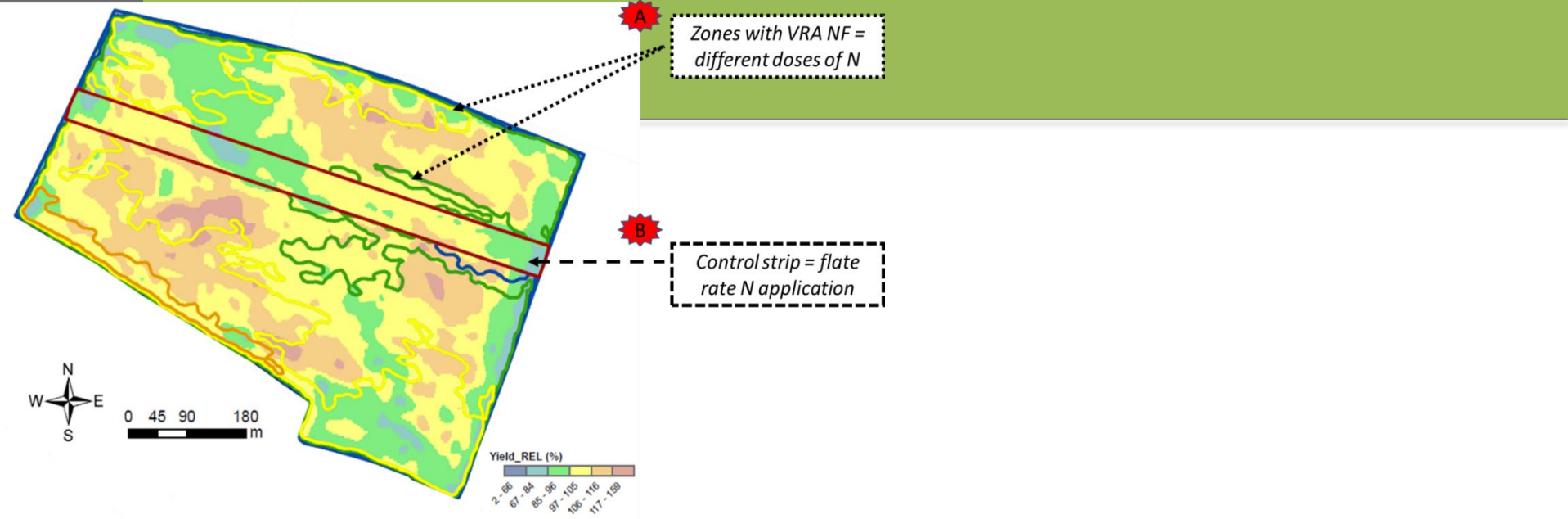


Figure 4: Grain yield from wheat for experimental plot in 2018.



Děkuji za pozornost



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

Prezentace obsahuje výsledky řešení výzkumných projektů
NAZV QK1810233, TAČR TH02030133 a TH04010494

