

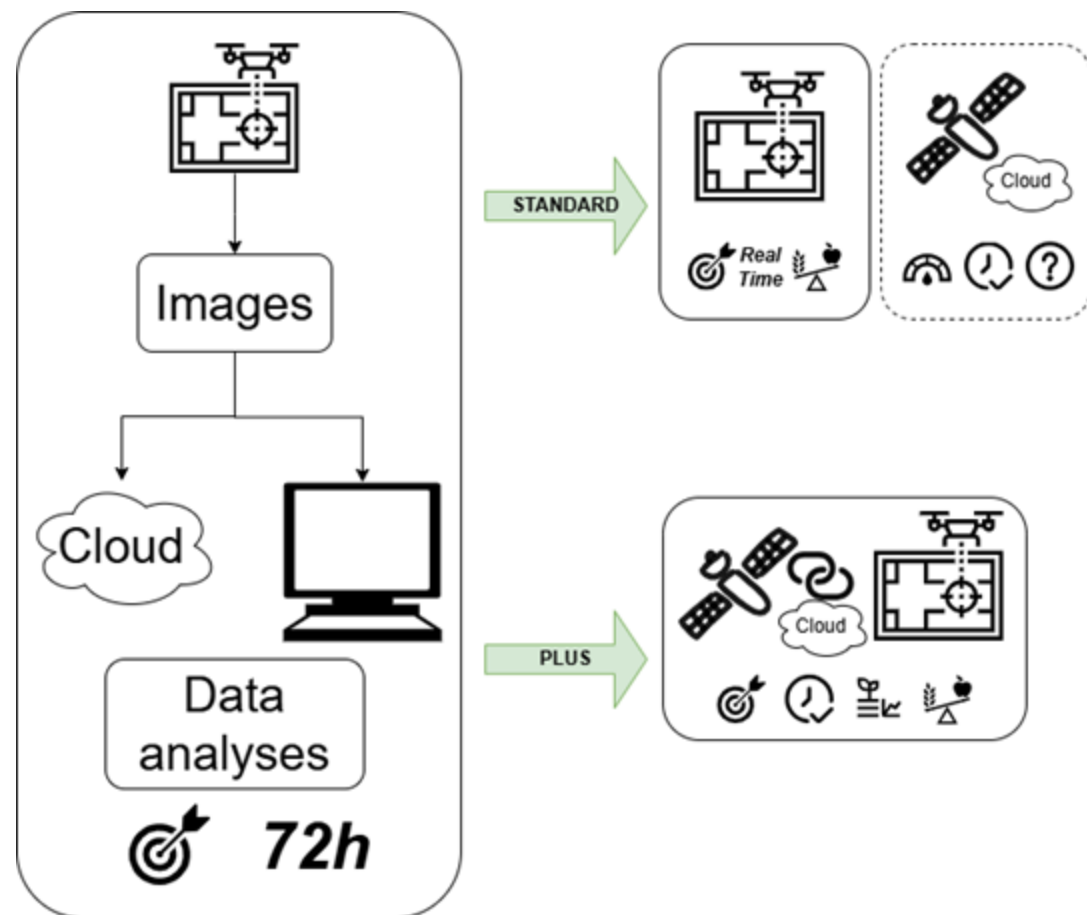
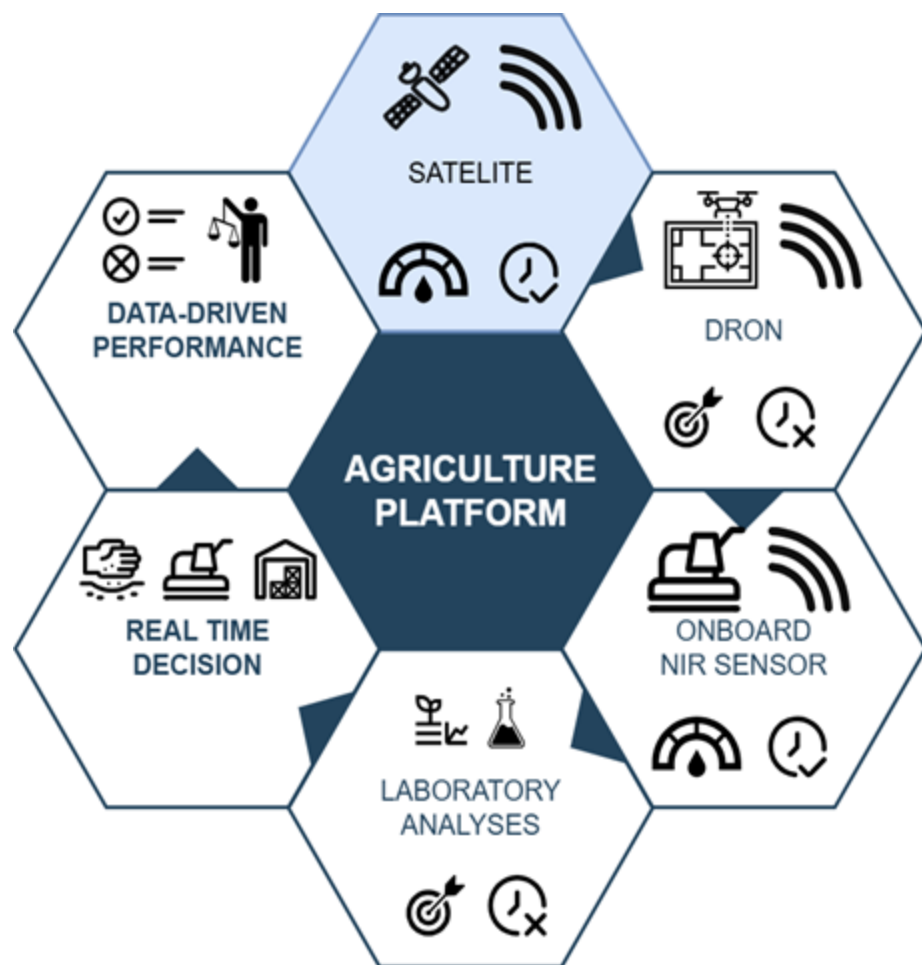


Využití dronů při stanovení optimální doby sklizně kukuřice na siláž v roce 2025

Přednáší:
Ing. Soňa Malá

NutriVet s.r.o

Odhad doby sklizně na farmách





Odhad doby sklizně na farmách



- Základním parametrem pro sklizeň kukuřice na siláž je **hodnota obsahu sušiny a její nárůst v čase**
- Dodavatelé osiva, konzervačních přípravků v rámci služeb
 - Homogenizace na místě (různé typy drtičů)
 - Využití NIR technologie (AgriNIR, HarvestLab)
 - KWS, Limagrain satelity (založeno na NDVI)
 - Využití laboratoře – stanovení obsahu sušiny (24 hod.)
- Obchůzka polí (zralost zrna, stav mléčné čáry, celkový stav rostlin)
- **Častý problém:** hodnota sušiny kolísá z důvodů stavu a heterogenity porostu, odběr reprezentativního vzorku z velké plochy, četnost vzorků k ploše plodiny

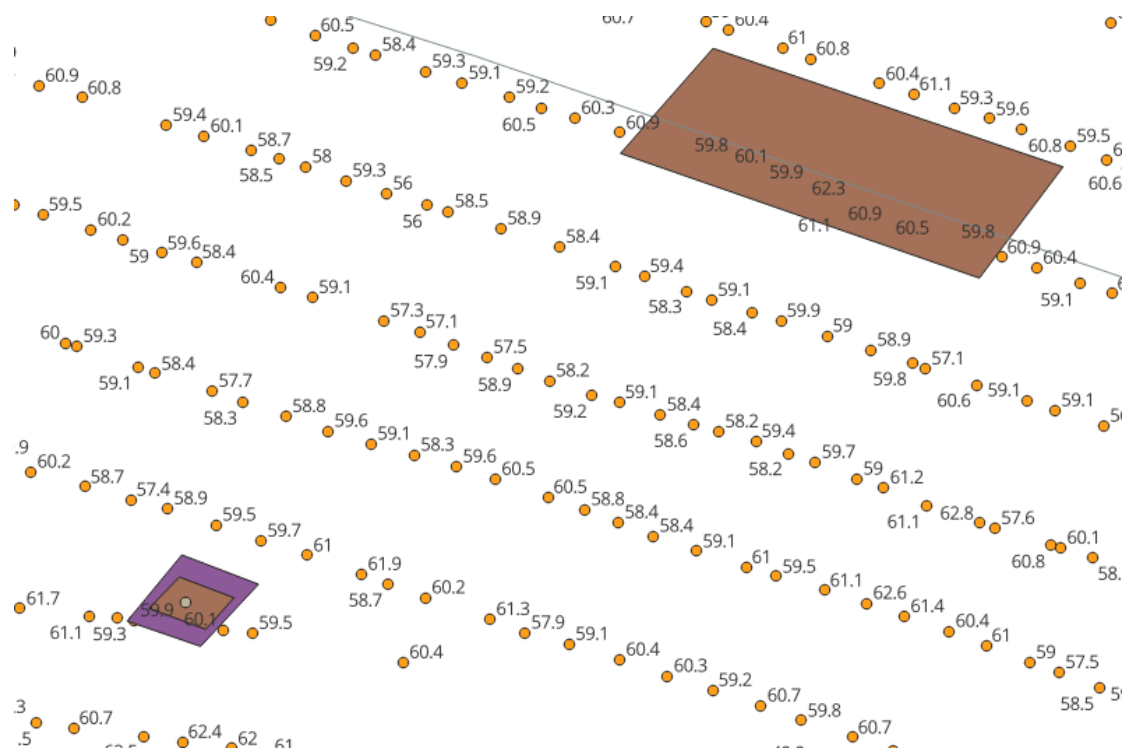
Stanovení sušiny porostu: NIR on board

- **Hyperspektrální snímač měří homogenizovanou hmotu procházející komínem sklízecího stroje v jednotných podmínkách**
- Stanovuje nutriční analýzu porostu sklizené plodiny
- Naskenuje celou hmotu a udělá tisíce měření (nepřesnost ve stanovení se vyrovná kvantitou)
- **Problém: nelze aplikovat na stejný porost 2x**

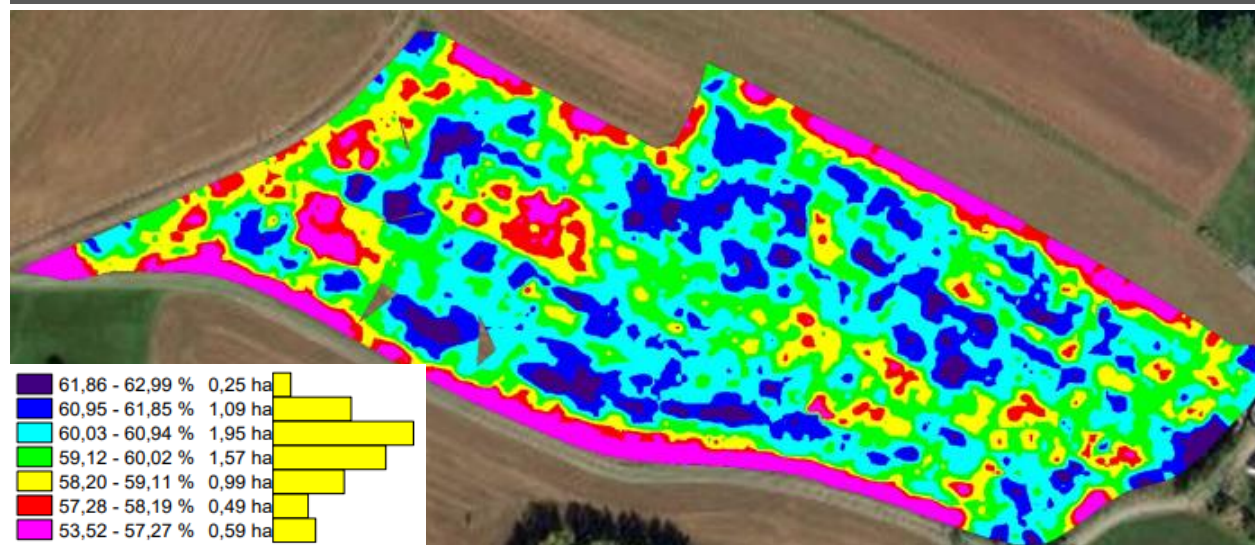


Stanovení sušiny porostu: NIR on board

Data z řezačky New Holland zobrazena v QGIS

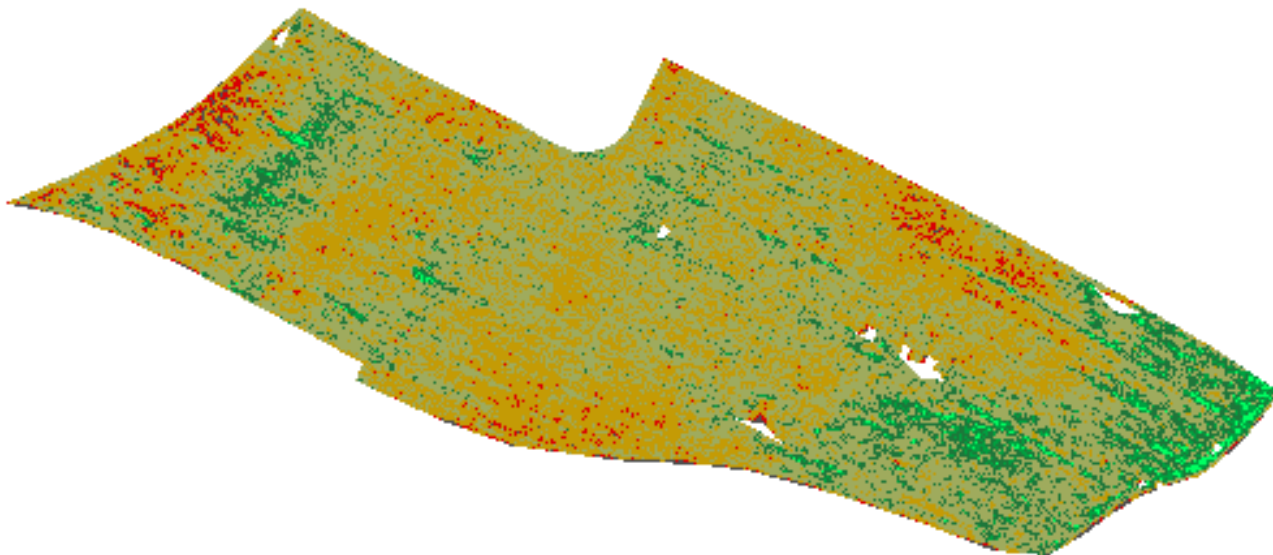


Mapa "Vlhkost", řezačka New Holland



- Příklad AgriNIR stanovil **obsah sušiny sklizeného porostu kukuřice na 40,43 %**.
- Chyba měření přístroje je 3% body. Průměrný obsah sušiny může být **reálně od 37,43 do 43,43 %**.

Stanovení sušiny porostu: záznam z dronu

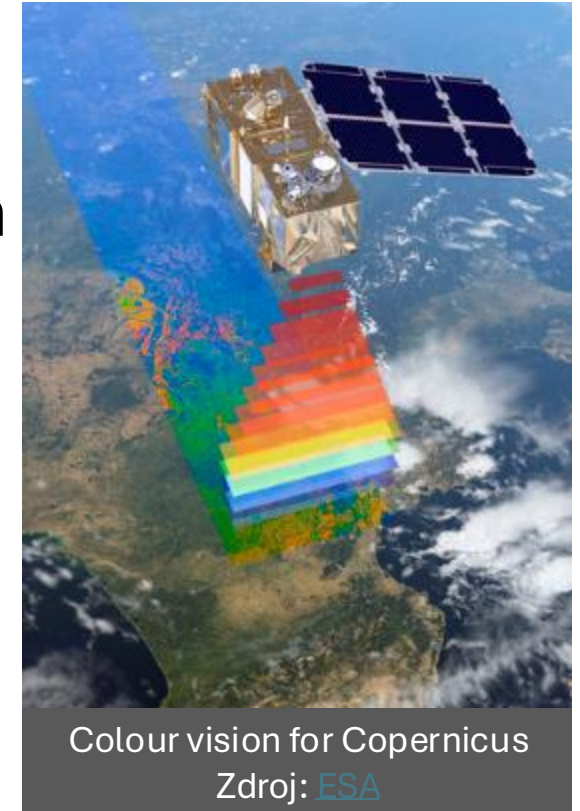


Klasifikace (NDVI)	m2	Podíl porostu (%)	Medián třídy (%)
Do 28 %	424	0,9	26,2
28 až 32 %	1499	3,0	30,6
32 až 35 %	4463	9,0	34,5
35 až 45 %	24087	48,6	41,3
45 až 55 %	17606	35,4	48,3
55 až 60 %	1083	2,2	57,0
60 % a více	442	0,9	67,5
Vážený průměr	-	-	43,0

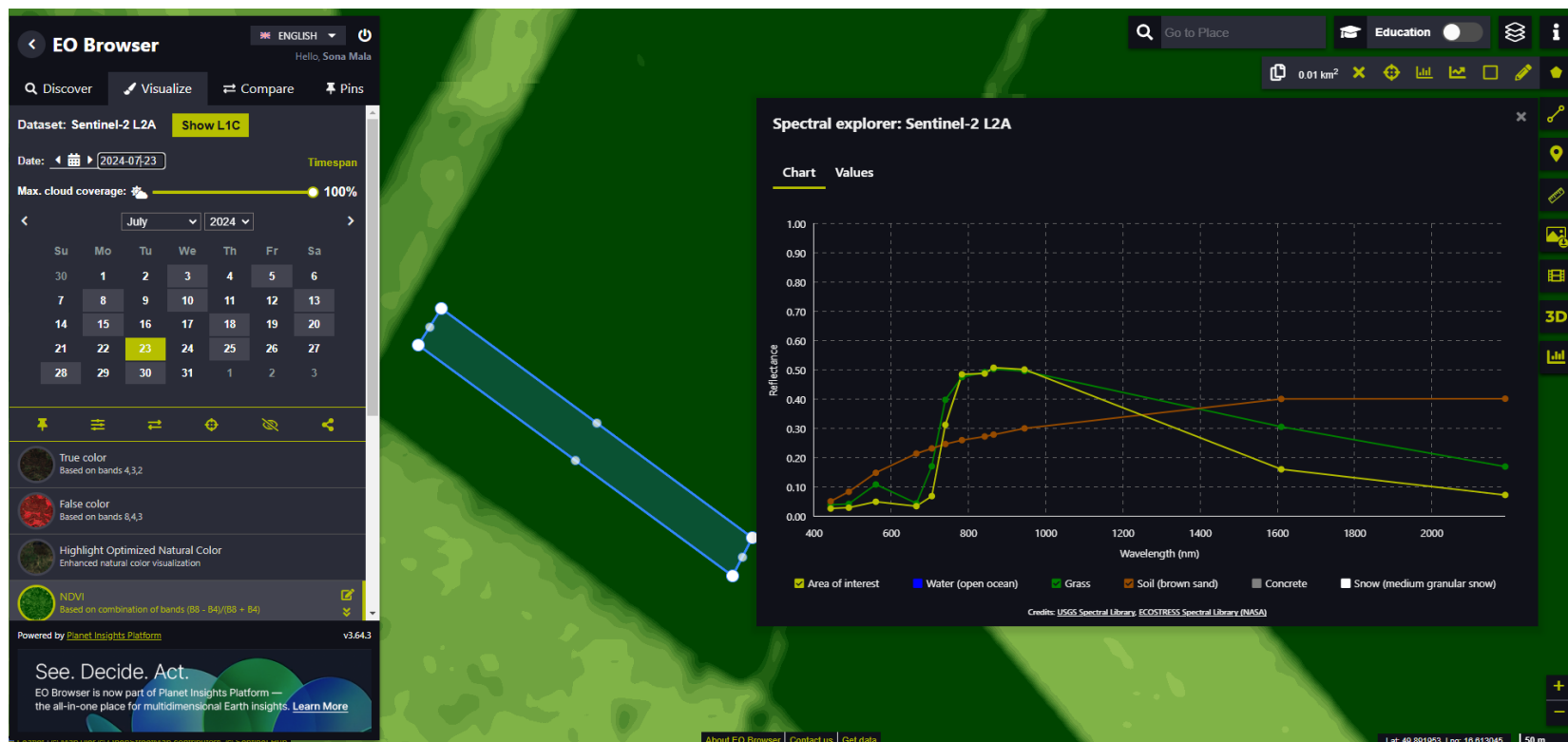
- **Vážený průměr zelené části: 42 % sušiny**
- Minimální zastoupení sušiny pod 28 %.
- 60 % porostu v sušinách nad 41 %. Významné riziko pro silážování.
- Pouze 12 % pole je v rozmezí 30,6 % sušiny až 41,3 % sušiny.

Stanovení sušiny porostu: satelity

- **Využívá multispektrální snímač citlivý na předdefinované vlnové délky.**
- **Snímá výrazně heterogenní materiál v přirozených podmínkách** a výsledek může ovlivnit počasí.
- Nižší rozlišení, ale bez manuální práce na poli.
- Často navázáno na odběr od určité osivařské firmy.
- **Výhoda:**
 - **materiál není znehodnocený a tudíž je možné měření opakovat bez ztráty výnosu.**
 - **cena dat již nezávisí na manuální práci, ale ceně SW.**

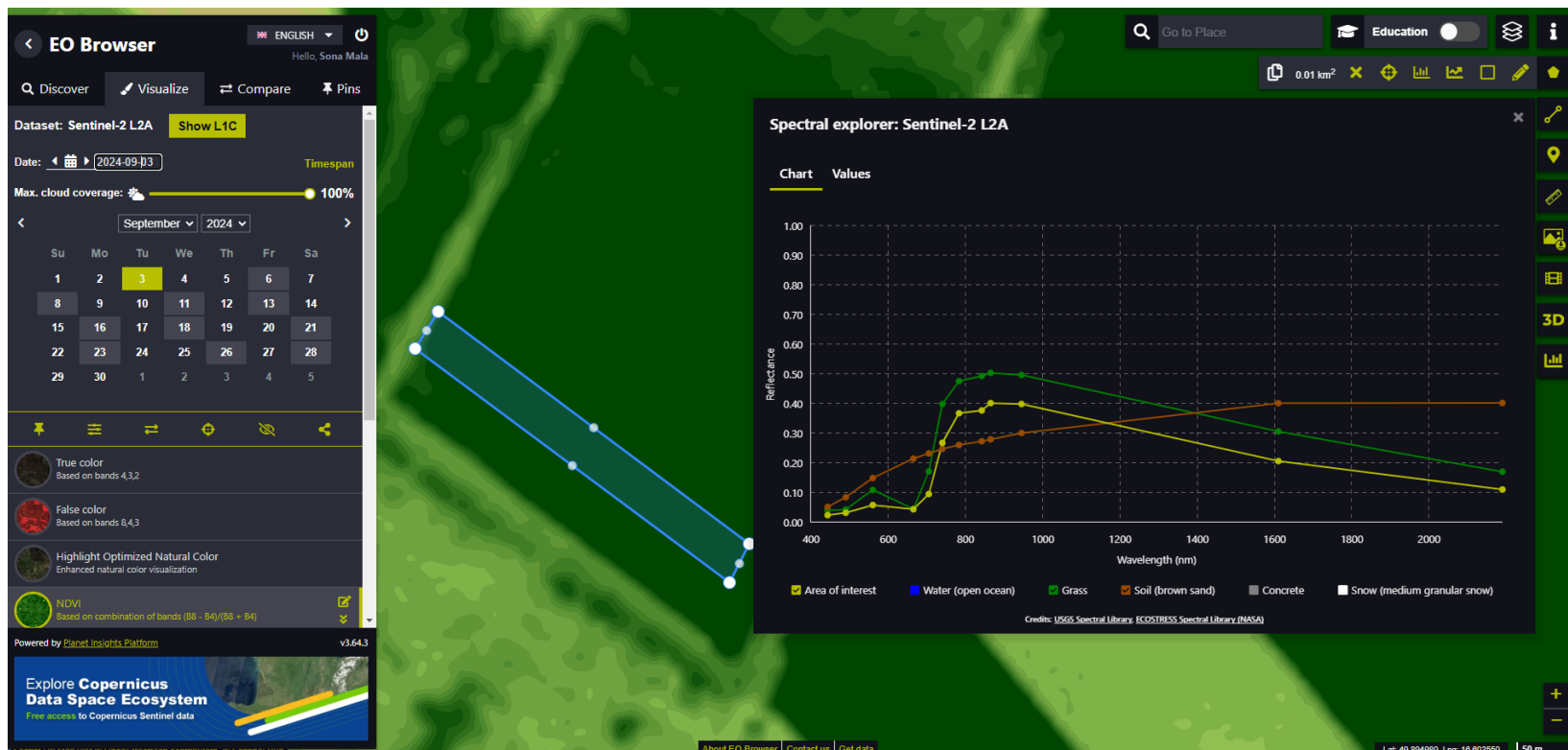


Vývoj porostu kukuřice zachycený satelitem



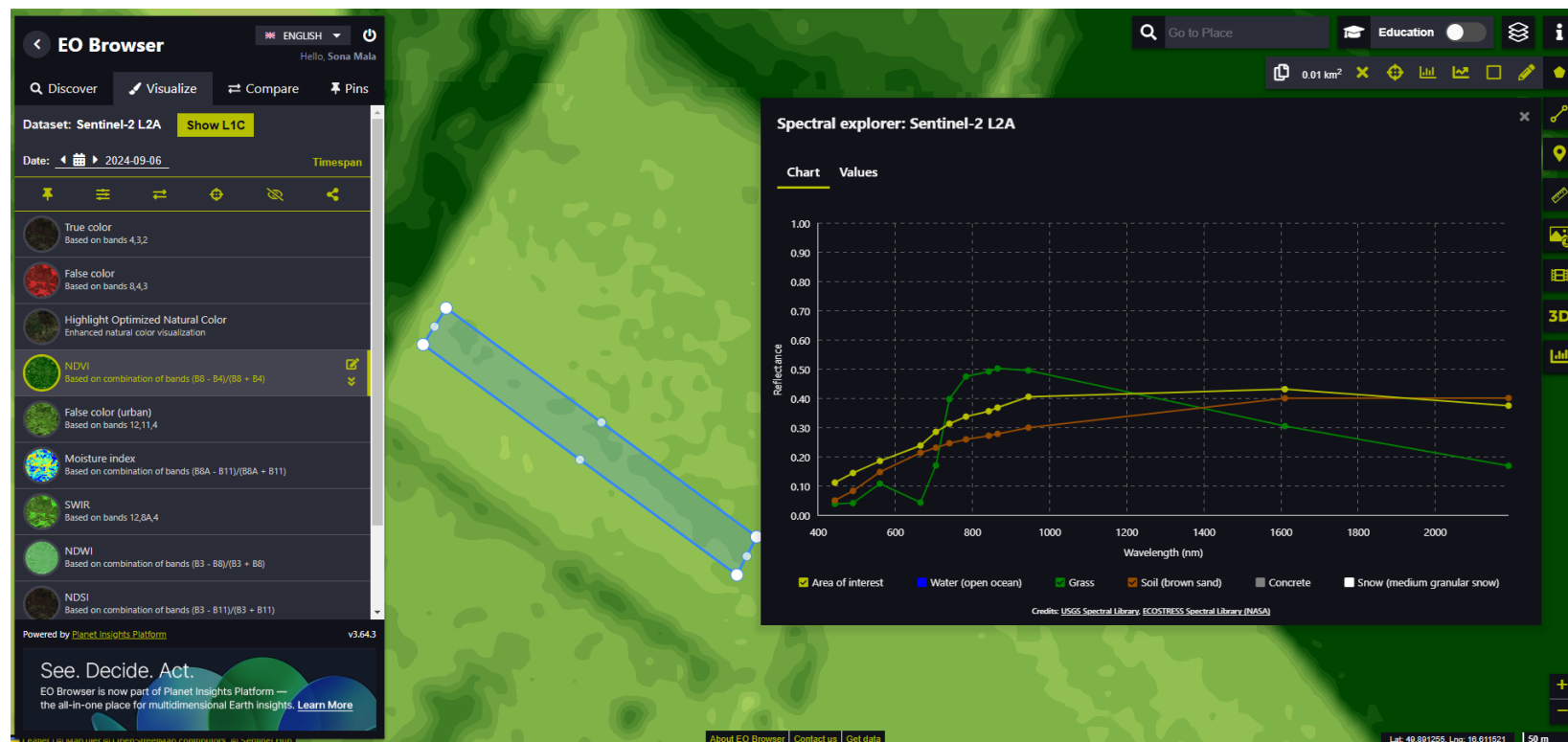
- Datum přeletu: 23.7.2024
- Vizualizace:
 - NDVI indexu
 - křivka odrazivosti pro snímané vlnové délky
- Poznámky:
 - Před nástupem tropických dní
 - Porost má křivku odrazivosti obdobnou jako zelená tráva

Vývoj porostu kukuřice zachycený satelitem



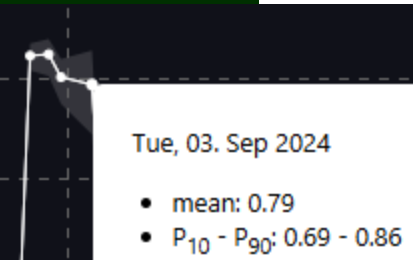
- Datum přeletu: 3.9.2024
- Vizualizace:
 - NDVI indexu
 - křivka odrazivosti pro snímané vlnové délky
- Poznámky:
 - Den před sklizní
 - Průběh křivky odrazivosti je totožný jako před měsícem, ale v nižších hodnotách odrazivosti
 - Kukuřice má výrazně vyšší sušinu okolo 40 %
 - **Není patrný rozdíl mezi hybridy a kvalitou porostu!**

Vývoj porostu kukuřice zachycený satelitem



- Datum přeletu: 6.9.2024
- Vizualizace:
 - NDVI indexu
 - křivka odrazivosti pro snímané vlnové délky
- Poznámky:
 - Den po sklizni
 - Aktuální křivka odrazivosti se proměnila, nyní má průběh jako zemina (červená barva)
 - Vidíme rozdíl v kvalitě půdy
 - Rozdíl koresponduje s kvalitou hybridů nasnímaných dronem.

Vývoj porostu kukuřice zachycený satelitem

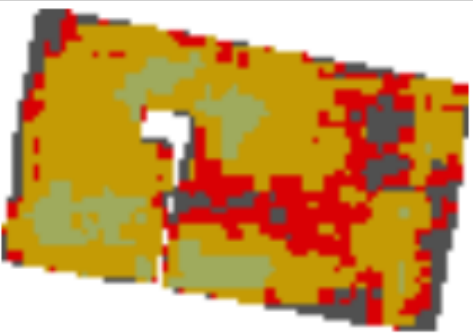
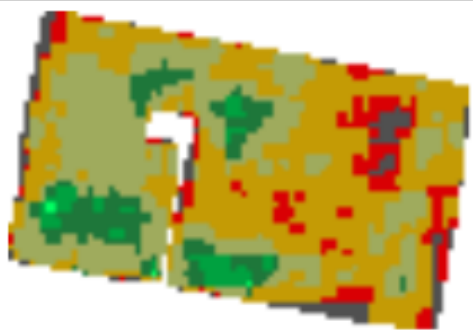


- NDVI za posledních 6 měsíců
- Vizualizace:
 - Průměrná hodnota NDVI z vybrané plochy k danému datu
 - Pro jednotlivé přelety dostupná statistika
- Poznámky:
 - Je vidět postupný nárůst hodnot od sklizně až na hodnotu NDVI 0,89 (výrazně mladý porost).
 - Postupný pád NDVI na hodnotu 0,79 (porost určený pro sklizeň - vyšší sušiny)
 - **Pokles o setinu značí nárůst sušiny o jednotku.**
 - Šedý pás okolo křivky značí zvyšující se heterogenitu pole.

Problémy satelitu v sezóně 2025



Vývoj porostu kukuřice zachycený satelitem

12.8.2025	16.8.2025	19.8.2025	Legenda
			- nad 60 % 55 - 60 % 45 - 55 % 36 - 45 % 32 - 36 % 28 - 32 % - pod 28 %
- Sklizňové okno se otevírá - Vážený průměr zeleného porostu 35,8 % - cca 60 % porostu v optimu pro sklizeň - cca 7 % porostu je nevyzrálý	- Sklizňové okno se uzavírá - Vážený průměr zeleného porostu 49,5 % - Na základě tropického počasí může rostlina zavadat, i když si uvnitř zachovává ještě vláhu. 80 % porostu se sušinou 45 a více %	- Sklizňové okno se uzavírá - Vážený průměr zeleného porostu 46,8 % - Počasí zřejmě pomohlo k regeneraci porostu. - Snímky ukázali čtyři lokality, které mají optimální sušinu.	Doporučení před sklizní: zkontrolovat vitalitu rostlin v černých nebo červených oblastech.

Stanovení sušiny porostu: dron

- **Využívá multispektrální snímač citlivý na 4 klíčové vlnové délky**
- Snímá **výrazně heterogenní materiál v přirozených podmínkách** a výsledek může ovlivnit počasí.
- Provede 100 měření na rostlinu.
- Emisní zatížení je srovnatelné s jakýmkoliv jiným elektronickým přístrojem v závislosti na zdroji elektrické energie.
- **Výhoda: materiál není znehodnocený a tudíž je možné měření opakovat bez ztráty výnosu**

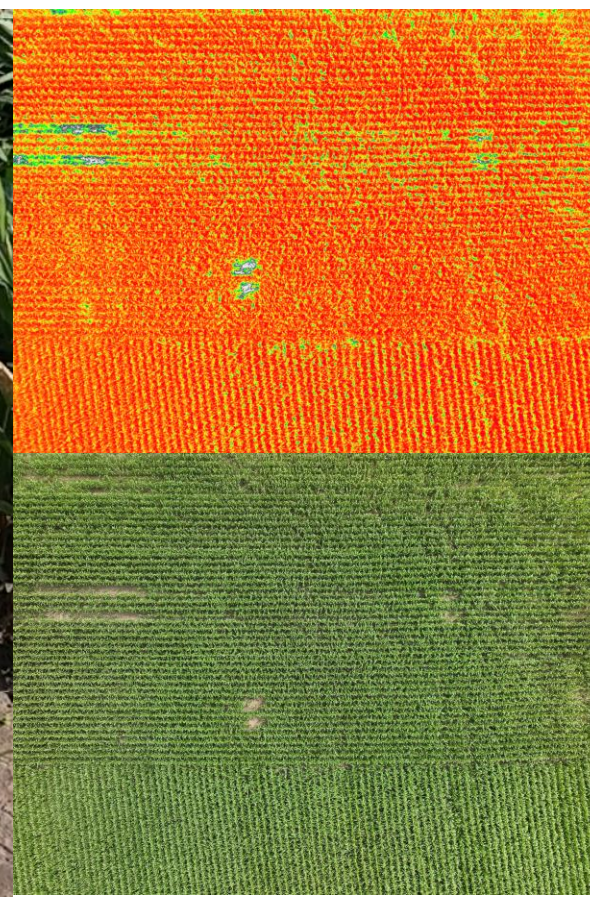
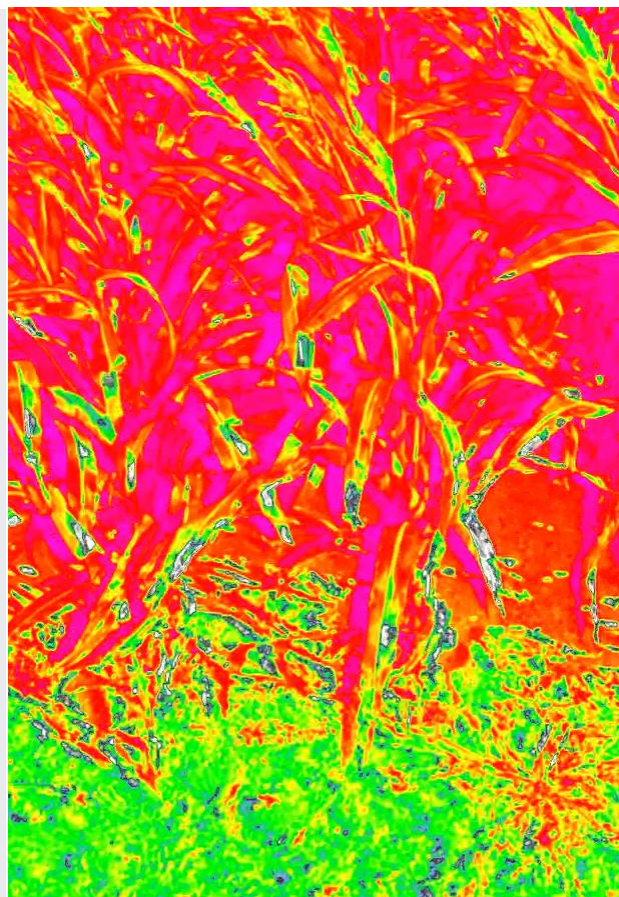
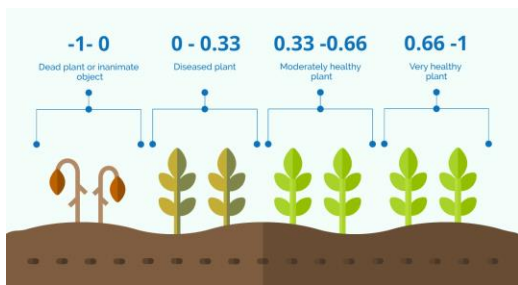
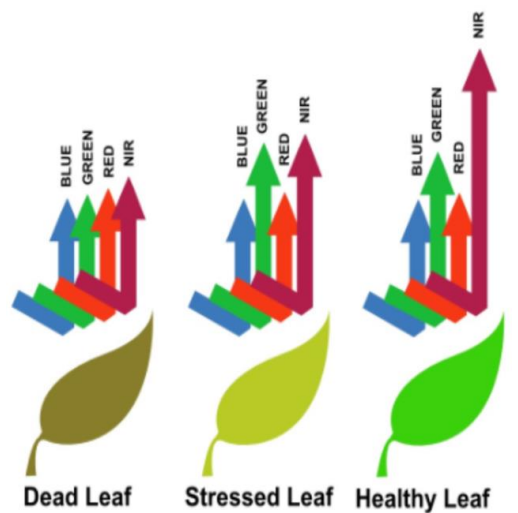


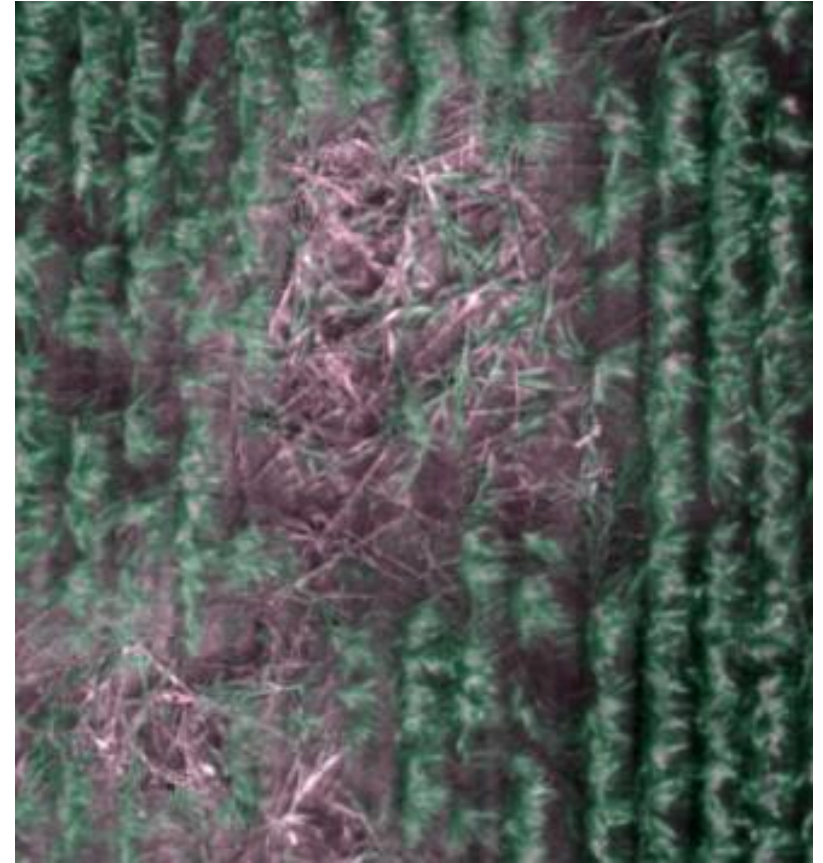
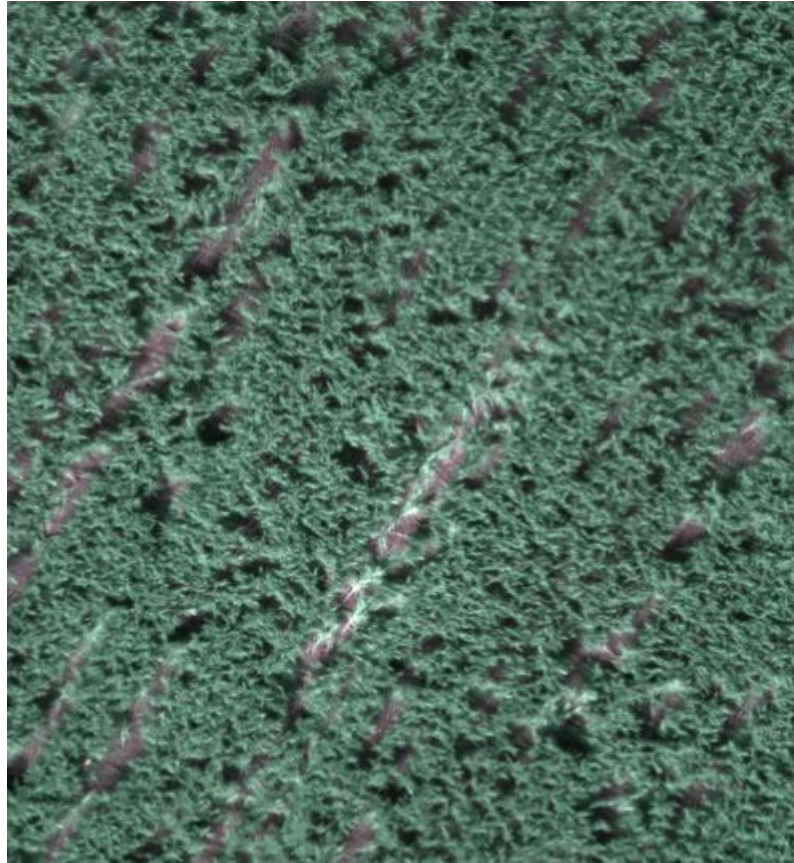
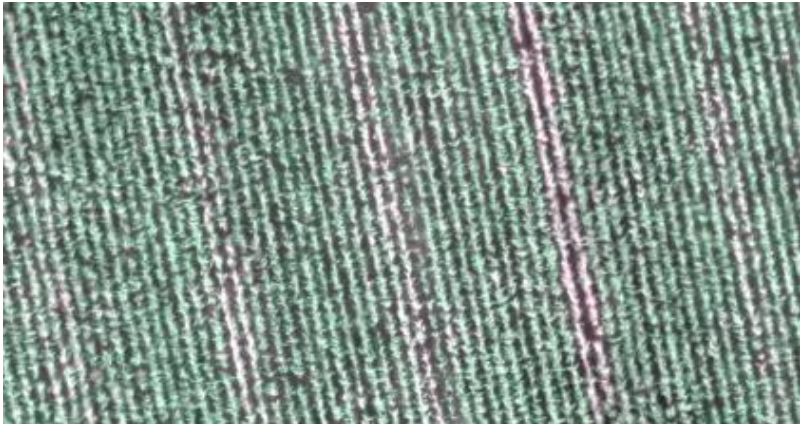
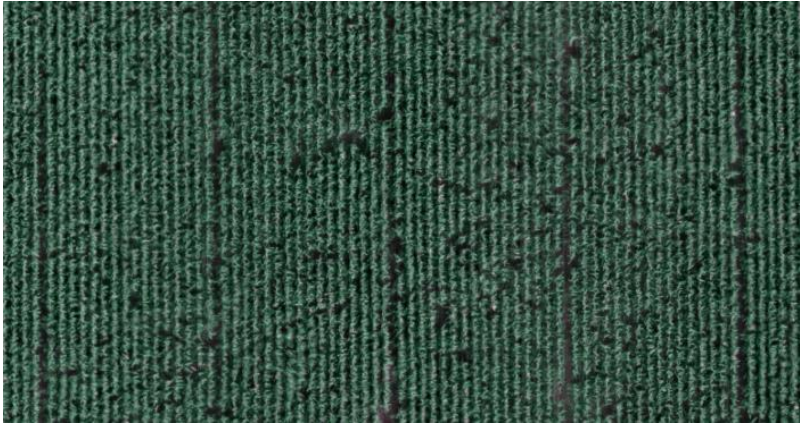
DJI Mavic 3M

- Kategorie UAV: C2
- Integrovaná RGB kamera
- Integrovaná multispektrální kamera:
 - NIR, 860 nm $\pm$ 26 nm
 - RedEdge, 730 nm $\pm$ 16 nm
 - Red, 650 nm $\pm$ 16 nm
 - Green, 560 nm $\pm$ 16 nm
- Doba letu: 40 min ~ 20 ha
 - stáří baterie,
 - výška letu,
 - povětrnostní podmínky



Co nám vlastně GNDVI / NDVI říká?

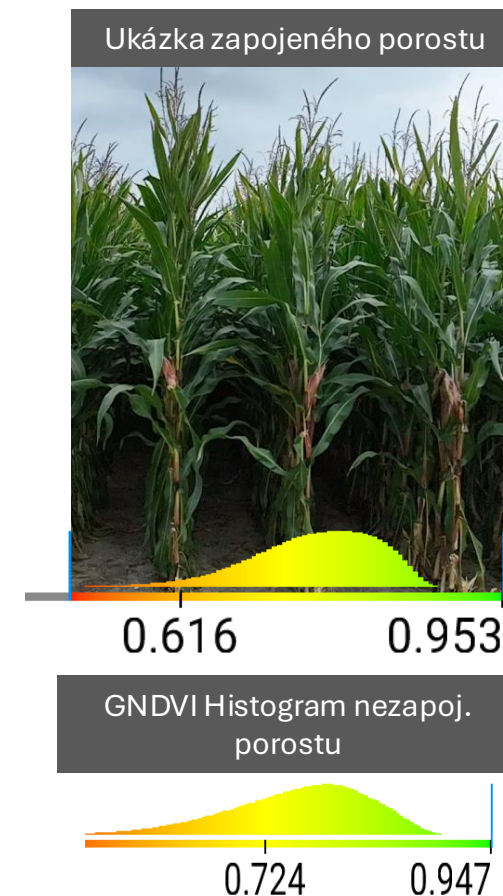




Dronem nalezené problémy v porostu kukuřice

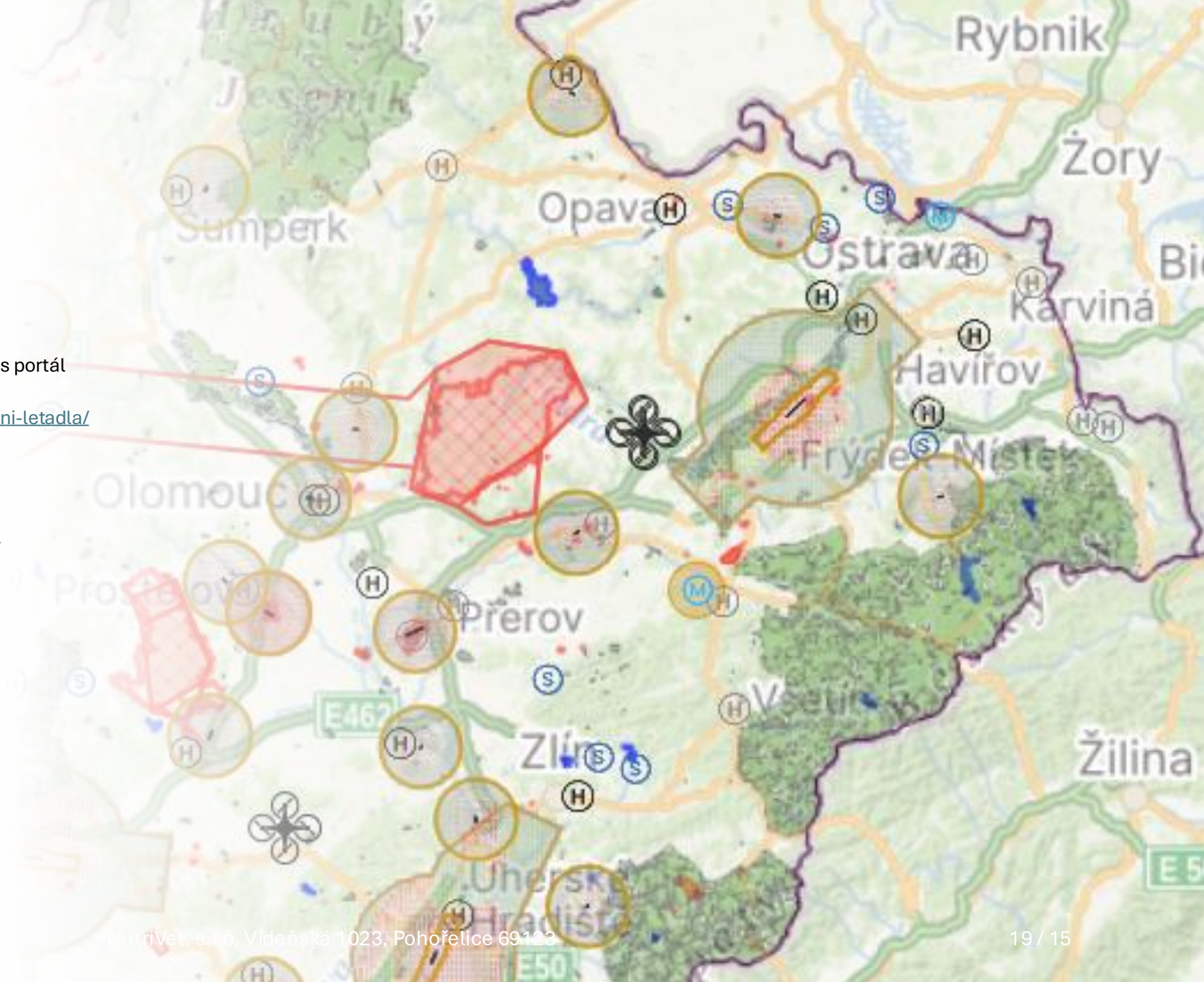
Co potřebujeme pro vhodné stanovení?

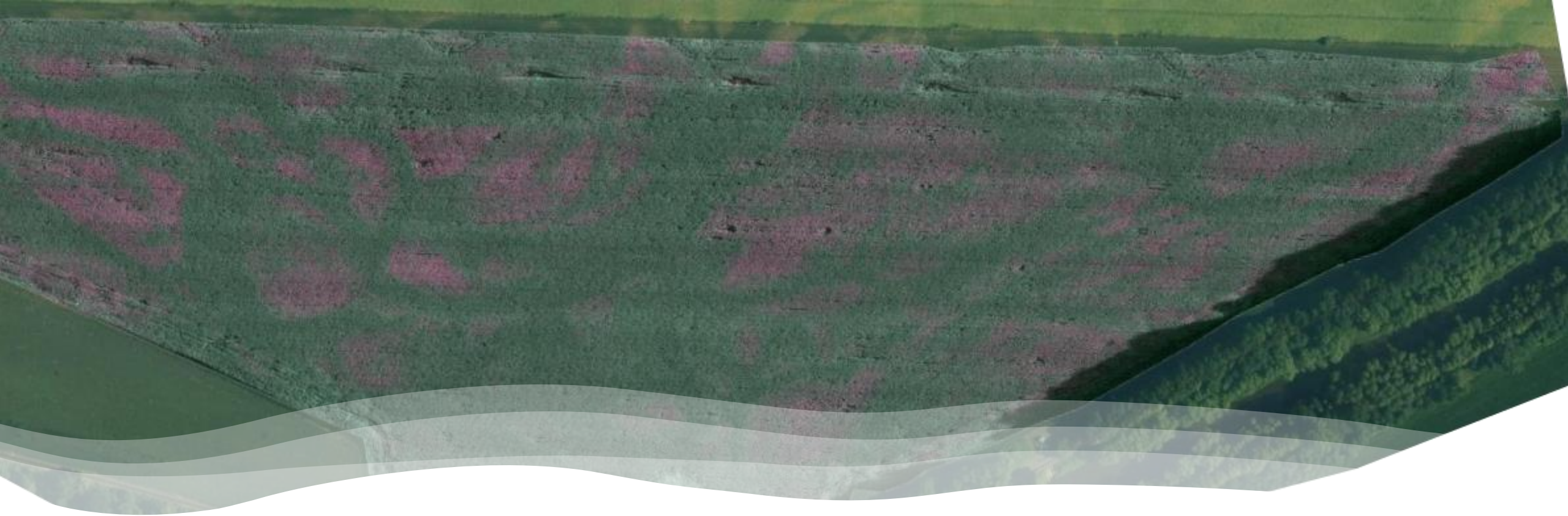
- Hranice pozemku (LPIS, KML, slovní popis, <https://geojson.io/>)
 - pro posouzení rizikovosti letu
 - pro vlastní nasnímán
- Stav porostu - zapojenost
 - Začít sledovat cca 3 týdny před předpokládanou dobou sklizně (listy se rozevřou)
 - Technologie je citlivá na nezapojený porost / nízký výnos => false positive
- Jméno hybridu
- Data pro zřízení účtu v RK Web
 - Název podniku, kontaktní osobu, email, telefonní číslo



Legislativa

- Povolení uděluje Úřad pro civilní letectví přes portál pilota:
 - <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/>
 - <https://letejtezodpovedne.cz/>
- Druhy licencí:
 - Open:
 - **A1/A3: do 150m od osídlení**
 - A2: do 30 m od osídlení
 - Specific:
 - **se zátěží nad 25 kg**
 - přelet nad shromážděním
 - Certified
 - nebezpečný náklad
 - drony s délkou 3m a více
- DronMap:
 - <https://dronemap.gov.cz/>





Zacílíme odběr vzorků

- Poznáte odkud vzít vzorky, aby byly časově porovnatelné a vypovídaly o porostu?
- Pamatujete si, kde jste vzali vzorky před týdnem?
- Jak se s heterogenitou pole vypořádat?
 - Opravdu to chcete? Máte na to nástroje / lidi?

Proč to všechno děláme?

**Nepřesná
doba sklizně**

**Ztráta hmoty a
kvality**

Nižší profit

Průměrné ztráty hmoty siláže:

- Dobře zpracována: **~5 %**,
- Špatné načasování: **~20 %**
- Občas se objeví: **~30 %**

Efektivita krmení:
3 až 4 mil. CZK/rok

Produkce mléka / methanu
5 až 6 mil/rok

Vhodná doba sklizně
~800 000 CZK/rok

Zdravější zvířata,
náklady na léčbu:
~700 000
CZK/rok

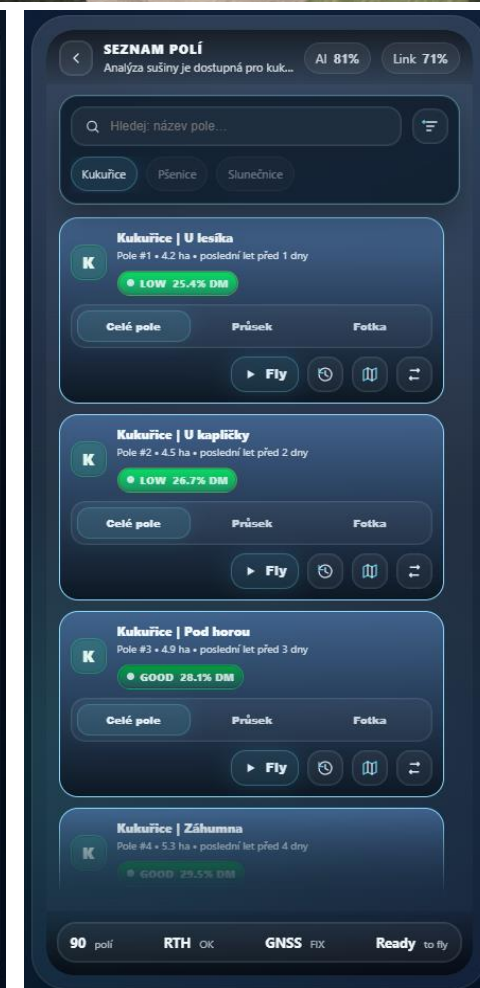
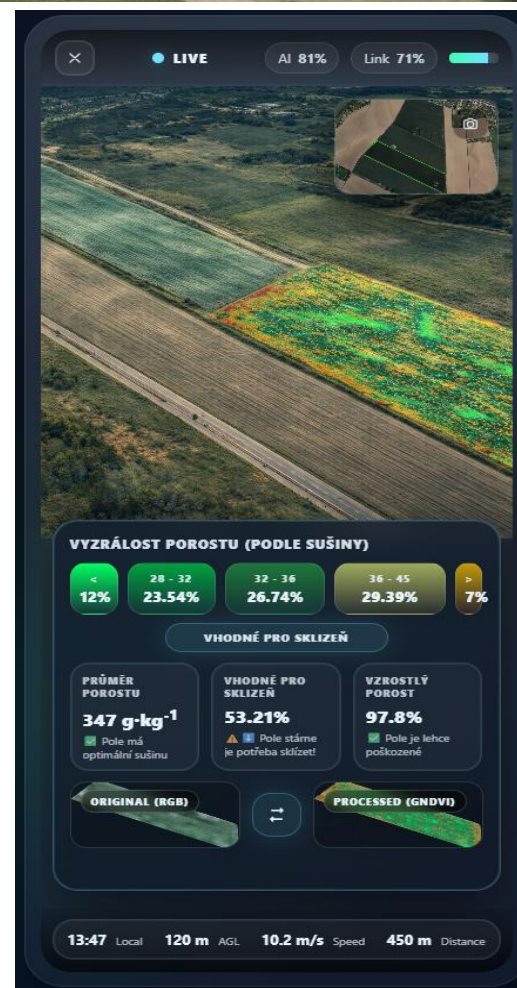
Roční obrat
9 až 12 mil. CZK/rok

Bioplynka (-20 %)

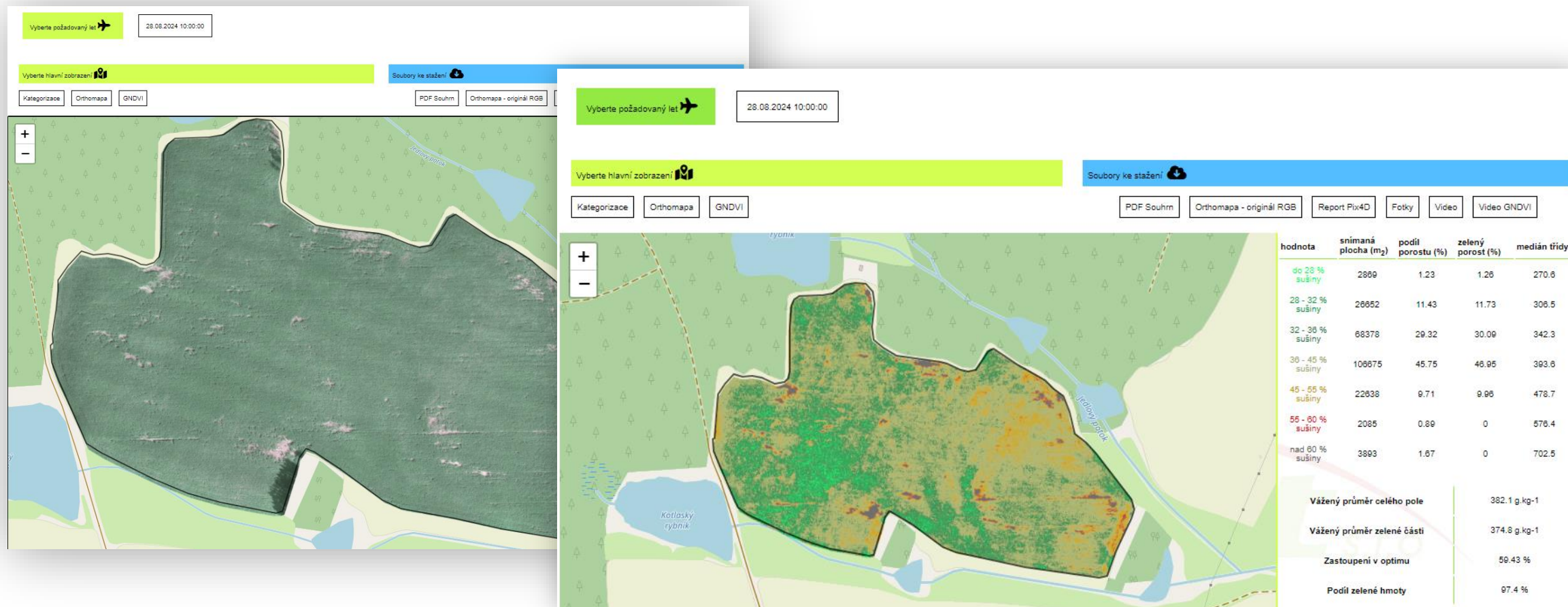
- Plánujete 15 000 t siláže
- Koupíte 3 000 t siláže
- Utratíte **144 000 €**

Co nabízí firma NutriVet v sezóně 2026?

- Monitoring pole:
 - tvorba map (originál 3cm / pixel až jednotky GB)
 - tvorba aplikačních map (dávkování dle domluvy)
 - Kategorizace pole:
 - stanovení podílů pole podle obsahu sušiny
 - procento v optimální sušiny z celé plochy porostu
 - procento mimo optimální sušiny z celé plochy porostu
 - mapování rizikových oblastí pro sklizeň
 - tvorba map vegetačních indexů
- Odhad doby sklizně
 - Otevřené / Uzavřené sklizňové okno - podíl pole v optimu
 - Predikce vývoje sušiny na 3 až 6 dnů dopředu - optimum poroste, bude klesat
 - Přesné stanovení vývoje sušiny na poli - minimálně 3 měření v cca týdenním rozestupu
- Přehledná statistika z minulých let na rk.nutrivet.cz
- Tvorba křivek pro stanovení obsahu sušiny porostů kukuřice v dané lokalitě (dlouhodobá spolupráce – min. 3 roky)
- Kontrolní stanovení obsahu sušiny laboratorně
- Mobilní aplikaci pro dron DJI Mavic 3M (real time)



Výsledky z dronu: RK Web



Výsledky z dronu: PDF



Srovnání vývoje porostu kukuřice na poli

Datum letu: 28.8.2024

Pro srovnání uvádíme stanovení sušiny podle 2 indexů:

- **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) - počítá se z odrazivosti červeného a NIR spektra. **Určuje zdravotní stav rostliny.**
- **GNDVI** (Green Normalized Difference Vegetation Index) - počítá se z odrazivosti zeleného a NIR spektra. **Určuje aktivitu chlorofylů** (kvalita fotosyntézy -> obsah vody, n-látek).

Hybridy	Lokalita	Datum měření	Sušina dle NDVI (%)	Sušina dle GNDVI (%)	Sušina (%) stanovená ze vzorku 5 po sobě jdoucích rostlin	Navrhované pořadí sklizně dle stavu porostu
			průměr	průměr	Laboratorně	
		28.8.2024	38,89	39,54	36,26	2
		28.8.2024	44,17	44,34	34,69	1

Výsledky z dronu: PDF



Srovnání vývoje porostu kukuřice na poli

Datum letu: 28.8.2024



Doporučujeme začít se sklizní. Pouze 1 % pole má sušinu na hranici 28 %. Odebrané klasy ukončují mléčnou zralost, může chybět energie v siláži. Asi 45 % porostu přechází do lehce vyšších sušin. Porost je kompaktní, černá barva značí poničený porost, zlámaná kukuřice (cca 2,5 % plochy pole).

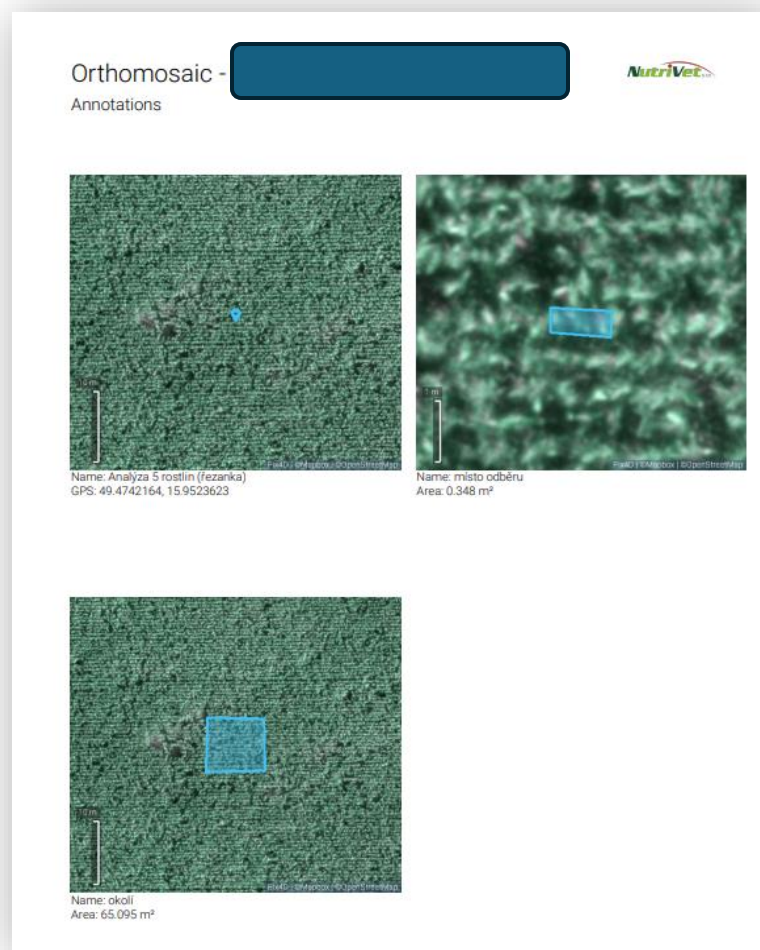
Tabulkový vývoj porostu za 3 až 6 dnů dle počasí (*): sklizňové okno se začíná uzavírat - pokles porostu v optimu pro silážování na 44,39 %, porost se sušinou do 28 % prakticky chybí, nárůst sušin nad 45 % je významný cca 14 % porostu. S mírným rizikem je možné nechat zrno dozrát.

(*) Výpočet počítá s konstantním nárůstem sušiny o 3procentní body na celé ploše snímaného povrchu (tabulkový nárůst sušiny je 0,5 až 1procentní bod za den).

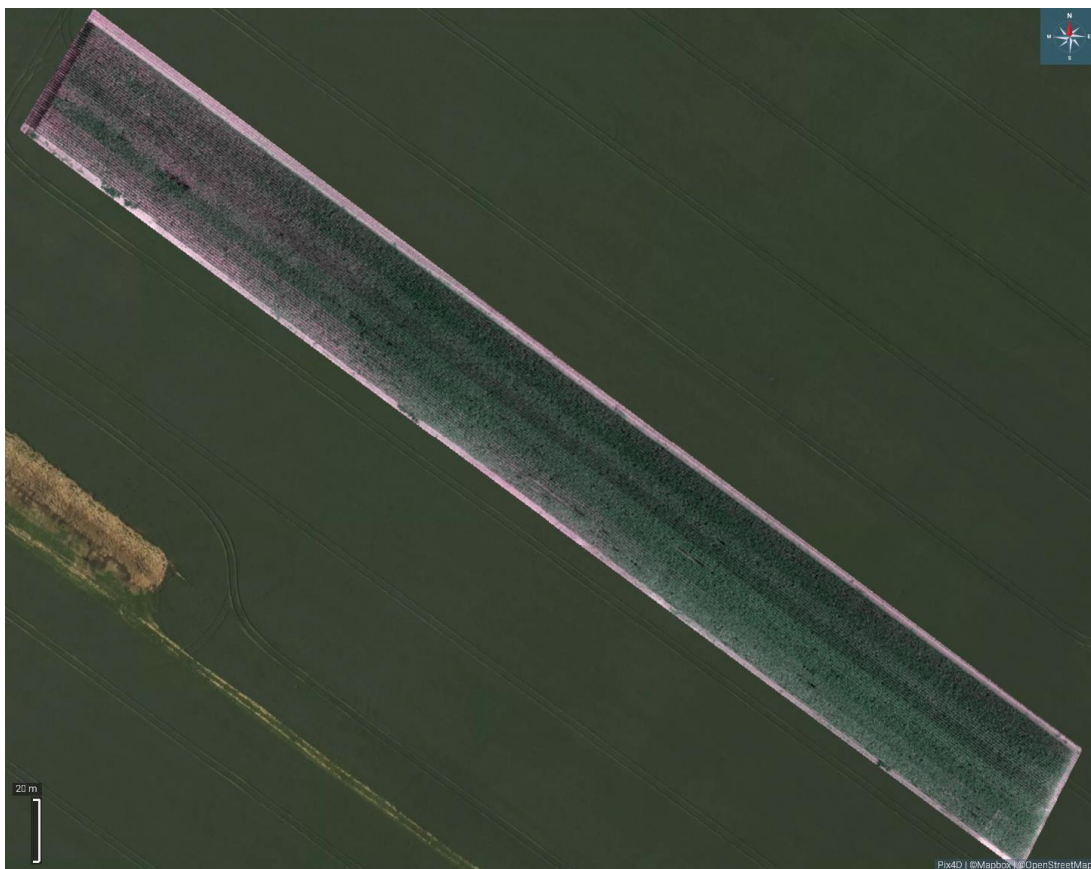
Aktuální stav pole dle GNDVI				
Třídy sušiny	Počet zón 1x1m	Snímaná plocha	Zelená Plocha	Sušina – medián
	m ²	%	%	%
do 28	2869	1,23	1,26	27,06
28 - 32	26652	11,43	11,73	30,65
32 - 36	68378	29,32	30,09	34,23
36 - 45	106675	45,75	46,95	39,36
45 - 55	22638	9,71	9,97	47,87
55 - 60	2085	0,89	na	57,64
60+	3893	1,67	na	70,25
Součty	233190	100,00	100,00	
Zelená Plocha	97,44		Vážený průměr skupin:	38,21
Podíl pole v sušině 30 až 39:	59,43		Vážený průměr skupin zel. plochy:	37,49

Porovnání sušiny dle indexů s laboratorní analýzou					
	NDVI	GNDVI	Celá rostlina	Zelená část	Zrno
5 rostlin (řezanka)	35,74	34,94	36,26	NA	NA

Výsledky z dronu: PDF



Srovnání hybridů kukuřice pro siláž dronem



Hybrid	Sušiny (%)	Škrob (%)	N-látky (%)	Produkce mléka
	GNDVI	NDVI	NDVI	Náš cíl
Pole	46,3	47,1	6,4	
A	43,7	45,7	6,6	
B	43,3	39,9	7,1	
C	49,7	48,7	6,3	
D	45,1	45,5	6,6	
E	45,3	47,2	6,8	
F	38,9	36,5	7,6	
G	49,1	53,5	6,0	
H	58,1	68,5	4,9	

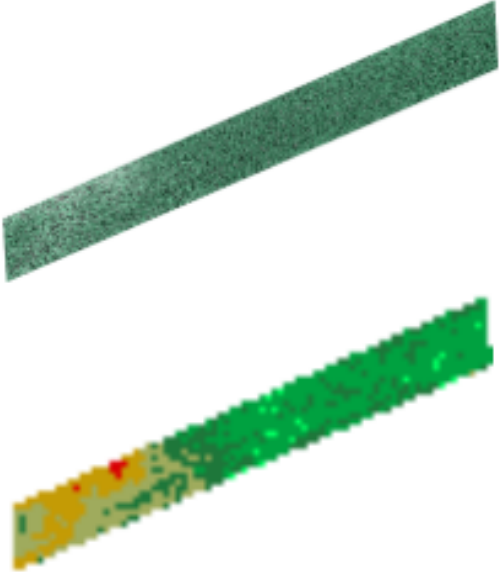
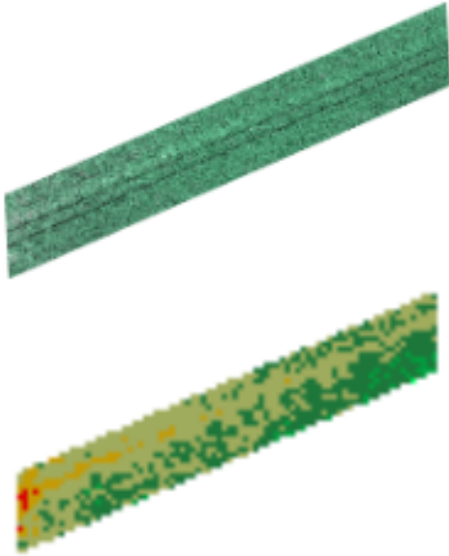
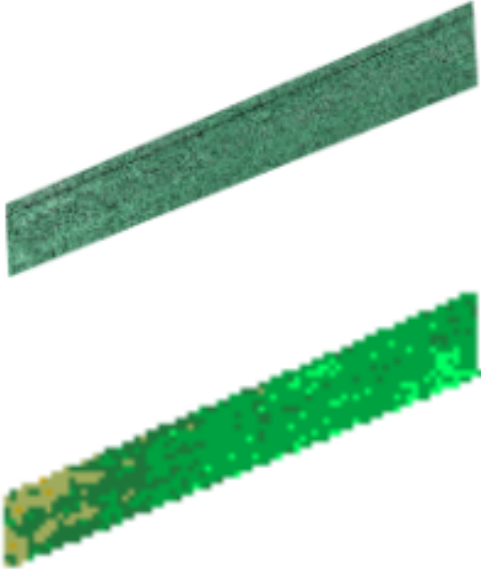
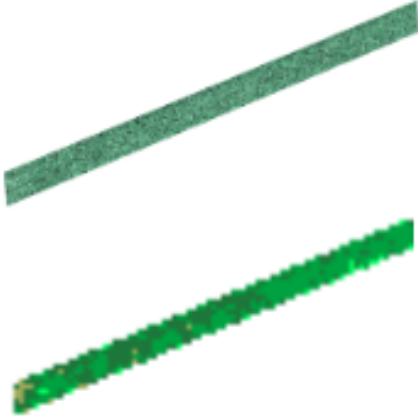
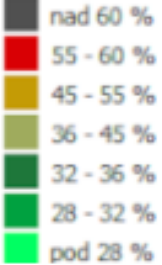
- Laboratorní výsledky uvádím pouze v průměru. Jinak jsou neporovnatelné.** Analýza pouze 4x15 rostlin z přibližné lokality. Obsah škrobu v zrna byl od 60 do 72 %. Obsah sušiny zelené hmoty od 30 do 36,5 %. Obsah sušiny zrna byl okolo 63,5 %. Podíl hmotnosti klasu vůči hmotnosti zrna 1:1. **Výsledná sušina řádově 48 %.**
- Datum odběru:** 5.9.2024, Podhůří Orlických hor.
- GNDVI, NDVI jsou průměrné hodnoty z celé plochy osevu daným hybridem.** Stanovení obsahu škrobu a N-látek na základě NDVI má menší statistickou odchylku než na základě GNDVI indexu.



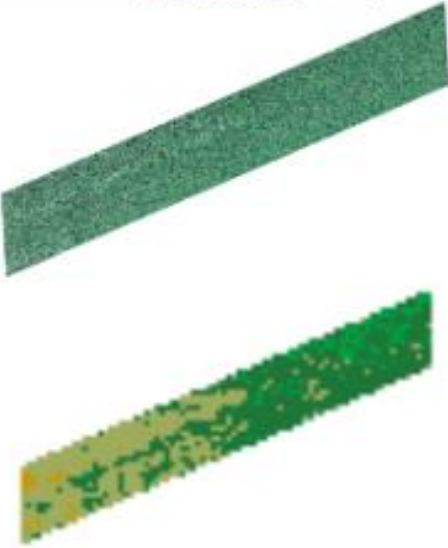
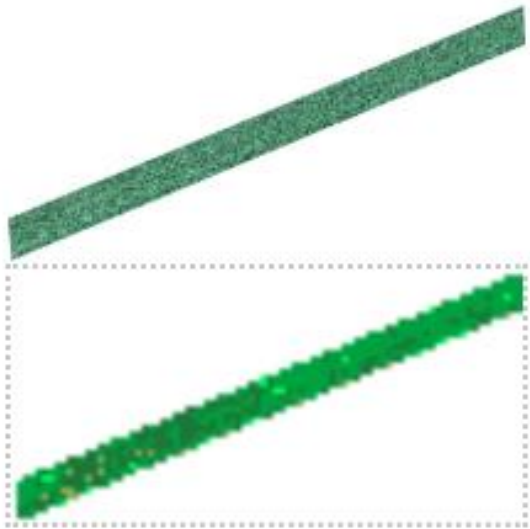
Srovnání hybridů kukuřice pro siláž

- Doporučení výsevu pro výběr hybridů na příští rok
 - Maloparcelní výsev
 - Reálné podmínky, výběr heterogenního pole
 - Příprava na variabilní setí (různá hustota výsevu / výnosové mapy / podkladu)
 - Experimentování s FAO – pozor na sklizeň v jeden den (nedozrálý / přezrálý)
 - Opakování
- Sledované parametry
 - Kvalita klasů: hmotnost, sušina, obsah škrobu
 - Kvalita zelené části: hmotnost, sušina, vláknina, NDF, OH, sNDF, sOH
 - Stabilní výnos v různých podmínkách

Srovnání hybridů kukuřice pro siláž

H1 bez hydrogelu (1AF)	H2 bez hydrogelu (3AF)	H3 bez hydrogelu (5AF)	H4 bez hydrogelu (7AF)	Legenda
				 - nad 60 % 55 - 60 % 45 - 55 % 36 - 45 % 32 - 36 % 28 - 32 % - pod 28 %
Průměr pole: 34,46 %	Průměr pole: 37,52 %	Průměr pole: 32,04 %	Průměr pole: 32,06 %	34,02 %
Vážený průměr zelené části: 35,0 %	Vážený průměr zelené části: 37,46 %	Vážený průměr zelené části: 31,71 %	Vážený průměr zelené části: 31,52 %	33,92 %
Zastoupení v optimu: 53,37 %	Zastoupení v optimu: 64,44 %	Zastoupení v optimu: 58,9 %	Zastoupení v optimu: 65,27 %	60,49 %
Podíl zelené hmoty: 99,1 %	Podíl zelené hmoty: 99,5 %	Podíl zelené hmoty: 100 %	Podíl zelené hmoty: 100 %	99,65 %

Srovnání hybridů kukuřice pro siláž

H1 s <u>hydrogelu</u> (2HG)	H2 s <u>hydrogelu</u> (4HG)	H3 s <u>hydrogelu</u> (6HG)	H4 s <u>hydrogelu</u> (7HG)	Legenda
				nad 60 % 55 - 60 % 45 - 55 % 36 - 45 % 32 - 36 % 28 - 32 % pod 28 %
Průměr pole: 36,02 %	Průměr pole: 33,20 %	Průměr pole: 32,18 %	Průměr pole: 31,90 %	33,33 %
Vážený průměr zelené části: 35,82 %	Vážený průměr zelené části: 32,82 %	Vážený průměr zelené části: 31,66 %	Vážený průměr zelené části: 31,29 %	32,90 %
Zastoupení v optimu: 72,99 %	Zastoupení v optimu: 73,24 %	Zastoupení v optimu: 62,13 %	Zastoupení v optimu: 63,29 %	67,92 %
Podíl zelené hmoty: 100 %	Podíl zelené hmoty: 100 %	Podíl zelené hmoty: 100 %	Podíl zelené hmoty: 99,8 %	99,95 %

Aplikace dronem





Děkuji Vám za pozornost

Ing. Soňa Malá

Tel.: +420728350498

Email: dron@nutrivet.cz

NutriVet^{s.r.o}



Reference

- K tvorbě map využít software:
 - DronView
 - Pix4DFields
 - QGIS
 - EO Browser - <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
- Použité fotografie jsou z archívu firmy NutriVet, s.r.o.
- Obrázky ze slajdu č. 12, vysvětlující hodnotu NDVI převzaty z:
 - Vegetation indices and their interpretation: NDVI, GNDVI, MSAVI2, NDRE, and NDWI – Auravant [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: <https://www.auravant.com/en/articles/precision-agriculture/vegetation-indices-and-their-interpretation-ndvi-gndvi-msavi2-ndre-and-ndwi/>
 - Využití NDVI | VOXCAFE - internet full service [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: <https://www.voxcafe.cz/mindblog/clanky/drony/vyuziti-ndvi.html>