



# Řízení aplikace postřikovací techniky AGRIO s využitím senzového měření a dat DPZ

Vojtěch Lukas a kolektiv

## Využívání postřikových látek

- **Aplikace kapalných minerálních hnojiv**
- **Aplikace přípravků na ochranu rostlin (POR)**
  - Herbicidy, fungicidy, insekticidy = hubení škodlivých organismů
  - Regulátory růstu – omezení dlouhivého růstu (podpora odnožování a zakořenění)
  - Desikanty – sjednocení dozrávání

= rizikové látky, jejich používání podléhá celé řadě předpisů  
(kontroluje a má na starosti ÚKZÚZ)

- evidence provedené aplikace na pozemcích vč. účelu
- proškolení obsluhy a osvědčení agronoma
- pravidelné kontroly správné funkčnosti aplikační techniky
- používání pouze registrovaných přípravků; registrace musí prokázat přínos daného přípravku
- Prodej velkobalení (5l) pouze na osvědčení
- stanovené dávkování pro jednotlivé přípravky a účel zásahu
- kontrola dodržování pokynů pro aplikaci (zóny omezené aplikace – OPVZ, NS, ...)
- dodržování povětrnostních podmínek vhodných pro aplikaci (např. aplikace v noci)

## Racionální využívání agrochemických látek

### Hnojiva

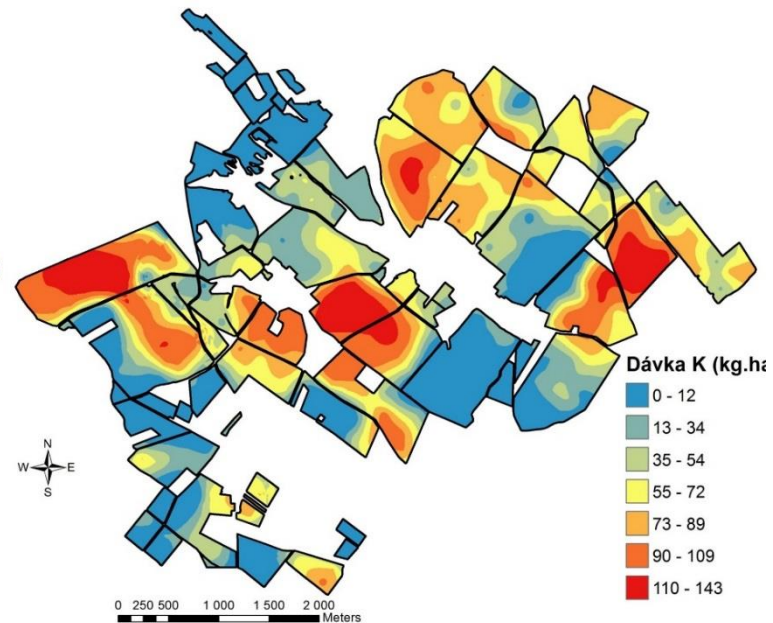
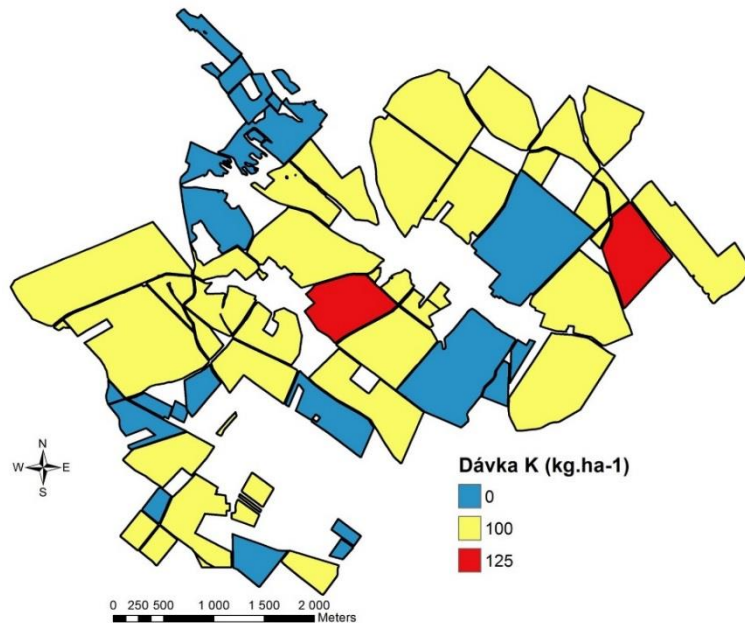
- **Bilanční hnojení** – dodávám tolik živin, kolik je potřeba na pokrytí odběru vypěstovanými produkty
- **Dělené dávky N hnojiv** – opakované dodávání živin v menších dávkách v průběhu vegetace pro snížení rizika vyplavení
- **Nitrátová směrnice** – stanovení maximálních dávek minerálních N hnojiv pro území, kde hrozí riziko kontaminace povrchových a podzemních vod

### POR

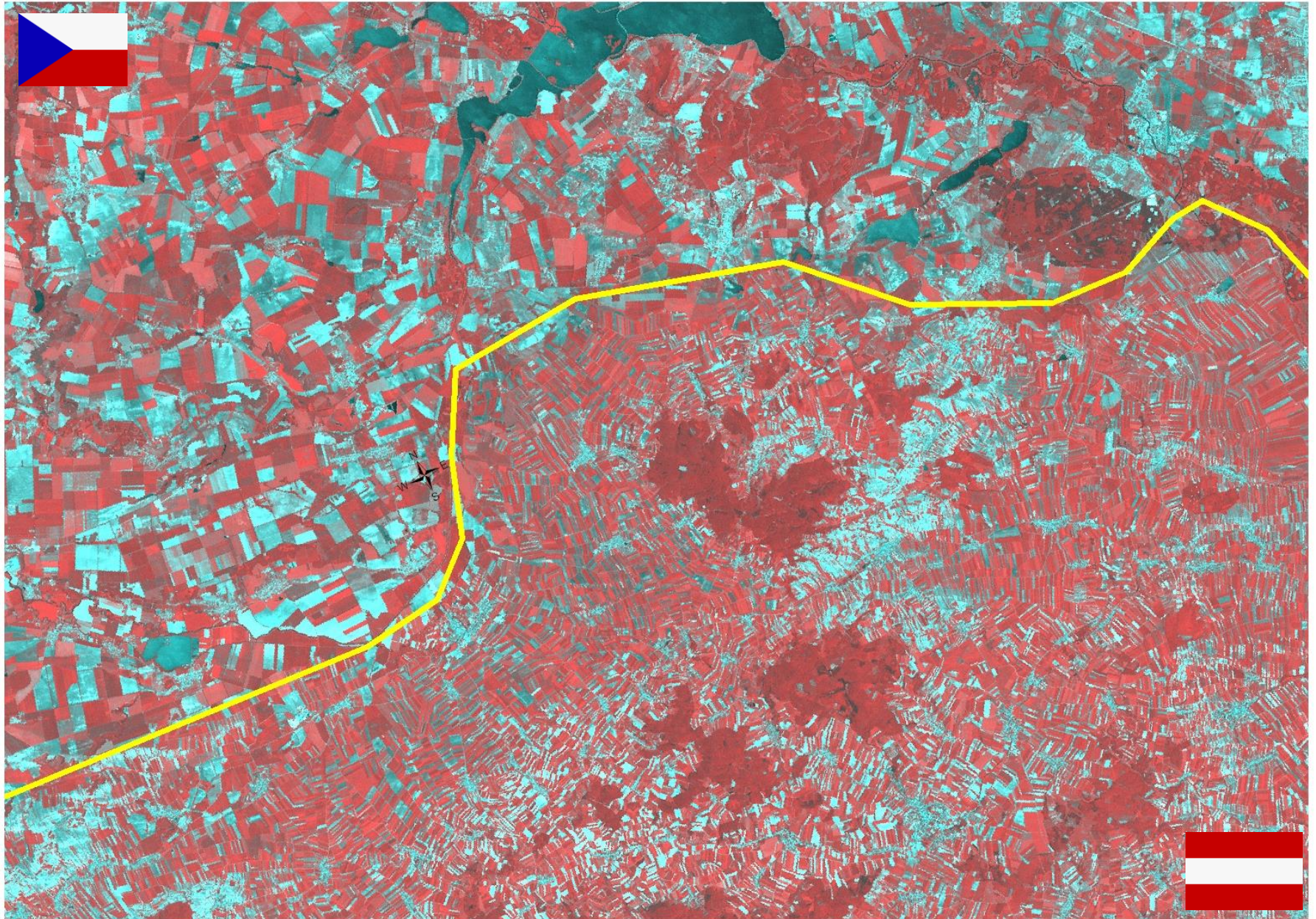
- **Integrovaná ochrana rostlin** – každé použití POR musí mít jasný a doložitelný důvod (NE preventivně!) – prognóza a signalizace výskytu škodl. org.
- **Ekonomický práh škodlivosti** – snížení výnosu plodiny vlivem poškození/napadení porostu je větší než náklady na aplikaci POR
- **Ochranná pásma vodních zdrojů** – omezení aplikace v blízkosti vod

# Lokálně cílená (variabilní) aplikace

- Intenzita pěstebního zásahu je odvislá od podmínek na daném místě – mapování heterogenity stanoviště
- V praxi uplatnění zejména při hnojení polních plodin
- obtížné při ochraně rostlin - špatné provedení zásahu znamená rychlé opětovné napadení porostu = rezistence škodl. org. na vybrané účinné látky









Field ID	Area [ha]	Grain yield [t/ha]					Sum [t]	CV [%]	Variety
		Min	Max	Range	Average	St. dev.			
0402/1	41.23	3.94	10.50	6.56	7.58	0.82	312.59	10.80	<u>Viriato</u>
4002/1	20.01	6.65	12.20	5.55	10.47	0.96	209.47	9.15	<u>Tobak VO</u>
4003/1	6.47	4.84	12.39	7.55	9.44	1.15	61.11	12.15	<u>Tobak VO</u>
4107/1	7.12	4.35	11.41	7.05	9.33	1.13	66.45	12.12	<u>Tobak VO</u>
8101/2	21.61	5.86	10.92	5.06	9.21	0.78	199.13	8.49	<u>Matchball E</u>
8102/1	8.07	4.63	11.85	7.22	9.06	1.22	73.20	13.41	<u>Matchball VO</u>
8201/1	4.8	4.57	9.56	4.98	7.22	0.98	34.68	13.59	Rebel
8202/1	44.02	5.55	11.53	5.98	9.43	0.78	415.20	8.32	Rebel
9301/3	57.44	3.65	10.68	7.03	7.67	0.80	58.30	10.43	<u>Matchball</u>
9302/16	7.73	3.81	10.14	6.32	7.54	1.05	440.60	13.98	Rebel

Příklad rozpětí dosahovaných výnosů z výnosových map na pozemcích (okr. Kroměříž, 2016)

T A  
Č R

## Vývoj systému pro variabilní dávkování pesticidů a hnojiv na základě senzorového monitoringu porostních podmínek (TA04021389, 2014-2017)

### Cíle

- implementace a ověřování online senzorového systému pro přihnojování porostů
- tvorba podkladových dat pro variabilní aplikaci postřikových látek
- kombinace s agrometeorologickým monitoringem pro správné načasování zásahu

## AGRIO MZS s.r.o.

Samojízdný postřikovač 3-Rex



Samojízdný postřikovač Dino



Samojízdný postřikovač  
SAMec



### Návěsné postřikovače

Návěsný postřikovač Gigant



Návěsný postřikovač Mamut  
XL



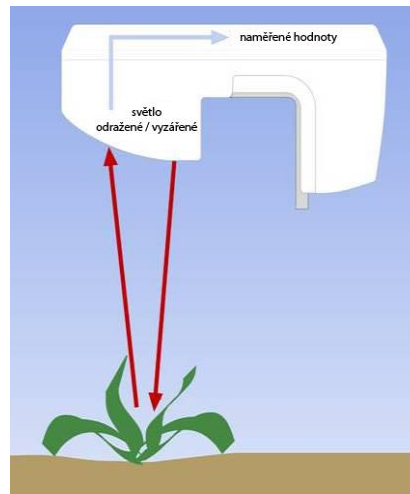
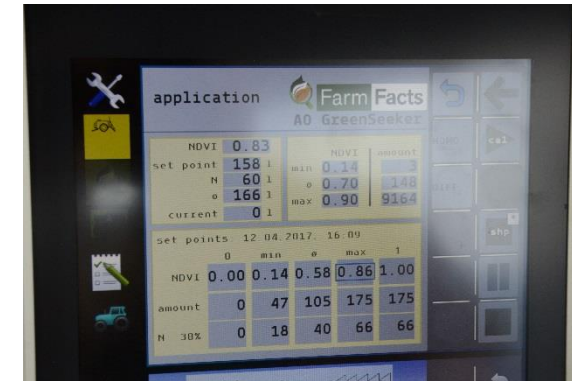
Návěsný postřikovač Mamut

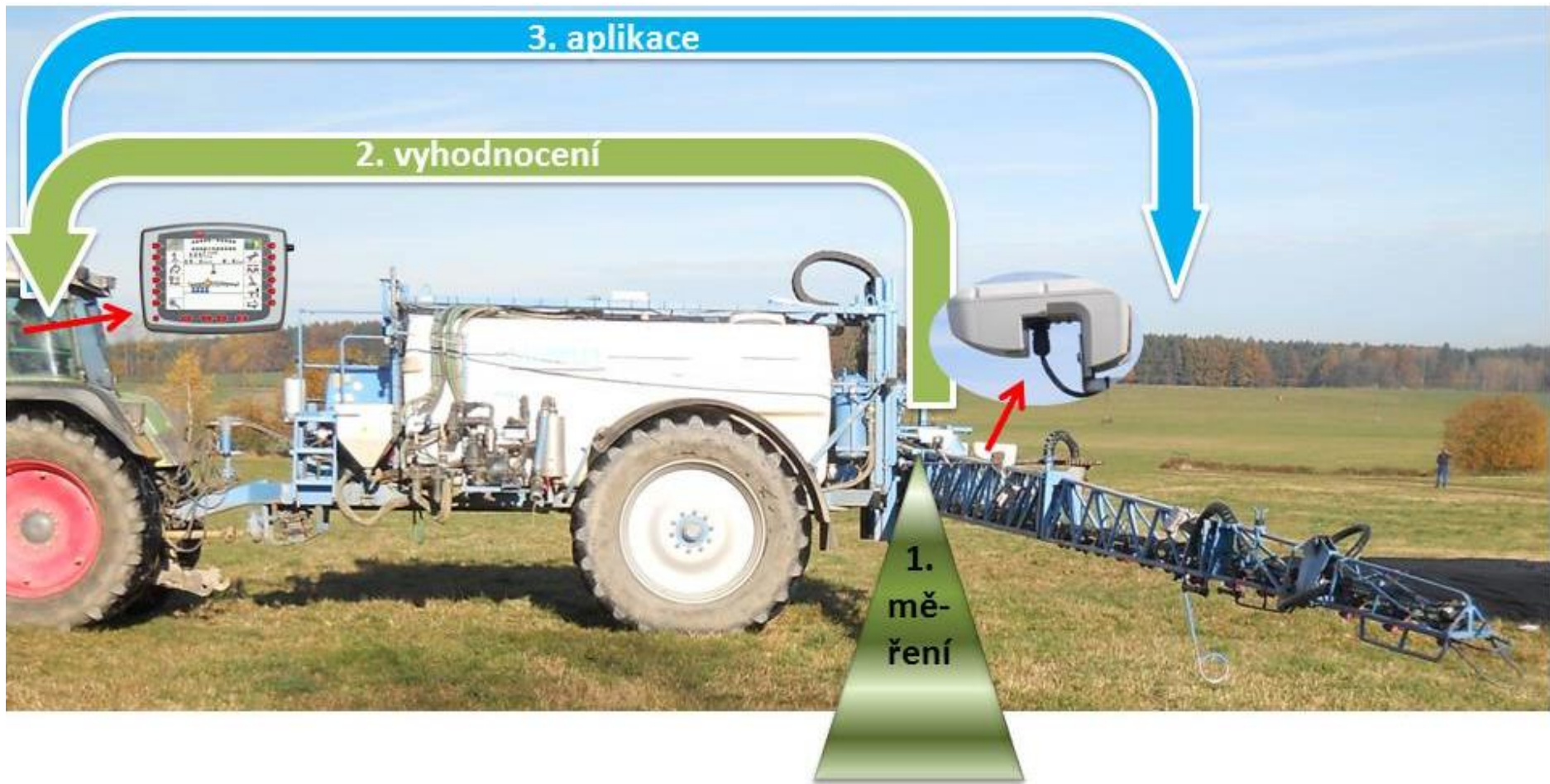




## Prvky systému

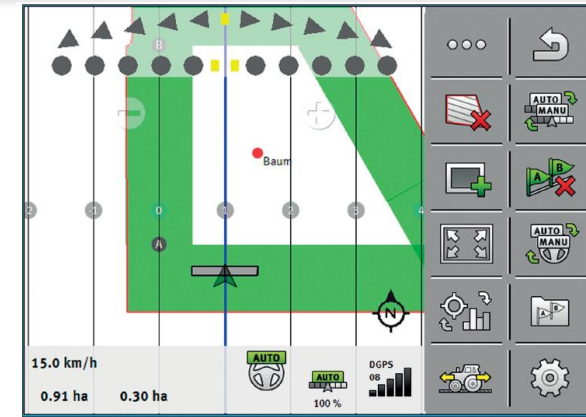
- Senzorový systém pro hodnocení stavu porostů
  - Trimble Greenseeker (AO Greenseeker)
  - ISOBUS – kompatibilita s nejrůznějšími terminály
  - Aktivní – zaznamenává NDVI (odrazivost R, NIR)
  - Pracuje v režimu online / map-overlay
  - Jednoduché ovládání
  - Podkladová mapa výnosové úrovně (shp)





## Prvky systému

- Ovládání postřikové dávky
  - SeleJet – volba trysky dle dávky a pojezdu
  - Naváděcí systém Mueller Elektronik



Čtyřnásobný SeleJet přepíná za jízdy 2, 3 nebo 4 velikosti trysek.

Velikost trysky	Tlak atm	Průtok ml/min	Dávka l/ha								Velikost trysky	Tlak atm	Průtok ml/min	Dávka l/ha							
			5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	20 km/h				5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	10 km/h	12 km/h	16 km/h	20 km/h
TD01 oranžová	1	231	55	46	40	35	29	23	17	14	TD015 zelená	1	346	83	69	59	52	42	35	26	21
	2	327	78	65	56	49	39	33	25	20		2	490	118	98	84	74	59	49	37	29
	3	400	96	80	69	60	48	40	30	24		3	600	144	120	103	90	72	60	45	36
	4	462	111	93	79	69	56	46	35	28		4	693	166	139	119	104	83	69	52	42
	5	517	124	104	89	78	62	52	39	31		5	775	186	155	133	116	93	77	58	47
	6	566	136	113	97	85	68	57	43	34		6	849	204	170	146	127	102	85	64	51
	7	611	147	122	105	92	74	61	46	37		7	917	220	183	157	138	110	92	69	55
	8	653	157	131	112	98	79	65	49	39		8	980	235	196	168	147	118	98	74	59
	9	693	166	139	119	104	83	69	52	42		9	1039	249	208	178	156	125	104	78	63
	10	730	175	146	125	110	87	73	55	44		10	1095	263	219	188	164	132	109	82	66
TD02 žlutá	1	462	111	92	79	69	55	46	35	28	TD025 fialová	1	577	138	115	99	87	69	58	43	35
	2	653	157	131	112	98	78	65	49	39		2	816	196	163	140	122	98	82	61	49
	3	800	192	160	137	120	96	80	60	48		3	1000	240	200	171	150	120	100	75	60
	4	924	222	185	159	139	111	92	69	56		4	1154	278	231	199	174	139	115	86	70
	5	1033	248	207	177	155	124	103	77	62		5	1291	310	259	221	194	155	129	96	78
	6	1131	271	226	194	170	136	113	85	68		6	1414	339	283	243	212	170	141	106	85
	7	1222	293	244	209	183	147	122	92	73		7	1528	366	305	261	229	184	153	115	92
	8	1306	313	261	224	196	157	131	98	78		8	1632	391	326	280	245	196	163	122	96
	9	1386	332	277	237	208	166	139	104	83		9	1732	415	346	296	260	208	174	130	104
	10	1460	350	292	250	219	175	146	110	88		10	1826	438	365	313	274	219	183	138	110
TD03 modrá	1	693	166	139	119	104	83	69	52	42	TD04 červená	1	924	222	185	158	139	111	92	69	55
	2	980	235	196	168	147	118	98	74	59		2	1306	313	261	224	196	157	131	98	78
	3	1200	288	240	206	180	144	120	90	72		3	1600	384	320	274	240	192	160	120	96
	4	1385	333	278	238	208	166	138	104	84		4	1847	444	340	318	278	222	184	138	112
	5	1549	372	310	266	232	186	154	116	94		5	2066	496	414	354	310	248	206	154	124
	6	1697	408	340	292	254	204	170	128	105		6	2263	542	452	388	340	272	226	170	136
	7	1833	440	366	314	276	220	184	138	110		7	2444	586	488	418	366	294	244	184	146
	8	1960	470	392	336	294	226	196	148	118		8	2612	626	522	448	392	314	260	196	156
	9	2078	498	416	356	312	250	208	156	126		9	2771	664	554	474	416	332	278	208	166
	10	2191	526	438	376	328	264	218	164	132		10	2921	700	584	500	438	350	292	220	178
TD05 hnědá	1	1155	277	231	198	173	139	116	87	69	TD06 šedivá	1	1386	333	277	238	208	166	139	104	83
	2	1633	392	327	280	245	196	163	122	98		2	1960	470	392	336	294	235	196	147	118
	3	2000	480	40	342	300	240	200	150	120		3	2400	576	480	412	360	288	240	180	144
	4	2309	556	462	398	348	278	230	172	140		4	2771	666	556	476	416	332	276	208	168
	5	2582	620	518	442	388	310	258	192	156		5	3098	744	620	532	464	372	288	232	188
	6	2828	678	566	486	426	340	282	212	170		6	3394	818	680	584	508	408	340	256	174
	7	3055	732	610	522	458	368	306	230	184		7	3666	880	732	628	552	440	368	276	220
	8	3264	782	652	560	490	392	326	245	196		8	3919	940	784	672	588	472	392	296	236
	9	3464	830	692	592	520	416	345	260	208		9	4157	996	832	712	624	500	416	312	252
	10	3651	876	730	626	548	436	366	276	219		10	4382	1052	876	752	656	528	436	328	264
TD08 bílá	1	1848	444	370	317	277	222	185	139	111	TD10 černá	1	2309	554	462	396	346	277	231	173	139
	2	2613	627	523	448	392	314	261	196	157		2	3266	784	653	560	490	392	327	245	196
	3	3200	768	640	548	480	384	320	240	192		3	4000	960	800	680	600	480	400	300	240
	4	3694	888	740	636	556	444	368	276	224		4	4618	1112	924	796	696	556	460	344	280
	5	4132	992	828	708	620	496	412	308	248		5	5164	1240	1036	834	776	620	516	384	312
	6	4626	1084	904	776	680	544	452	340	272		6	5656	1356	1132	972	852	680	564	424	340
	7	4888	1172	976	836	732	588	488	368	292		7	6110	1464	1220	1044	916	736	612	460	368
	8	5224	1252	1044	896	784	628	520	392	312		8	6418	1564	1304	1120	980	784	652	490	392
	9	5542	1328	1108	948	832	664	556	416	332		9	6928	1660	1384	1184	1040	832	692	520	416
	10	5842	1400	1168	1000	876	700	584	440	352		10	7302	1752	1460	1252	1096	876	732	552	438

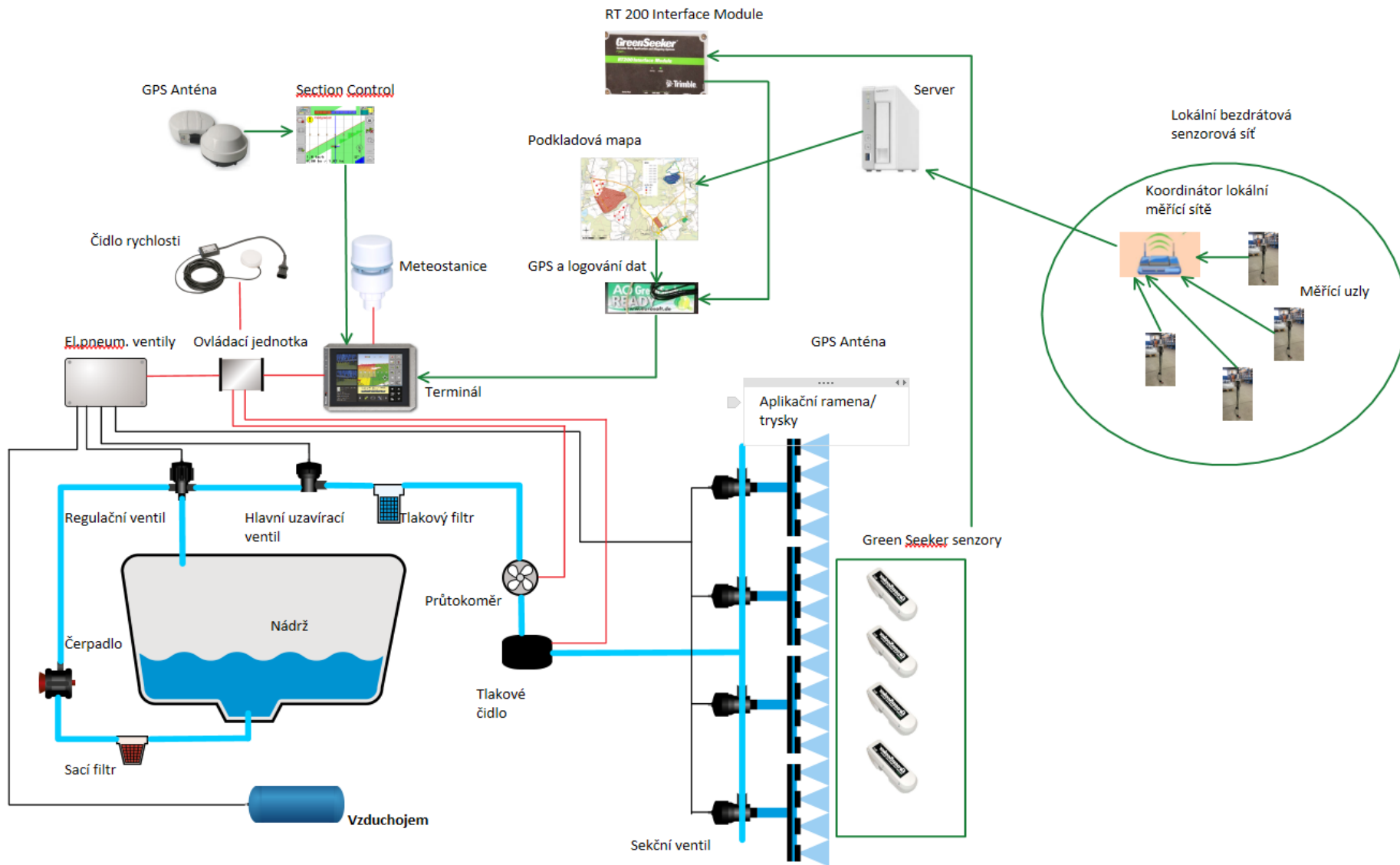


## Prvky systému

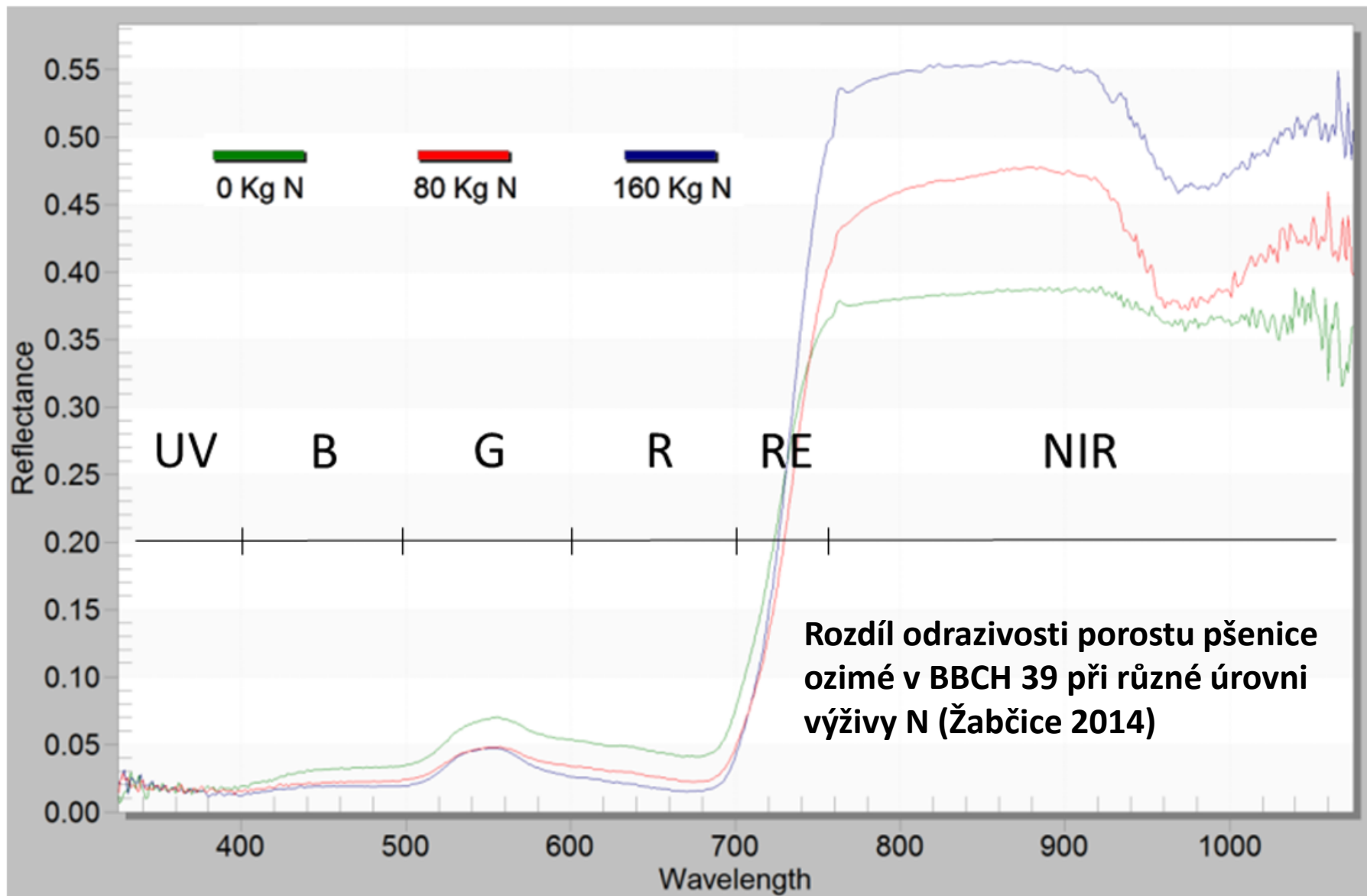
- Stacionární agrometeorologická síť pro sledování mikroklíma porostu
  - formou lokálně bezdrátové senzorové sítě s meteorologickými čidly
  - indikace podmínek vhodných pro provedení zásah
    - prognóza výskytu škodlivých organismů
  - úprava podkladové mapy výnosových úrovní



# Vývoj systému



# Vývoj systému





# Vývoj systému



Yara N-sensor



Fritzmeier ISARIA



Trimble Greenseeker



Topcon CropSpec



AgLeader OptRx



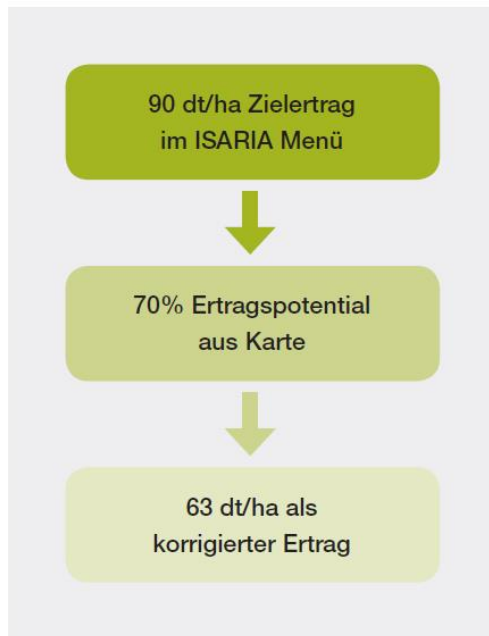
Anischt Funktionsmuster: 1) Fluoreszenzsensor GreenSense 2) Düsenshaltung mit Pulsweitenmodulation

a další senzory

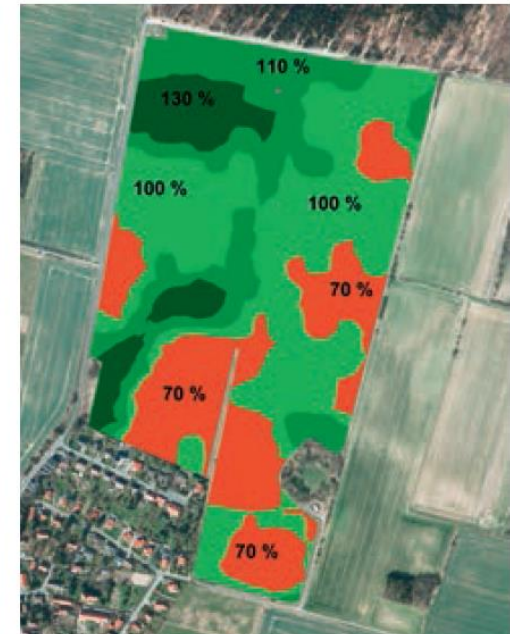
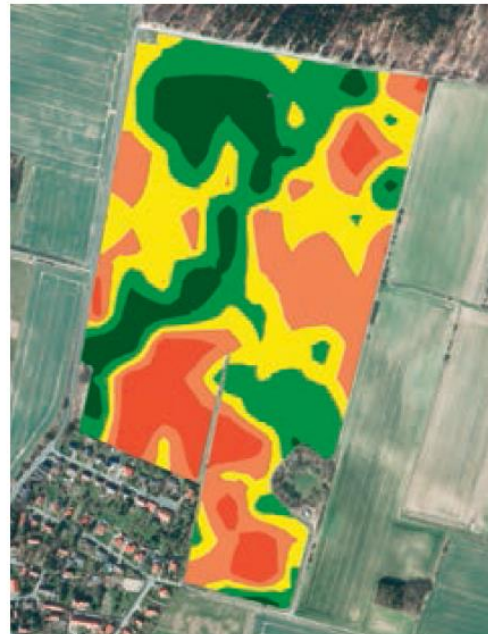
Rozdíly: **aktivní**/pasivní; veg. indexy; ISOBUS; podkladové mapy; umístění na traktor/aplikátor;...

## Online + mapový podklad (map overlay)

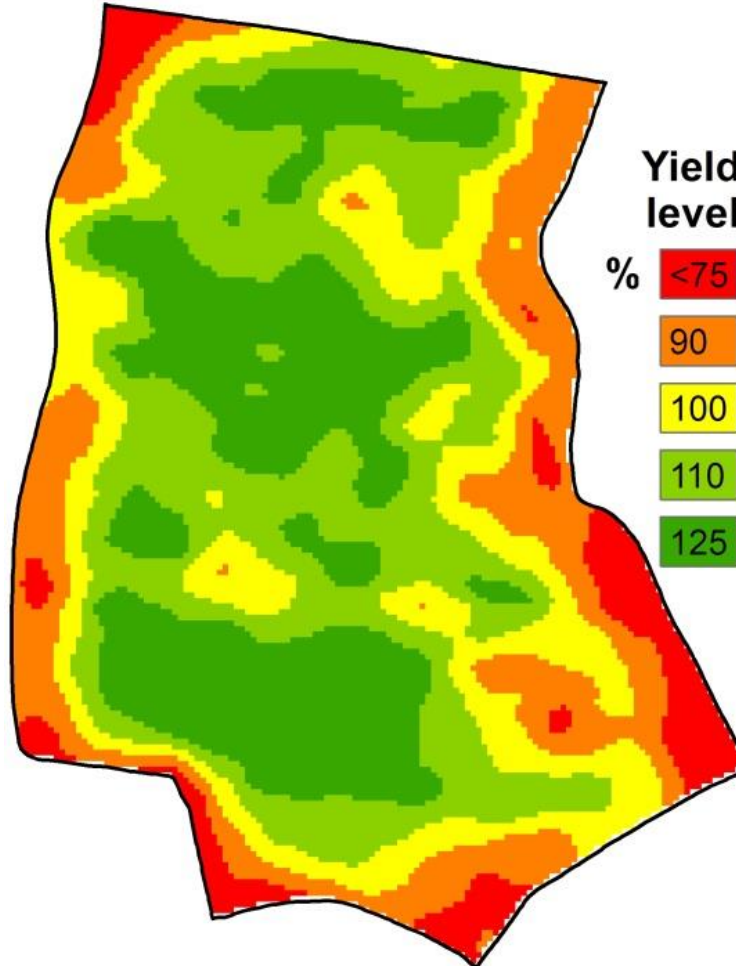
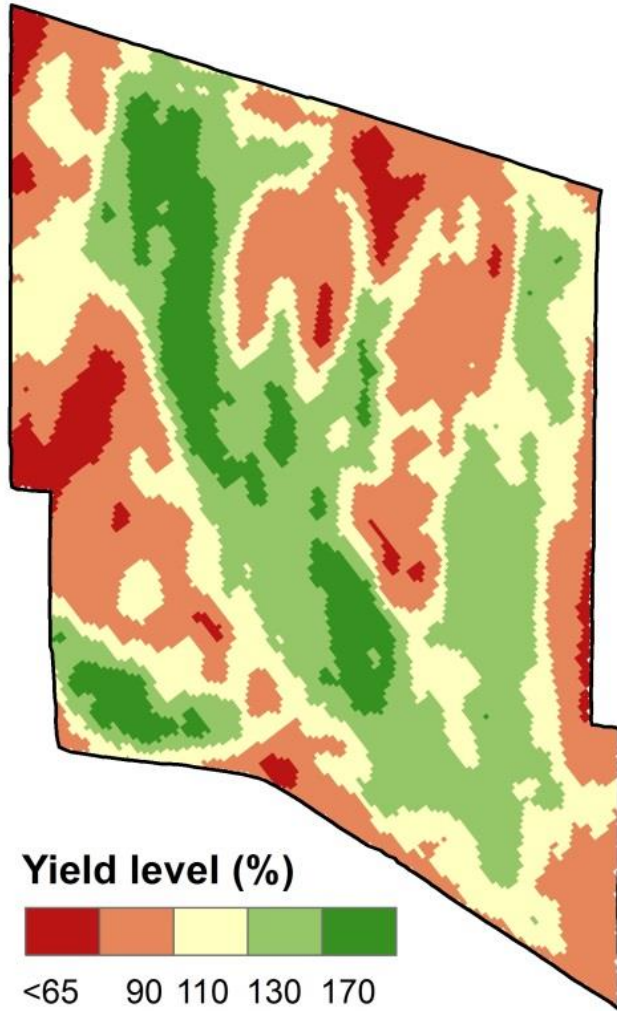
- **Spektrální měření porostu**  
= aktuální stav porostu
- **Mapový podklad s korekcí aplikace**  
= na jakou úroveň hnojit



Beispielrechnung Map Overlay



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



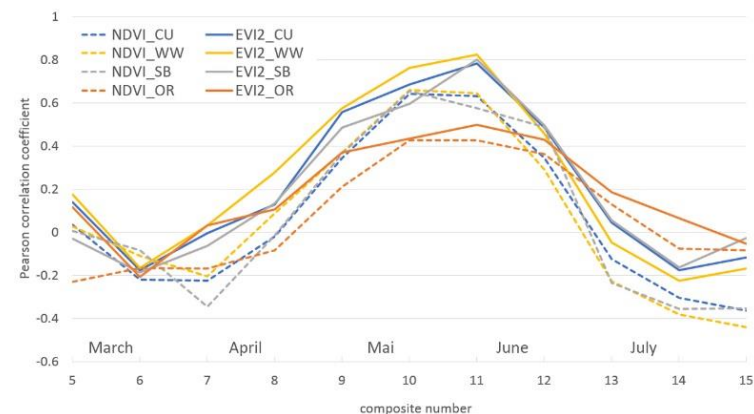


## Vymezení produkčních zón v rámci pozemků

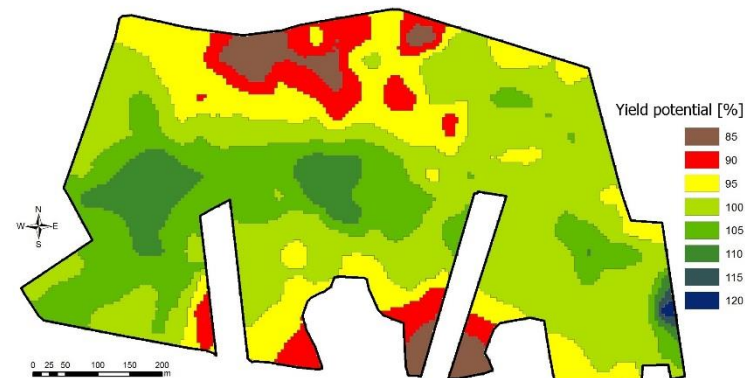
- na základě detekované heterogenity porostu z družicových dat za několik let
- procentuální rozložení v rámci jednotlivých pozemků

- Družicová multispektrální data
  - víceletá časová řada (8 let) = Landsat 5, 8
  - produkty Surface reflectance (ESPA USGS)
  - identifikace oblačnosti algoritmem Cfmask
  - výběr scén v rámci vegetačního období
  - veg. index EVI
  - Implementace Sentinel-2 (od 2016)

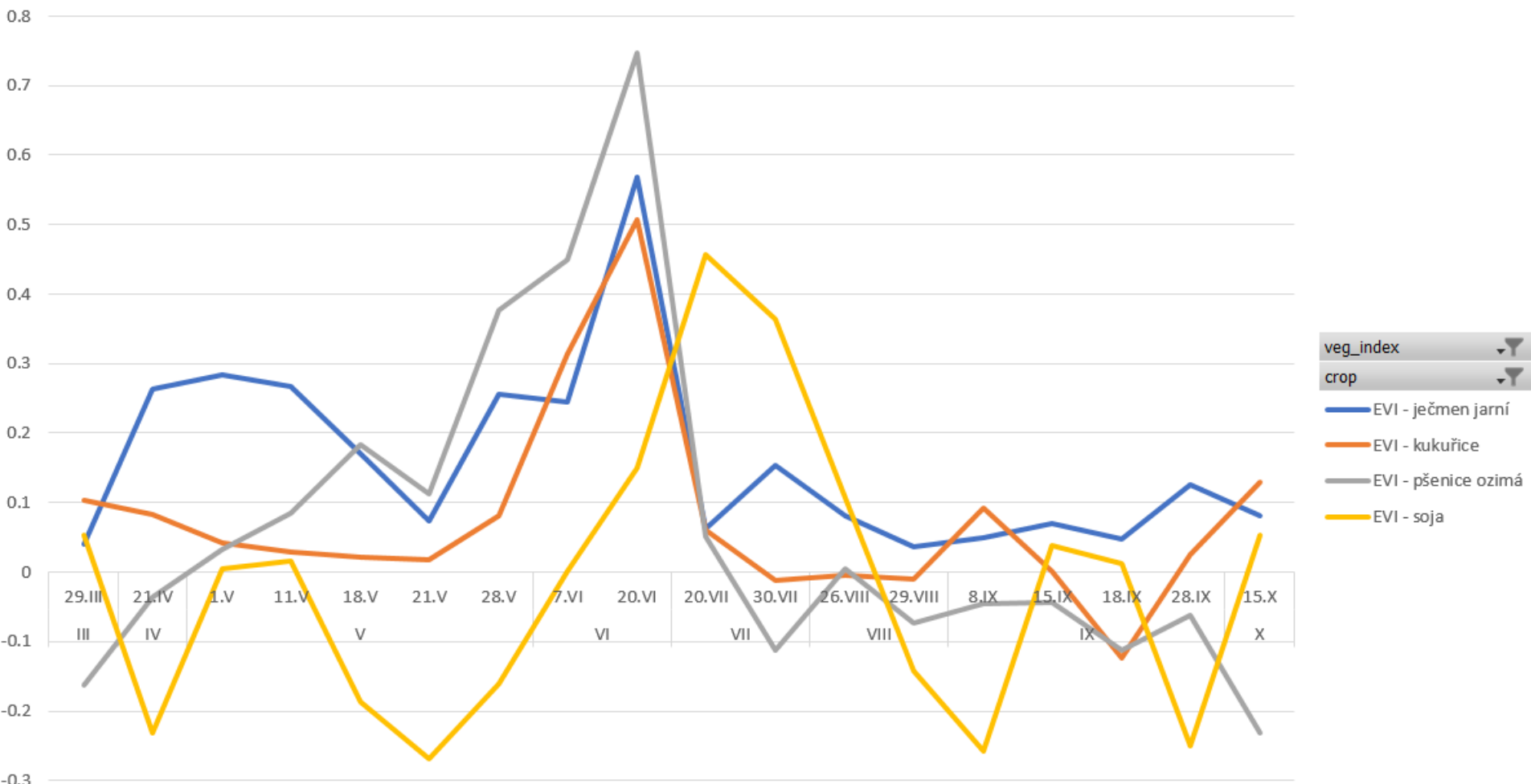
- Hranice pozemků
  - Hranice DPB (LPIS) – snadno dostupné, nepřesné
  - osevní plány - obtížně dostupné v podobě geodat (parcely v LPIS ?)



Korelace NDVI/EVI2 MODIS s výnosy (okresy)



# Vývoj systému



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





[http://foodie.lesprojekt.cz/vynosy\\_2017/](http://foodie.lesprojekt.cz/vynosy_2017/)



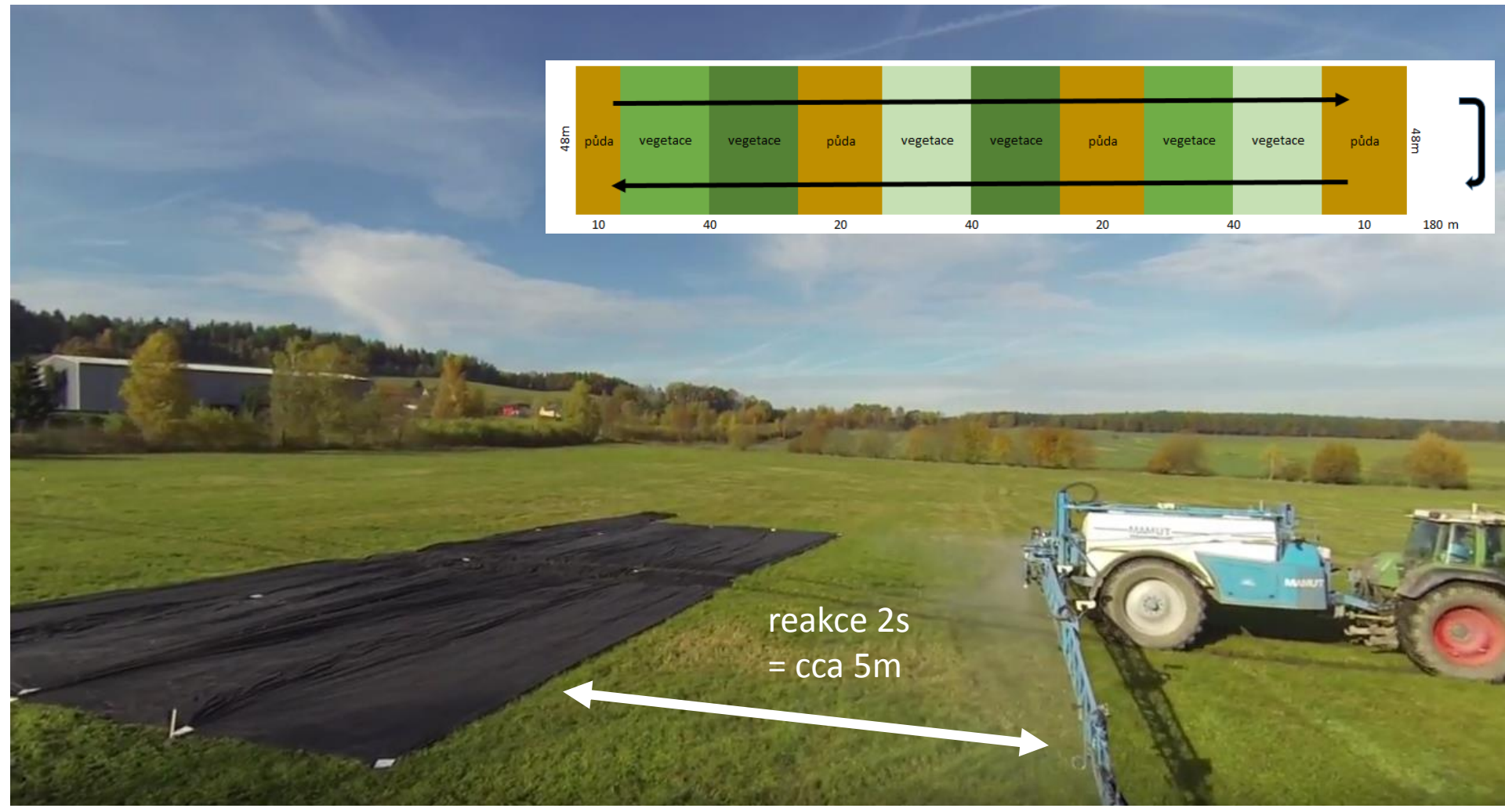
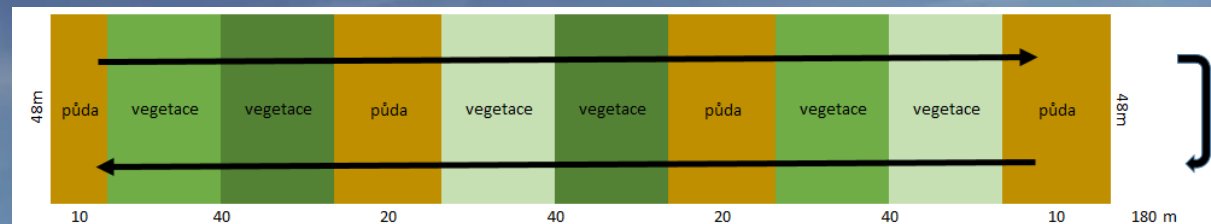


## Podkladová mapa

- Korekce aplikace
  - dle rozložení výnosů – stanovení výnosové úrovně (normativ)
  - dle informace o mikroklima a stavu porostu
- Omezení aplikace
  - legislativní omezení (nitrátová směrnice, OPVZ, ...)
  - vlastnosti půdního prostředí (píštěité půdy x těžké půdy)
  - způsob hospodaření

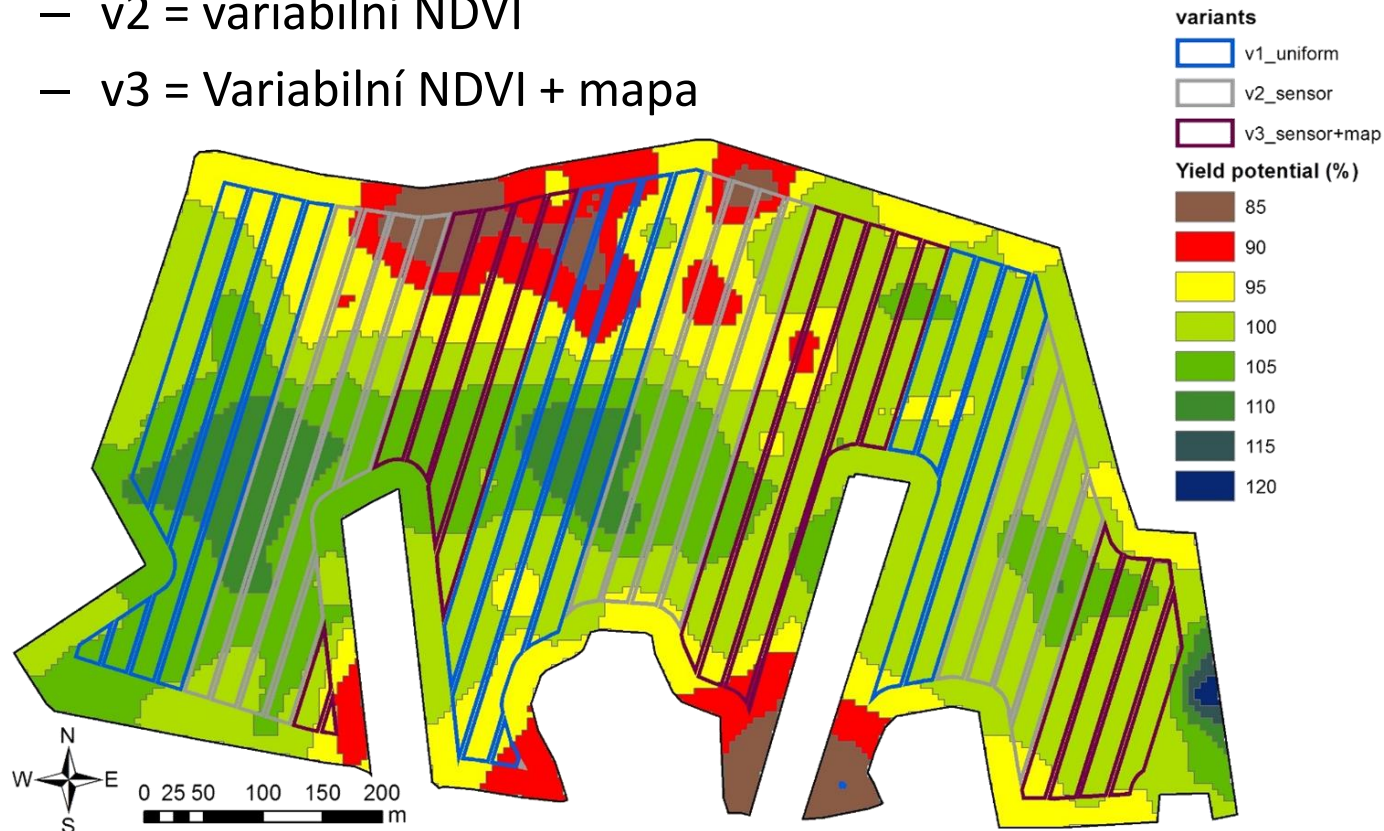


## Testování funkčnosti ovládání postřikovače



## Ověření variabilní aplikace hnojiv

- Varianty aplikace
  - v1 = unifromní
  - v2 = variabilní NDVI
  - v3 = Variabilní NDVI + mapa



Mapa produkčních zón na testovacím pozemku stanovená z 8-leté časové řady družicových dat a varianty aplikace

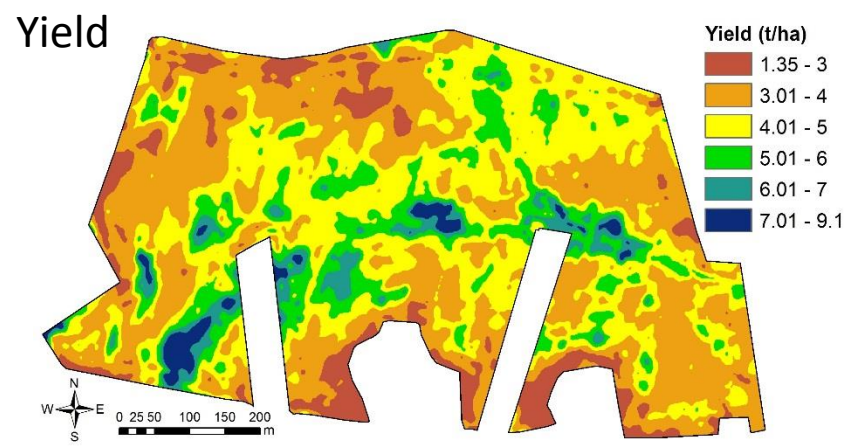
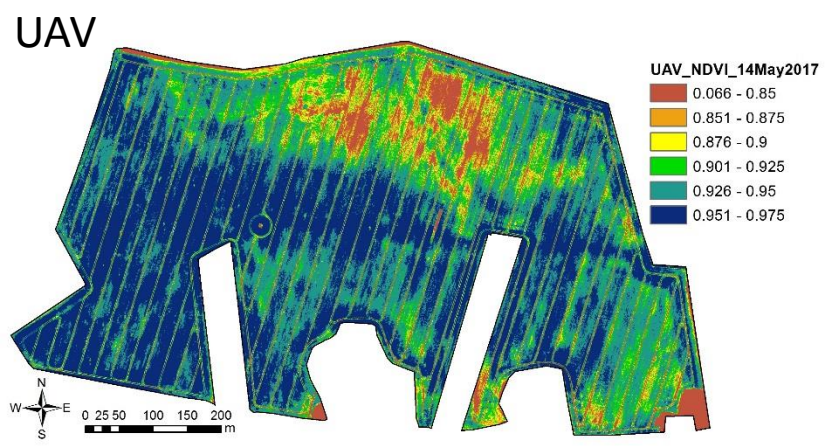
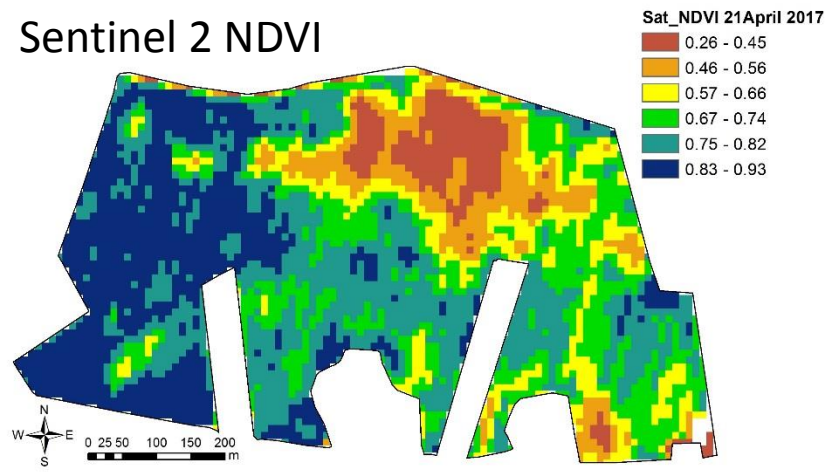
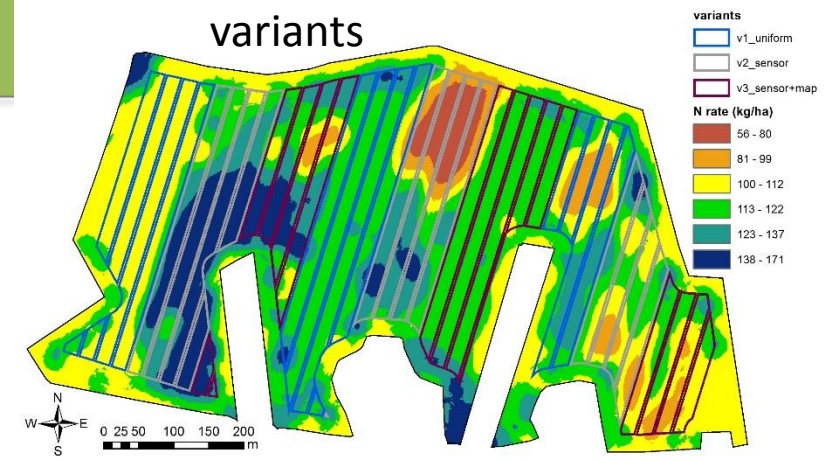
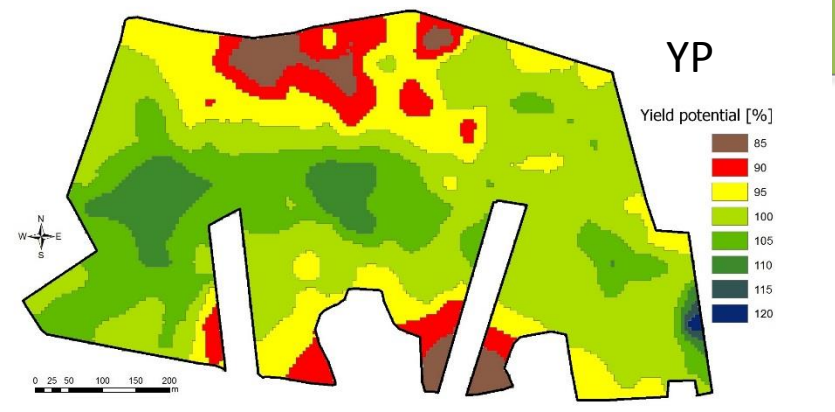


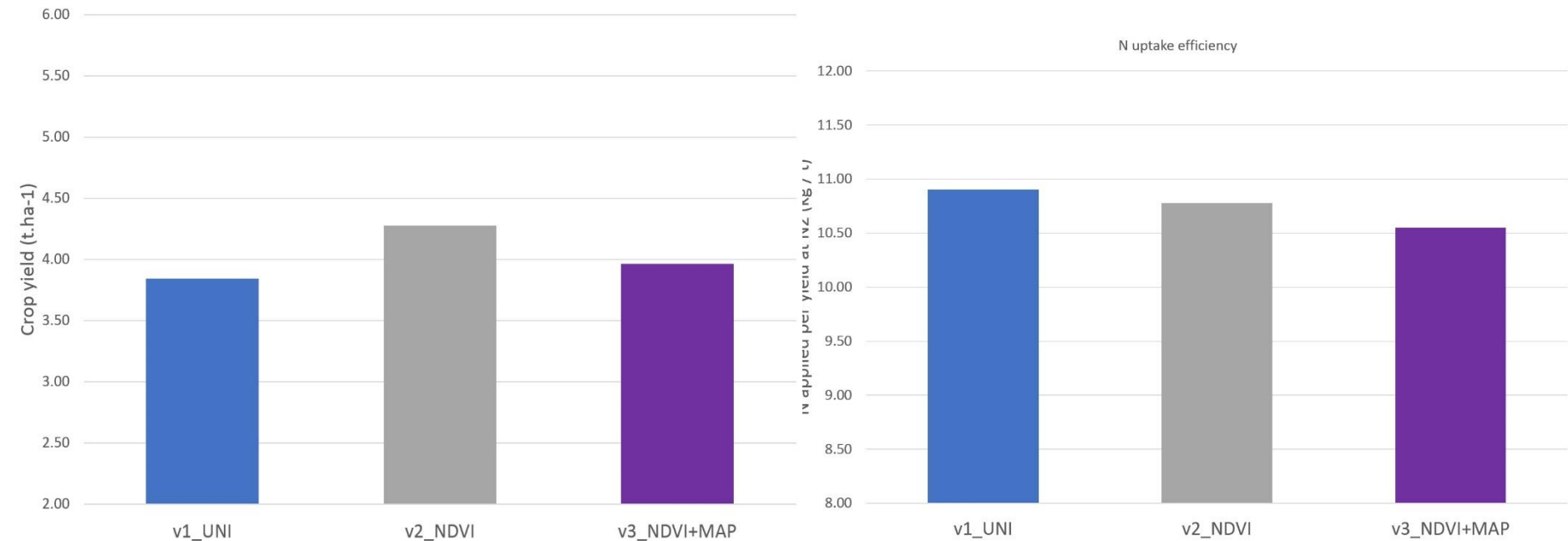
## Ověření variabilní aplikace hnojiv

- DUSPOL Dolní Dubňany (Dukovany), sezóna 2017
- Pšenice ozimá (40 ha)
- Aplikace kapalných hnojiv – produkční hnojení (DAM390)









## Závěry z ověřování variabilní aplikace:

- Cílená aplikace agrochemických látek nevede vždy ke zvýšení výnosů
- Zvýšení efektivity využívání N pro dosažení výnosu pšenice oz.
- Ekonomický přínos je odvislý od intenzity hospodaření a ročníku, obvykle 300 – 700 Kč / ha





# Děkuji za pozornost

Mendelova  
univerzita  
v Brně



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



Příspěvek vznikl za podpory výzkumného projektu TA04021389

