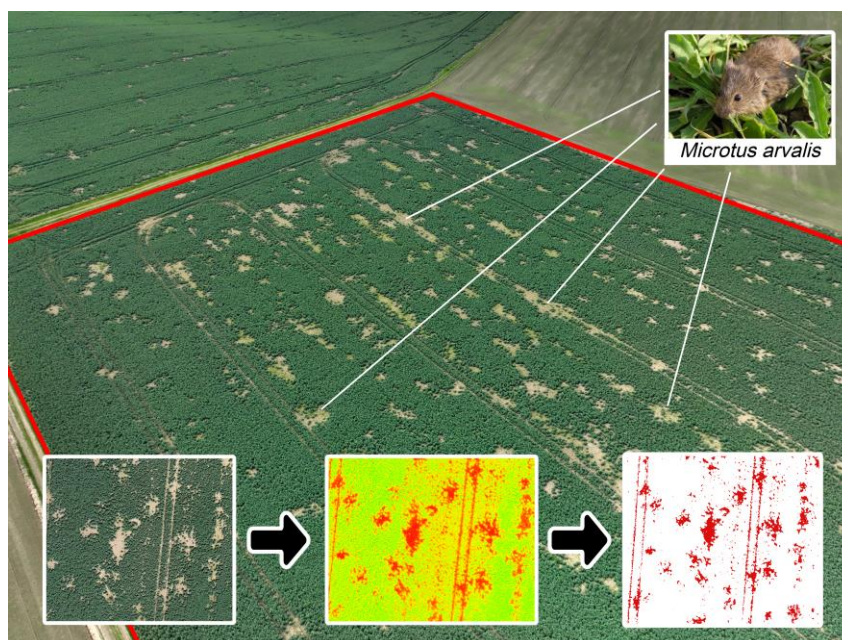


Ověřená technologie (Z_{tech})



Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země

Elbl J., Lukas V., Kaplánek T., Kintl A., Sobotková J., Kouřil J.

Výstup z projektu „Interní grantové agentury MENDELU IGA24-AF-IP-055 „Detekce poškození porostů zemědělských plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) metodami dálkového průzkumu Země“

Technická dokumentace výsledku

(popis technologie včetně protokolu o způsobu a vlastním testování ověřené technologie)

Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země

Z_{tech} – Ověřená technologie

Jakub Elbl, Vojtěch Lukas, Tomáš Kaplánek, Antonín Kintl,
Julie Sobotková, Jiří Kouřil

2024

Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země

Cílem ověřené technologie je popsat a ověřit postupy plošného vymezení poškození porostu polních plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) s využitím metod dálkového průzkumu Země – bezpilotního snímkování pomocí dronů a družicového monitoringu. Ověřená technologie zahrnuje popis postupu sběru dat s využitím bezpilotních prostředků a družicových dat, zpracování obrazových dat v GIS do podoby ortomozaik a rozhodovací kritéria vymezení poškozených ploch hrabošem. Uvedené postupy byly ověřeny v zemědělské společnosti SALIX MORAVA s.r.o.

Assessment of Crop Damage by Common Vole Using Remote Sensing Technologies

The goal of the verified technology is to describe and validate methods for the spatial delineation of crop damage caused by the common vole (*Microtus arvalis*) using remote sensing techniques—specifically, drone-based imaging and satellite monitoring. The verified technology includes a description of data collection procedures using unmanned aerial vehicles and satellite imaging, the processing of image data in GIS to create orthomosaics, and decision-making criteria for identifying vole-damaged areas. These methods were tested and verified in collaboration with the agricultural company SALIX MORAVA s.r.o.

Ověřená technologie je výsledkem řešení výzkumného projektu Interní grantové agentury MENDELU IGA24-AF-IP-055 „Detekce poškození porostů zemědělských plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) metodami dálkového průzkumu Země“

Autorský kolektiv:

Ing. Jakub Elbl, Ph.D. – JTZE Horní Moštěnice s.r.o., Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice;
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

doc. Vojtěch Lukas, Ph.D. – Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

Ing. Tomáš Kaplánek – Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

Ing. Antonín Kintl, Ph.D. – Zemědělský výzkum, spol. s.r.o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko

Ing. Julie Sobotková – Zemědělský výzkum, spol. s.r.o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko

Ing. Jiří Kouřil – JTZE Horní Moštěnice s.r.o., Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice



Technická dokumentace výsledku

(popis technologie včetně protokolu o způsobu a vlastním testování ověřené technologie)

© Mendelova univerzita v Brně, 2025

I. Úvod

Hraboš polní (*Microtus arvalis*) patří mezi významné škůdce zemědělských plodin. Ve vrcholných letech může početnost populace dosáhnout více než dvou tisíc jedinců na hektar. V době populační exploze způsobují značné hospodářské škody na zemědělských plodinách. Například škody způsobené hraboši v ČR v roce 2019 byly odhadnuty na více než 1,65 miliard Kč (Aulický et al., 2022). V posledních letech při hodnocení jeho výskytu a vlivu na poškození zemědělských plodin na orné půdě byl využíván především terénní výzkum, který si kladl za cíl hodnotit počet aktivních nor na jeden hektar. Dle rostlinolékařského portálu ÚKZUZ jsou prahy jeho škodlivosti následující:

- 50 aktivních východů z nor na 1 ha ve všech plodinách na jaře (tj. od 1.3. do 31.5.)
- 200 aktivních východů z nor na 1 ha ve všech plodinách v létě (tj. od 1.6. do 31.8.)
- 200 aktivních východů z nor na 1 ha v jednoletých plodinách na podzim (tj. od 1.9 do 28.2.)
- 400 aktivních východů z nor na 1 ha ve dvouletých a starších plodinách na podzim (tj. od 1.9. do 28.2.)

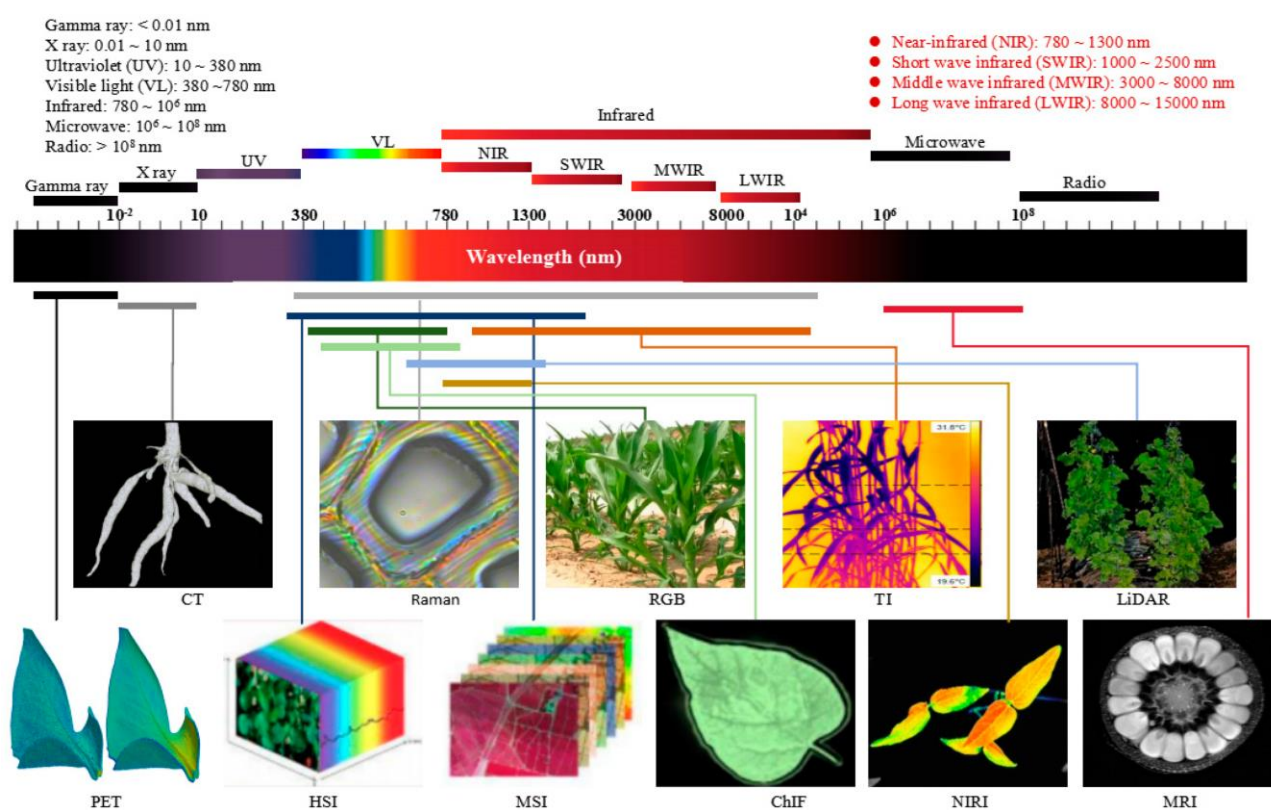
Uvedený postup je vhodný ke zjištění přítomnosti hraboše polního v konkrétní oblasti, dále může být využit k hodnocení dynamiky vývoje jeho populace. Naopak z hlediska dopadu na poškození zemědělských plodin neposkytuje přímou informaci pro plošné vymezení škod. Pro tyto účely se nabízí metody dálkového průzkumu Země (DPZ), které umožňují přesnou identifikaci poškozených ploch a jejich plošné vymezení. V současnosti jsou nejvíce využívány technologie dálkově pilotovaných prostředků – dronů (UAV – unmanned aerial vehicle) a družicové systémy určeny pro pozorování Země.

Předpokládané přínosy využití technologií DPZ jsou ve snížení náročnosti a zvýšení přesnosti vymezení poškozených ploch zemědělských plodin s následným využitím pro účely podpory agronomického rozhodování při hospodaření na takto postižených plochách. Uživatel ověřené technologie, tak získává odpověď nejen na otázku, jaká výměra plodin je poškozená, ale zároveň získává podklady k rozhodování o zapravení či obnovy poškozeného porostu, zpřesnění místa aplikace rodenticidů nebo podklady pro cílené aplikace postřikových látek (hnojiva, přípravky na ochranu rostlin).

II. LITERÁRNÍ PŘEHLED K DANÉ PROBLEMATICE

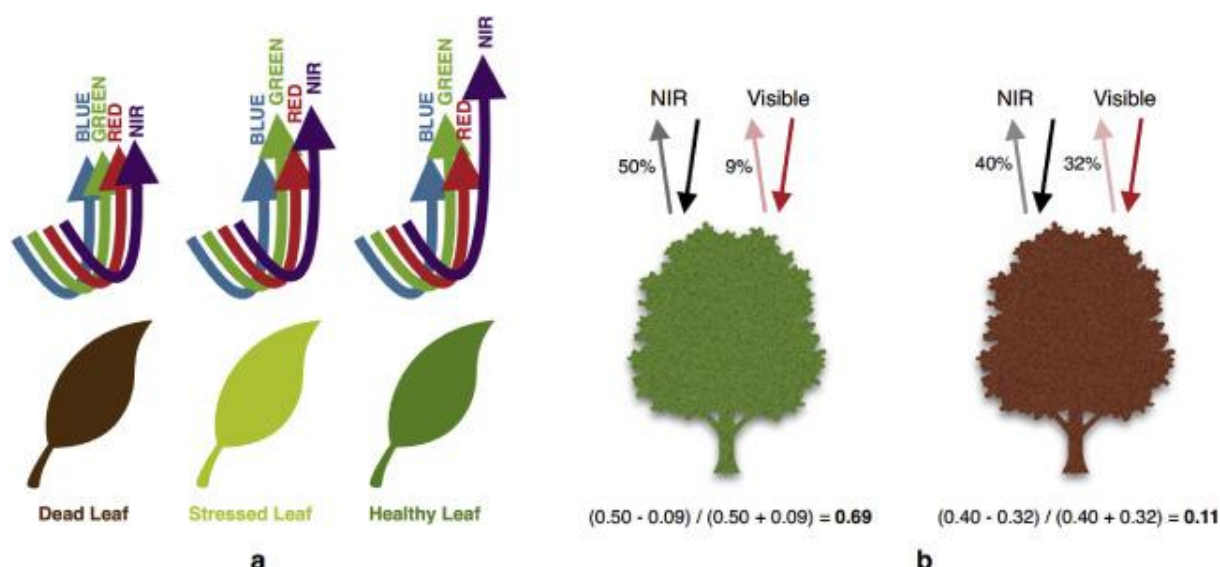
1. Dálkový průzkum země a hodnocení heterogenity porostu

Dálkový průzkum Země zahrnuje metody využitelné pro zjištění informací o stavu porostu a půdy na základě měření spektrální odrazivosti jejich povrchu. Tyto informace pak mohou být využity k hodnocení lokalit o různé rozloze a členění (Lukas et al., 2011; Kroulík et al., 2019). Mezi základní technologické prostředky, které v posledních desetiletích prošly významným vývojem a využitím v zemědělství, se řadí UAV a družicové systémy. Například družicové systémy dokázaly zvýšit svoji prostorovou přesnost (rozlišení) z pixelu o velikosti v desítkách metrů na jednotky metrů (Heege, 2018; Kroulík et al., 2019).



Obr. 1 : Dělení spektrálních pásem a různé zobrazovací techniky (MSI = multispektrální zobrazování, HSI = hyperspektrální zobrazování) (Zhang et al., 2024).

Technologie DPZ využívají optické senzory snímající elektromagnetickou odezvu různých materiálů. V závislosti na používané frekvenci nebo vlnové délce mohou být elektromagnetické vlny odráženy, absorbovány nebo přenášeny skrz různé materiály (Zhang et al., 2024). Data získaná ze senzorů upevněných na UAV či družicích mohou být v případě rostlinné biomasy využita k výpočtu spektrální odrazivosti porostů, která může být kvantifikována za využití vegetačních indexů (Neudert et al., 2015; Lukas et al., 2016).



Obr. 2 : Princip výpočtu a interpretace vegetačních indexů (Evangelides & Nobajas, 2020; Weier & Herring, 2020).

Monitoring vlivu škůdců na zemědělské plodiny je založen na principu, kdy dochází k poškození porostu, které má za následek změny ve spektrální odrazivosti a tyto změny se projevují v hodnotách vegetačních (spektrálních) indexů (Obr. 2). Princip měření je založen na skutečnosti, že existuje značný rozdíl v odrazivosti elektromagnetického záření snímané senzorem (například multispektrální kamerou) mezi holou půdou a půdou, na které se vyskytují rostliny.

Tento postup detailně popisuje Evangelides & Nobajas (2020), kteří ve své práci k danému schématu (Obr. 2) uvádějí, že zdravá /nestresovaná/ vegetace odráží více NIR záření ve srovnání se stresovanou vegetací. Ještě nižší hodnoty odrazivosti NIR vykazují rostliny ve zralosti či v suchém stavu. A právě tyto rozdíly jsou využívány k odlišení vegetace od okolí a určení zdravotního stavu rostlin. Tento princip platí jak pro měření na úrovni listu tak na úrovni porostu. Tento přístup byl použit i v předkládané ověřené technologii, ve které se vycházelo z rozdílné reflektance mezi půdou bez rostlin a rostlinnou hmotou, případně poškozenou rostlinou hmotou (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

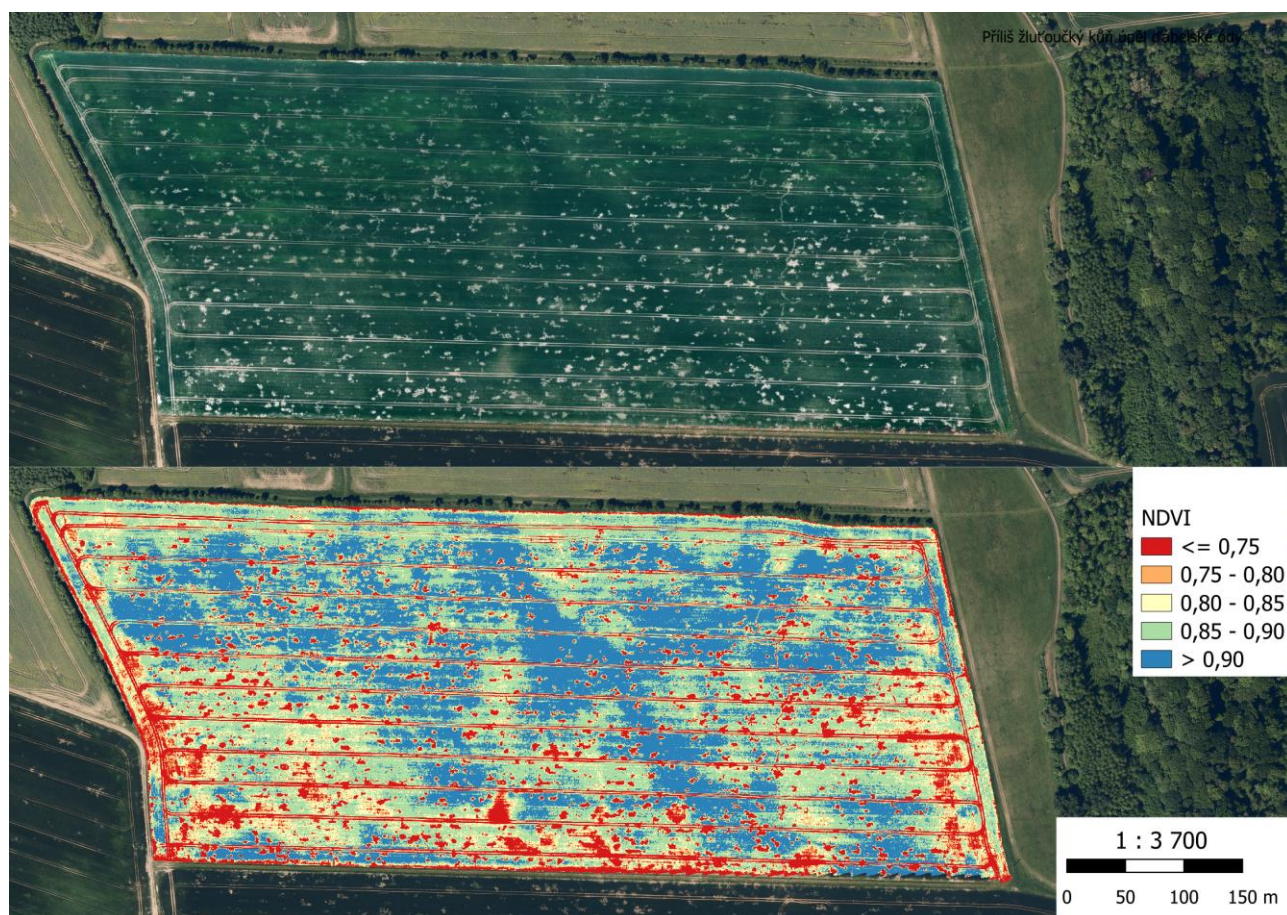
2. Hraboš polní

Hraboš polní (*Microtus arvalis*, Pallas, 1778) z čeledi křečkovitých (*Cricetidae*) je jedním z nejčastějších škůdců mezi hlodavci, kteří se vyskytují na většině území Evropy, včetně České republiky (ČR). Tento druh preferuje suchá otevřená stanoviště s vegetačním pokryvem. Jako býložravec osídluje především zemědělskou krajinu, kde žije na polích, loukách, úhorech a v přechodových zónách, jako jsou břehy potoků, příkopy nebo železniční násypy. Nejvhodnějšími plodinami pro jeho výskyt jsou vojtěška a jetel (Aulicky et al., 2022). Ozimé plodiny, jako jsou obiloviny a ozimá řepka (*Brassica napus*), představují významný zdroj potravy a bezpečný úkryt pro hraboše, což zvyšuje jejich šance na úspěšné přečkání zimního období. Největší škody a ztráty lze proto očekávat právě u těchto oblíbených plodin (Suchomel et al., 2021). Hraboš se nejčastěji vyskytuje v nadmořských výškách 200–600 m, ale v českých horách byl zaznamenán až do výšky 1600 m. Na území ČR obývá především mírně teplé klimatické oblasti, které tvoří 79,52 % jeho populace, a právě v těchto oblastech dochází nejčastěji k jeho přemnožení (Aulicky et al., 2022).

Míra poškození zemědělských plodin se nepravidelně mění v důsledku cyklických změn v populační dynamice hrabošů, ke kterým dochází jednou za 2-5 let. V posledních letech se však projevuje vliv klimatických změn a ohniska výskytu hrabošů jsou intenzivnější a mohou postihnout rozsáhlé oblasti Evropy (Jacob et al., 2020). Hraboš polní je malý hlodavec známý svou mimořádnou schopností rozmnožování a rychlým dosažením pohlavní zralosti. Samice může mít během roku 2–4 vrhy, přičemž v příznivých podmínkách může jejich počet vzrůst až na 7–8. Každý vrh obvykle obsahuje 5–6 mláďat, ale někdy i až 14. Díky tomu může jediný pár během jedné sezóny rozmnožit svou populaci na tisíce jedinců. Tento proces podporuje také velmi raná pohlavní dospělost, kdy samice narozené na jaře mohou být schopné reprodukce už ve dvou týdnech života, a krátká březost trvající přibližně 20 dní. To vše činí z hraboše druh s ohromným reprodukčním potenciálem (Beránek, 2020).

3. Monitoring hlodavců

V současné době se monitoring hlodavců provádí pomocí pracného terénního průzkumu. Andreo et al. (2019) uvádějí, že kombinací údajů o hustotě výskytu hlodavců v zájmovém území sledovaná satelitním dálkovým průzkumem je možné předpovědět potenciální plochu poškozenou hlodavci ve velkém měřítku. Vegetační indexy vypočtené z multispektrálních snímků (např. NDVI a EVI), silně korelují s poškozením ploch a početností hlodavců na zemědělské půdě. Nízké rozlišení družicových snímků však ztěžuje přesné plošné vymezení škod způsobených hlodavci.



Obr. 3: Příklad RGB a multispektrálního snímku (vyjádřeného hodnotou NDVI) porostu poškozeného hrabošem polním

Drony však již dnes poskytují dostatečně vysoké prostorové rozlišení, aby bylo možné získat spolehlivé výsledky o hlodavcích v určité oblasti (Plaza et al., 2023). Technologie dálkového průzkumu Země pomocí bezpilotních letounů (UAV) může být použita k pořizování snímků s flexibilním rozlišením v relativně velkém měřítku, což může zlepšit hodnocení výskytu škůdců nebo jejich poškození (Dong et al., 2023). Michez et al. (2016) použili UAV k hodnocení škod na kukuřičných polích způsobených divokými prasaty a ukázali, že UAV je komplexnější než tradiční pozemní hodnocení. Wu et al. (2024) použili snímky z UAV k detekci nor hrabošů v travním porostu za použití strojového učení. Ve své studii dosáhli přesnosti přes 90 %, doporučené rozlišení obrazu je 0,4 cm/pixel, které je ale konvenčními a cenově dostupnými UAV poměrně obtížné dosáhnout. Na Obr. 3 je znázorněn snímek s rozlišením 1,86 cm/pixel, a i přes nižší než doporučené rozlišení, jsou místa poškozená hrabošem polním velmi dobře identifikovatelná. Na základě identifikace nor hlodavců mohou výzkumníci odhadnout hustotu jejich výskytu v daném území. Kromě toho lze provést celkové posouzení napadení hlodavci s přihlédnutím k nadzemní biomase, pokryvnosti a dalším ukazatelům (Wu et al., 2024).

III. OVĚŘENÁ TECHNOLOGIE

4. Popis Ověřené technologie

Cílem Ověřené technologie je v praxi ověřit a vyhodnotit postupy plošného vymezení poškození porostu polních plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) s využitím metod dálkového průzkumu Země – bezpilotního snímkování pomocí dronů a družicového monitoringu. Technologie je součástí řešení studentského výzkumného projektu MENDELU IGA24-AF-IP-055 s názvem „Detekce poškození porostů zemědělských plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) metodami dálkového průzkumu Země“.

5. Vlastní ověření a dosažené výsledky

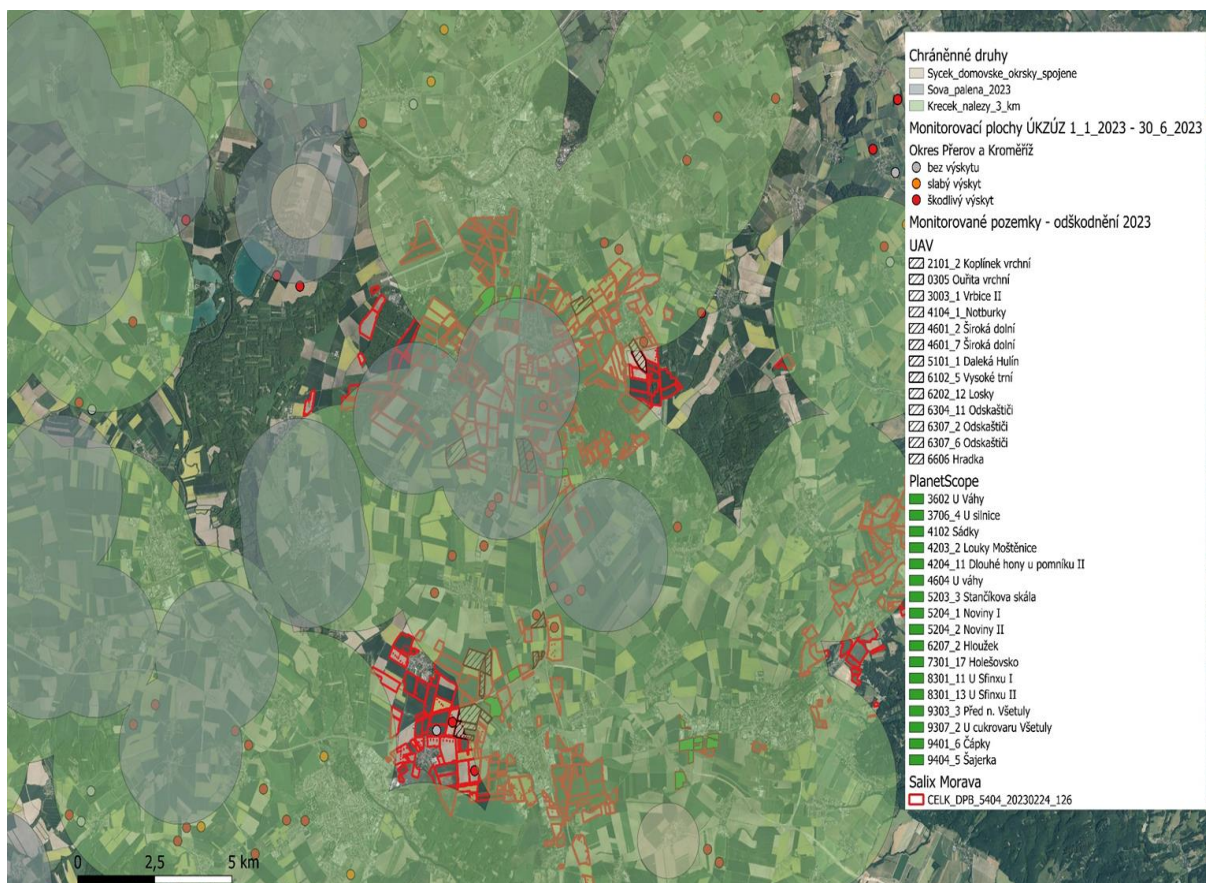
Ověření mapování poškození porostů zemědělských plodin probíhalo v průběhu vegetačního období roku 2022 a 2023 na pozemcích obhospodařovaných zemědělskou společností SALIX MORAVA s.r.o. o souhrnné výměře 388 ha. V roce 2022 byly vybrány vhodné plochy s ozimými plodinami a v roce 2023 proběhl monitoring metodami DPZ. Sledovanými plodinami byla pšenice ozimá, ječmen jarní a řepka ozimá. Přehled pokusných ploch je uveden v Výsledky detekce poškozeného porostu za využití UAV

Níže uvedená tabulka uvádí výsledky stanovení poškození porostu pomocí bezpilotního snímkování (UAV). Současně jsou uvedeny také příklady mapového znázornění pro vybrané pozemky, které jsou doplněny také o zobrazení družicových snímků PlanetScope v termínech blízkých bezpilotnímu průzkumu.

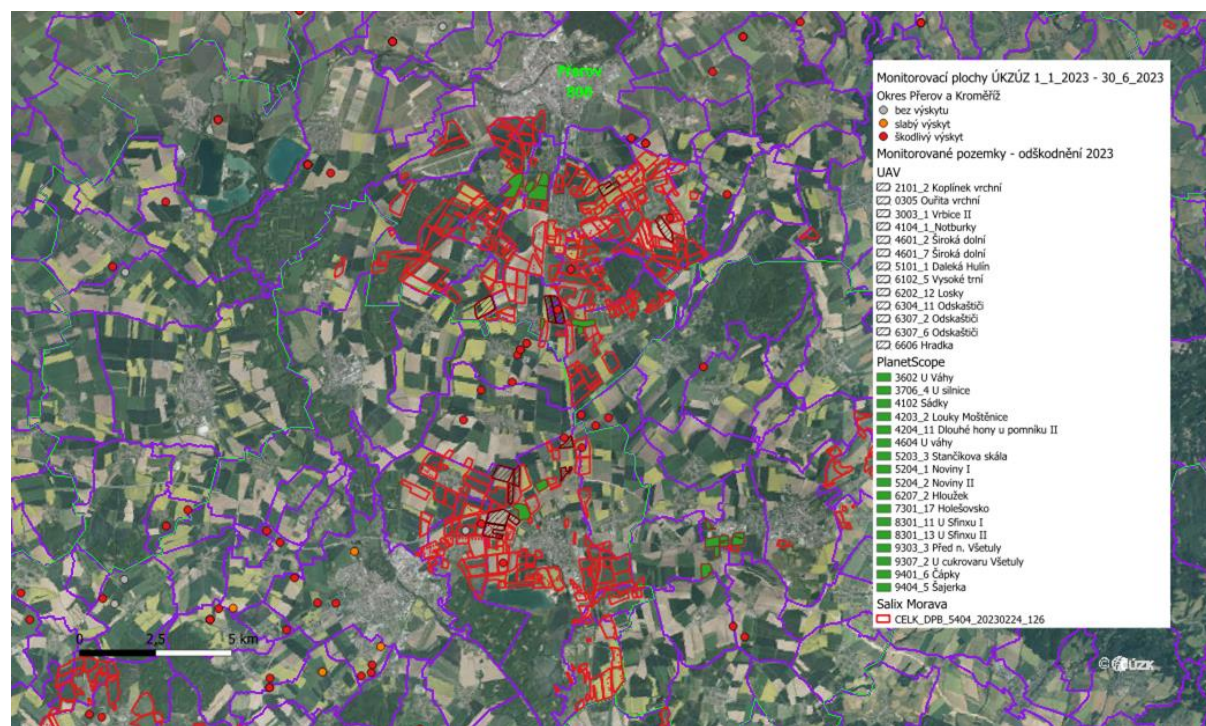
Tab. 1.

Cílem výběru pozemků bylo monitorovat zejména pozemky, na nichž není možné aplikovat POR na hubení hraboše z důvodu výskytu chráněných druhů. Seznam chráněných druhů a mapové vymezení jejich výskytu lze nalézt na stránkách AOPK ČR (<https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=82685927279942ffbae18be948d371d9>), případně jej i stáhnout ve formátu shp pro vizualizaci v GIS. Tato funkce vlastní vizualizace v GISovém programu byla užitečná zejména pro jasné zobrazení překryvů pozemků podniku s plochami se zakázanou aplikací rodenticidu, jak je znázorněno v Obr. 4.

Tato vizualizace byla navíc doplněna daty z rostlinolékařského portálu ÚKZUZ o výskytu hraboše polního (https://mze.gov.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp). Portál umožňuje prohlížet a stahovat data o výskytu různých škodlivých organismů za libovolně určené období. V případě hraboše je škodlivost jeho výsledku určována jak ve stálých pozorovacích bodech, tak v místech tzv. náhodného průzkumu. Překrytí s pozemky podniku je vyobrazeno v Obr. 5.



Obr. 4: Pozemky obhospodařované společností SALIX MORAVA S.R.O. v r. 2023 – zeleně vyznačené plochy znázorňují lokality s omezením aplikace rodenticidu STUTOX (zdroj: data AOPK)



Obr. 5: Pozemky obhospodařované společností SALIX MORAVA S.R.O. v r. 2023 – vyznačení monitorovacích ploch ÚKZÚZ dle CSV dat z Rostlinolékařského portálu za období 1/1/2023 → 30/6/2023

5.1 Sběr dat pomocí bezpilotních prostředků a družicového monitoringu

Pro detekci a kvantifikaci poškození hrabošem byl vytvořen postup založený na využití multispektrálních dat ze snímkování pomocí bezpilotních prostředků (UAV) a družicového systému PlanetScope. Rozsah poškození hrabošem se odvíjí od aktuálního stavu jejich populace, nicméně lze konstatovat, že pěstované plodiny jsou k významnému poškození nejnáchylnější ve svých raných růstových fázích. Proto lze plošný rozsah poškození uspokojivě odhadnout už při pozdních fázích odnožování (obilniny), příp. tvorby listů (dvouděložné plodiny). Volba termínu monitoringu je klíčová, neboť nízká intenzita zapojení nadhodnocuje odhad poškození. Naopak v pozdějších termínech komplikuje detekci zaplevelení, které se vyskytuje v poškozených plochách a samotný porost tyto plochy také přerůstá, čímž umenšuje rozsah poškozených ploch oproti skutečnému poškození. Zatímco okno pro sběr dat je u ozimých plodin docela široké díky zpomalení růstu mimo vegetační období, u jařin může být nalezení vhodného termínu obtížnější.

Bezpilotní snímkování pokusných lokalit

Ke snímkování pozemků byl využit UAV značky DJI (Dà-Jiāng Innovations, Shenzhen, China), model Mavic 3 Multispectral (Obr. 6). Jedná se o běžně dostupný multifunkční model typu kvadrokoptéra k jehož provozu je dostačující pilotní průkaz pro kategorii dronů A1, A3. Hmotnost dronu je 951 g, s plně nabitou baterií vydrží 40 minut letu. Dron disponuje kamerou snímajícím ve viditelné části spektra (RGB) s rozlišením 20 megapixel a multispektrálním senzorem s rozlišením 5 megapixel, který snímá ve 4 pásmech: Near infrared (NIR) 860 nm $\pm$ 26 nm, Red-edge (RE) 730 nm $\pm$ 16 nm, Red (R) 650 nm $\pm$ 16 nm a Green (G) 560 nm $\pm$ 16 nm. Součástí výbavy dronu je externí čidlo měření intenzity příchozí radiace pro normalizaci světelných podmínek během snímkování a RTK-GNSS modul zajišťující polohovou přesnost v řádu centimetrů.

Snímky byly pořizovány z výšky 80 m (odpovídá rozlišení 3,69 cm/px) s frontálním překryvem 70 % a bočním 60 %. Z pořízených snímků byly v software Pix4d fields (Pix4D SA, Prilly, Switzerland) vytvořeny ortomozaiky v souřadnicovém systému WGS-84 s rovinnou projekcí UTM33N a následně vypočten vegetační index NDVI pro všechny snímané plochy. Dle výšky letu se rozlišení výsledných snímků pohybuje v řádu jednotek centimetrů.

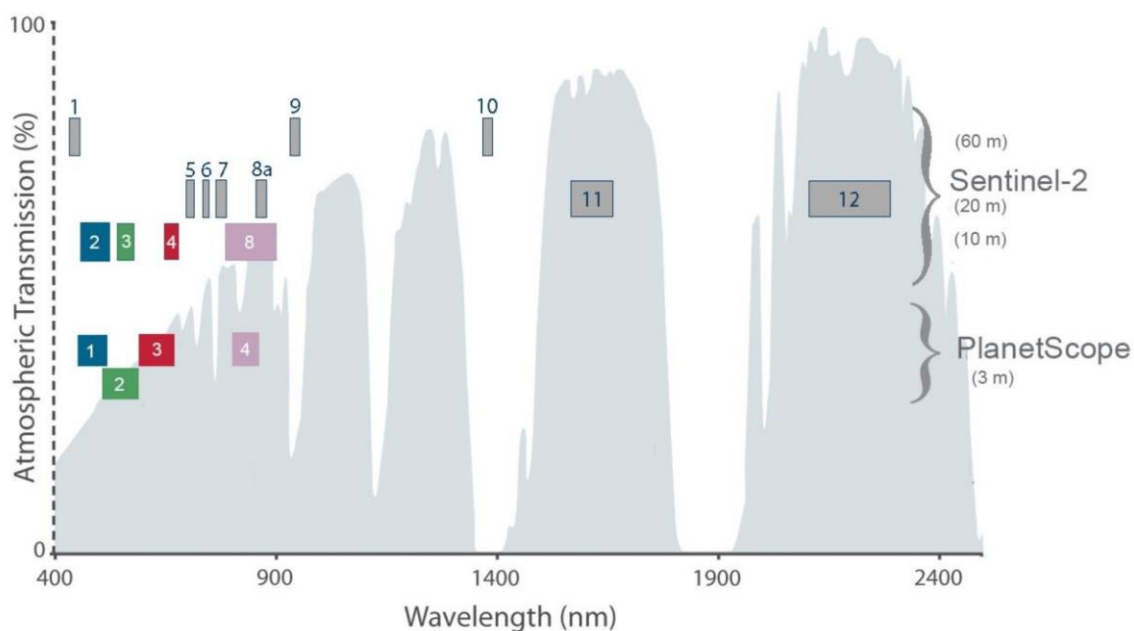


Obr. 6: Dron Mavic 3 Multispectral použitý při snímání pokusných ploch

Postup sběru a zpracování dat z družicového systému PlanetScope

Mise PlanetScope společnosti Planet Labs zahrnuje konstelaci více než 180 (Frazier & Hemingway, 2021) družic formátu CubeSats o standardních rozměrech 10 cm x 10 cm x 30 cm (Aati et al., 2022; Ghuffar, 2018) a hmotnosti 4 kg (Cheng et al., 2020). Družice jsou vybaveny multispektrálním senzorem, který poskytuje multispektrální snímky s vysokým prostorovým rozlišením 3,7–4,1 metrů na pixel v závislosti na aktuální výšce družice (Huang & Roy, 2021). Družice jsou umístěny na oběžné dráze Země ve výšce 475–525 km, doba oběhu činí přibližně 1 den.

Jednotlivé družice pořizují snímky s plochou záběru snímku 24,4 km x 8,1 km, denní sběrná kapacita všech družic PlanetScope je 200 milionů km² zemského povrchu (Francini et al., 2020; Issaoui et al., 2022). Obrazové senzory družic PlanetScope snímají povrch v elektromagnetickém spektru v rozmezí 455–860 nm, což odpovídá modrému, zelenému, červenému a blízké infračervenému záření (Cheng et al., 2020; Francini et al., 2020; Issaoui et al., 2022). Družice PlanetScope jsou tvořeny třemi generacemi senzorů, první generace je označovaná jako Dove-Classic (Dove-C), druhá generace jako Dove-R (Huang & Roy, 2021) a třetí generace jako SuperDove (Aati et al., 2022). Porovnání spektrální konfigurace se systémem Sentinel-2 je patrné z Obr. 7.

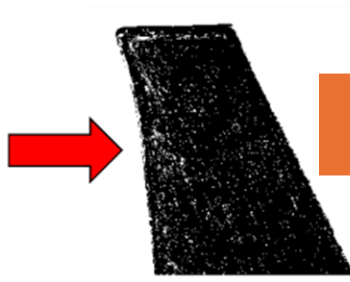
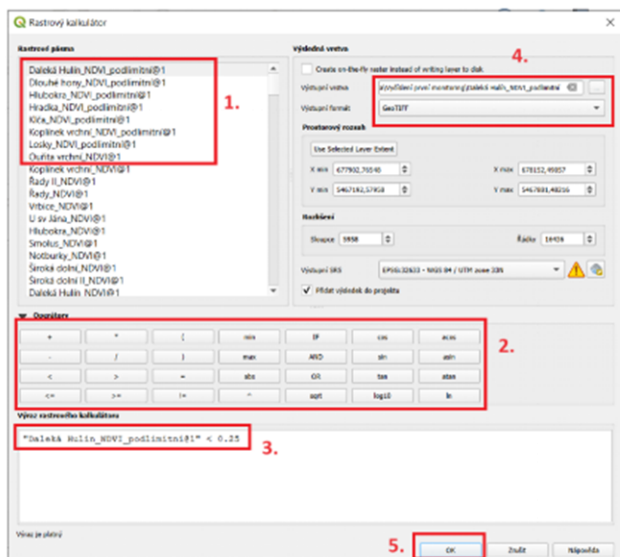


Obr. 7: Porovnání spektrálních pásem mezi družicemi Sentinel-2 a PlanetScope (Laso et al., 2020).

Výsledné snímky mají radiometrické rozlišení 16bitů a jsou dostupné ve formátu GeoTIFF. Na snímcích je použita tzv. maska nepoužitelných dat (UDM-unusable data mask), která identifikuje místa s oblačností nebo s vadnými pixely. Data jsou společností PlanetLabs poskytována po radiometrických a atmosferických korekcích na úrovni „surface reflectance“. Ačkoli je při porovnání PlanetScope s daty Sentinel-2 často vnímaná přidaná hodnota v podobě vyššího prostorového rozlišení (3,7 m/pixel, Sentinel-2 dosahuje 10m/pixel), mnohem významnější je vyšší frekvence poskytování dat daná denním oběhem družice a vyšší četností dostupných snímků v průběhu vegetačního období.

Postup analýzy obrazových dat a detekce poškozených ploch

Samotná analýza vychází z předpokladu, že části pozemků napadené hrabošem budou bez živé vegetace (Obr. 8 – Obr. 10) nebo pouze s jejím minimálním zastoupením. Zpracování probíhalo s využitím open-source software QGIS (www.qgis.org). Pro detekci vegetace byl využit vegetační index NDVI vypočtený z multispektrálních snímků a jeho následná klasifikace do dvou tříd (vegetace, holá půda). Nastavení prahové hodnoty NDVI pro identifikaci ploch bez porostu bylo provedeno individuálně pro každý pozemek na základě terénního průzkumu, posouzení asymetrického rozdělení dat v histogramu a RGB snímků pozemku. Nástrojem reklasifikace rastru se poté vytvořila vrstvy pouze se dvěma hodnotami a byla vypočtena celková plocha těchto hodnot pro jednotlivé pozemky. Postup výpočtu pro QGIS je znázorněn v



Funkce: zpráva o
jedinečných hodnotách

Obr. 11.



Obr. 8: Dokumentace poškození na pozemku 6606 (duben 2023)

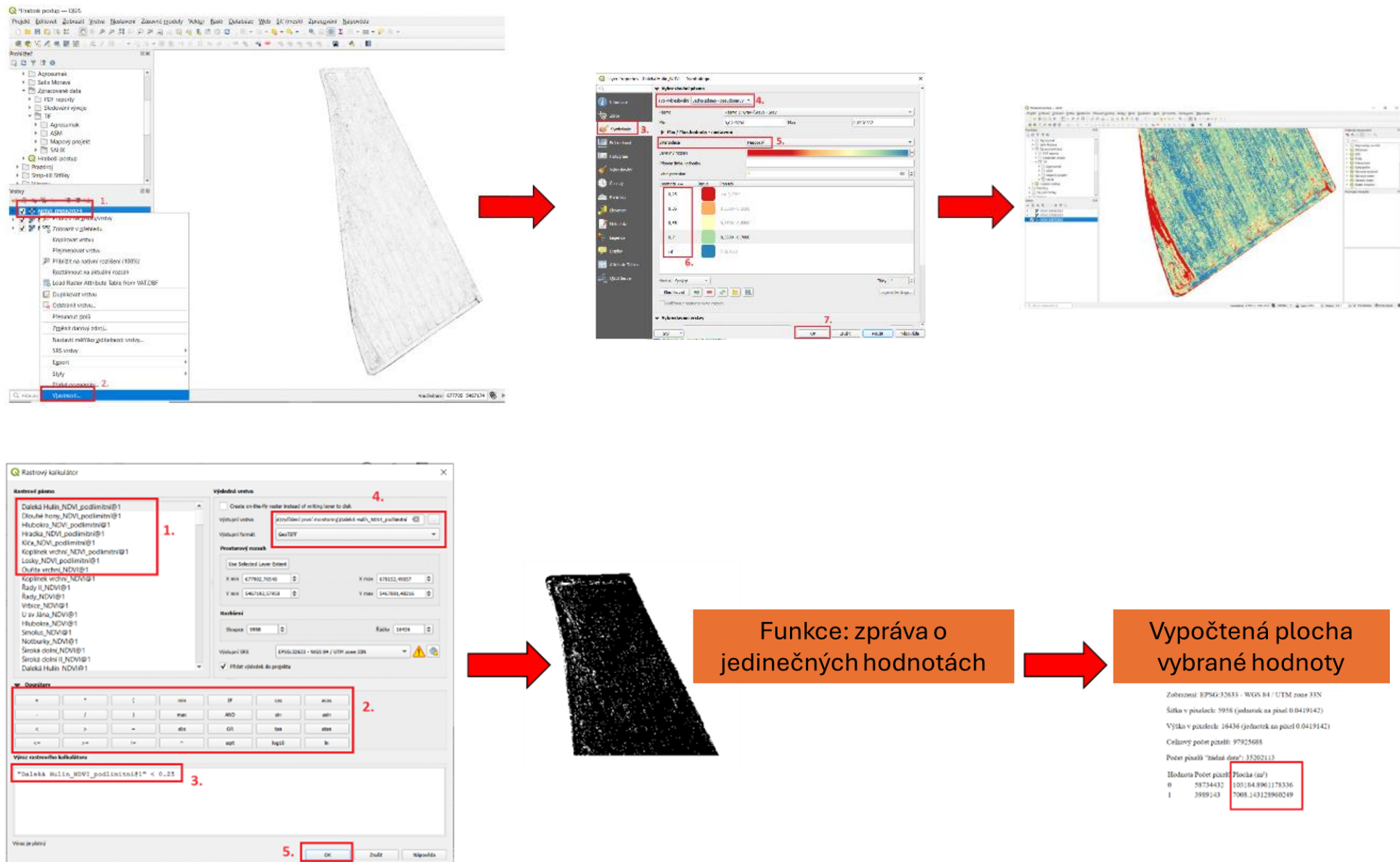


Obr. 9: Detail poškozeného porostu pšenice na pozemku 4601/7 (březen 2023, vlevo) a řepky ozimé na pozemku 0305 (vpravo). Červeně jsou označeny viditelné nory hraboše polního



Obr. 10: Pozemek 305 – stav poškození hrabošem polním, duben 2023

Plochy bez vegetace zahrnují také kolejové řádky, které navyšují kvantifikované poškození. Jejich ofiltrování lze provést na základě znalosti počtu kolejových řádků, šířky stop a součtu délek. Významně mohou ke zpřesnění napomoci záznamy trajektorie pojezdů z navigačních zařízení či telematiky mechanizace. Lze také nalétnout kontrolní pozemky u nichž nedošlo k žádnému poškození porostu a podlimitní hodnoty zjištěné na těchto pozemcích budou odpovídat čistě kolejovým řádkům a vjezdu na pozemek. Následně průměrný podíl podlimitních ploch u kontrolních pozemků vztáhnout na pozemky poškozené. Při realizaci postupu se podíl kolejových řádků na celkové ploše pozemku pohyboval do 2 %.



Obr. 11: Výpočet plochy poškozené hrabošem s použití rastrového kalkulatoru

Výsledky detekce poškozeného porostu za využití UAV

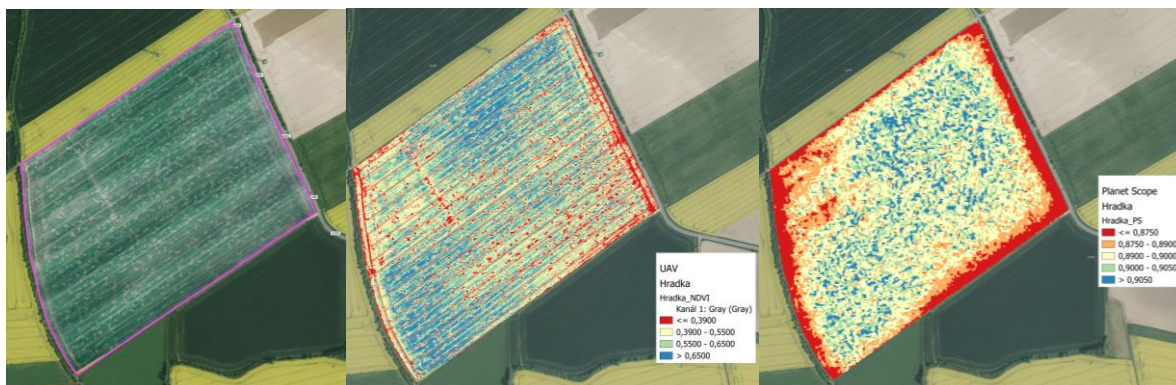
Níže uvedená tabulka uvádí výsledky stanovení poškození porostu pomocí bezpilotního snímkování (UAV). Současně jsou uvedeny také příklady mapového znázornění pro vybrané pozemky, které jsou doplněny také o zobrazení družicových snímků PlanetScope v termínech blízkých bezpilotnímu průzkumu.

Tab. 1: DPB hodnocené metodou detekce poškození hrabošem za využití UAV

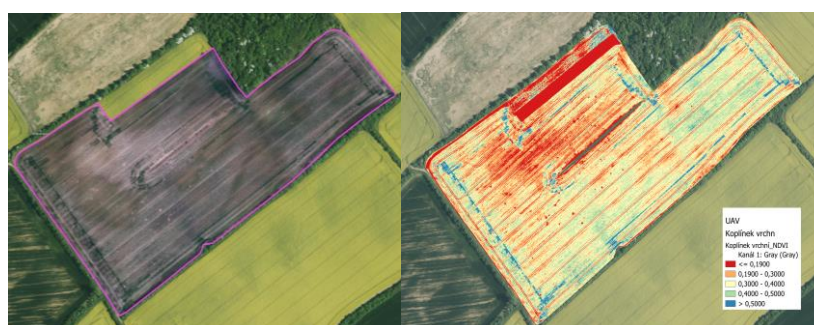
Kód dílu půdního bloku (DPB) dle LPIS	Název katastrálního území	Výměra DPB (ha)	Plodina	Datum snímkování	Poškození (%)
305	Beňov	21,28	Ozimá pšenice	12.4.2023	17,5
6606	Kanovsko	31,39	Ozimá pšenice	12.4.2023	10,9
2101/2	Horní Moštěnice	22,88	Ozimá pšenice	12.4.2023	18,2
3003/1	Hulín	8,88	Ozimá pšenice	18.4.2023	29,7
4104/1	Hulín	7,86	Ozimá pšenice	18.4.2023	28,4
4601/2	Stará Ves	24,45	Ozimá řepka	24.4.2023	19,6
4601/7	Říkovice	17,67	Ozimá řepka	24.4.2023	22,6
5101/1	Hulín	11,02	Ozimá pšenice	28.4.2023	24,4
6102/5	Hulín	26,50	Ozimá pšenice	18.4.2023	21,3
6202/12	Hulín	10,30	Ozimá pšenice	19.4.2023	28,1
6304/11	Hulín	7,35	Ozimá pšenice	19.4.2023	23,9
6307/2	Hulín	29,91	Ozimá pšenice	19.4.2023	22,4
6307/6	Hulín	23,50	Ozimá pšenice	19.4.2023	15,2



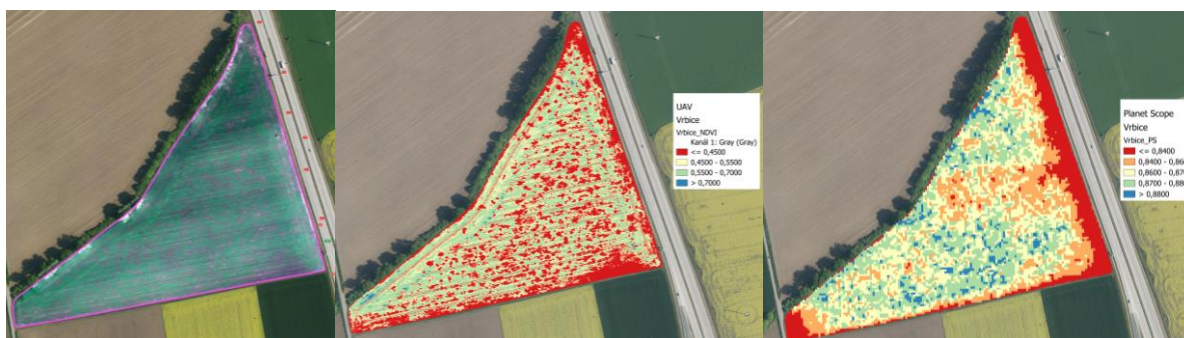
Obr. 12: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 305 z bezpilotního snímkování (vlevo), vypočtený vegetační index NDVI (uprostřed) a hodnocení NDVI z družicového snímku PlanetScope (vpravo).



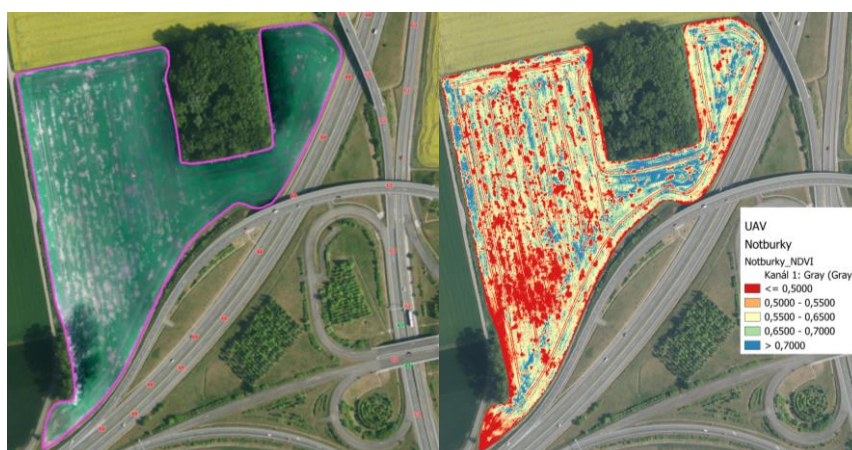
Obr. 13: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 6606 z bezpilotního snímkování (vlevo), vypočtený vegetační index NDVI (uprostřed) a hodnocení NDVI z družicového snímku PlanetScope (vpravo).



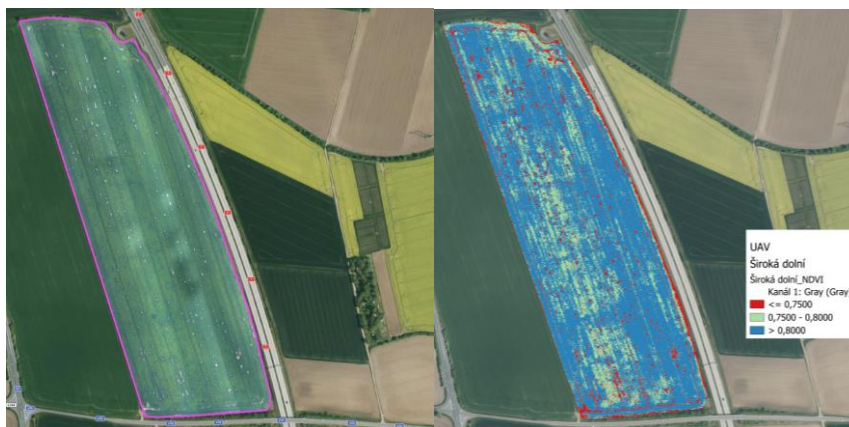
Obr. 14: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 2101/2 z bezpilotního snímkování (vlevo) a hodnocení NDVI z družicového snímku PlanetScope (vpravo).



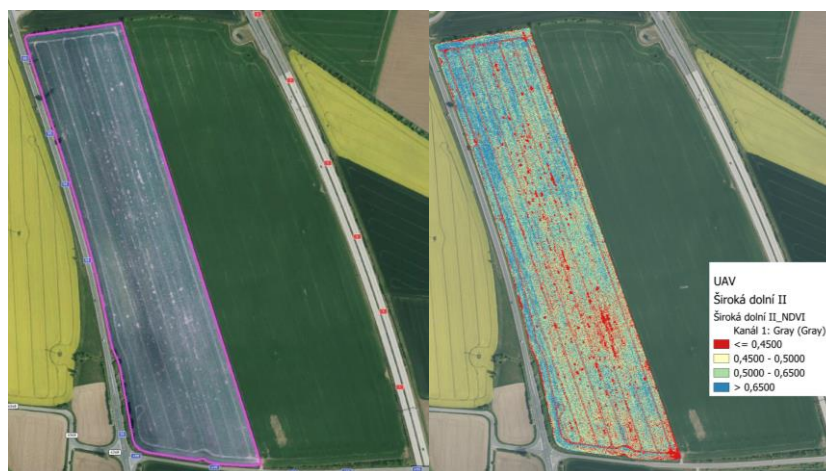
Obr. 15: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 3003/1 z bezpilotního snímkování (vlevo), vypočtený vegetační index NDVI (uprostřed) a hodnocení NDVI z družicového snímku PlanetScope (vpravo).



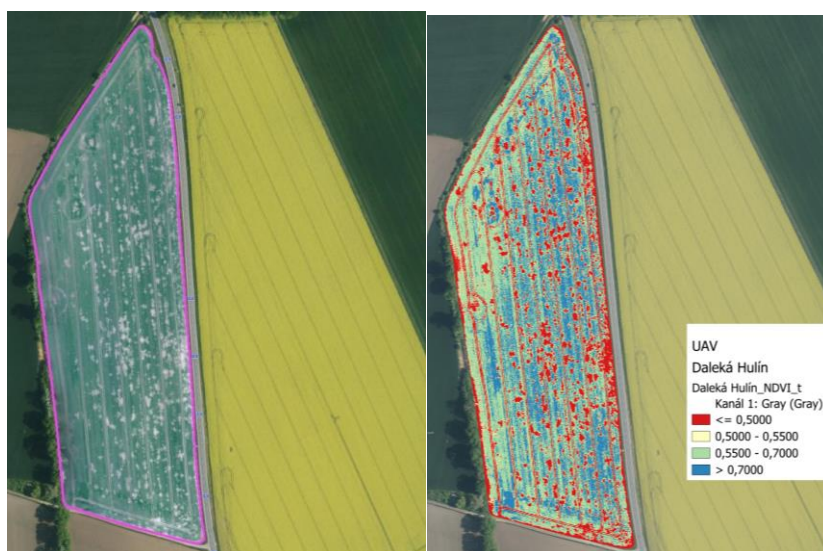
Obr. 16: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 4104/1 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



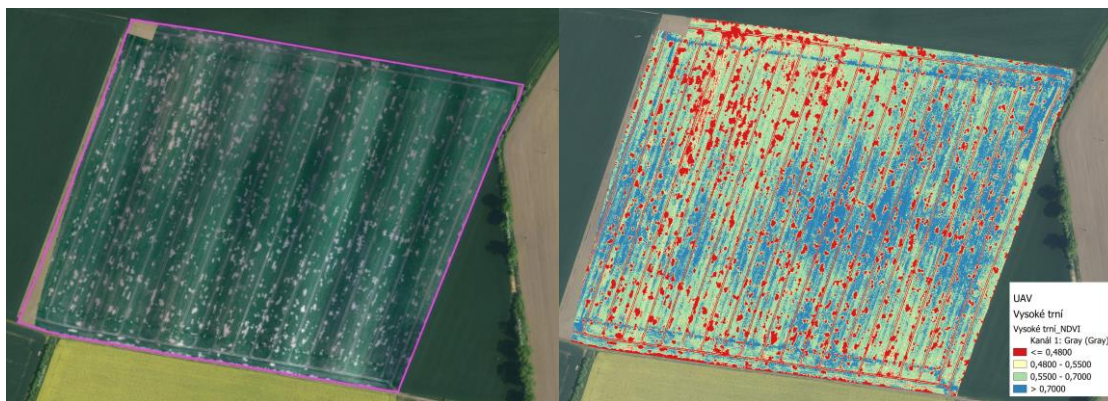
Obr. 17: Ortofoto poškozeného porostu řepky ozimé na pozemku 4601/2 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



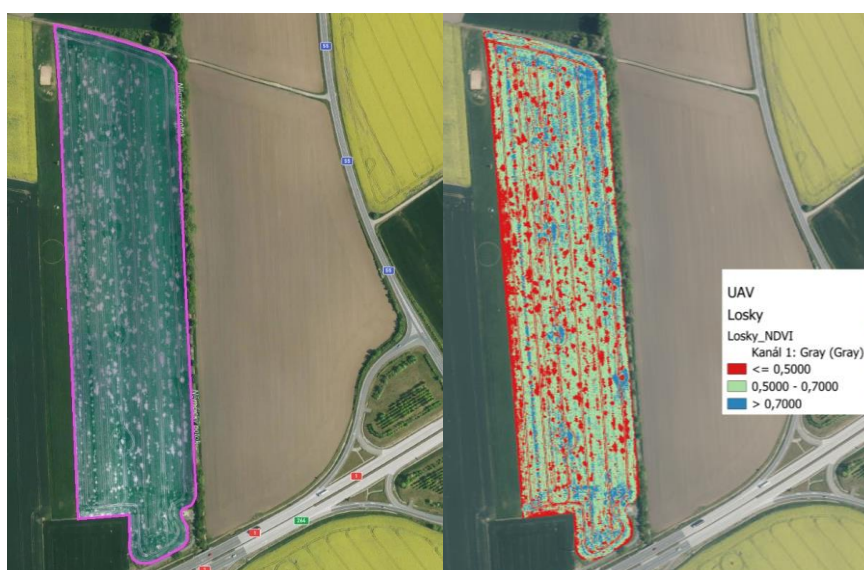
Obr. 18: Ortofoto poškozeného porostu řepky ozimé na pozemku 4601/7 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



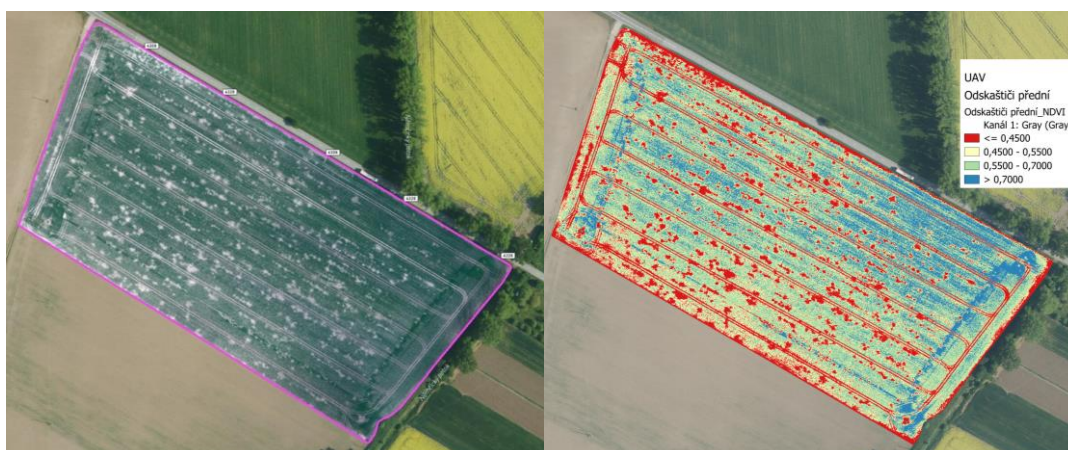
Obr. 19: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 5101/1 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



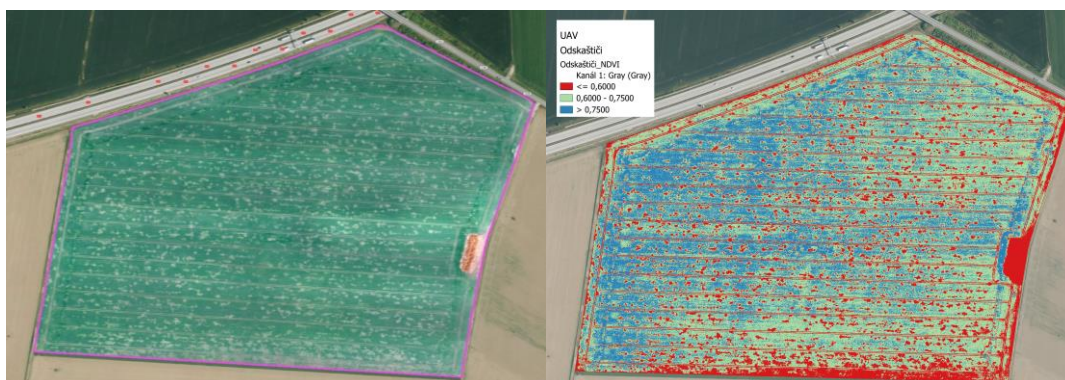
Obr. 20: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 6102/5 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



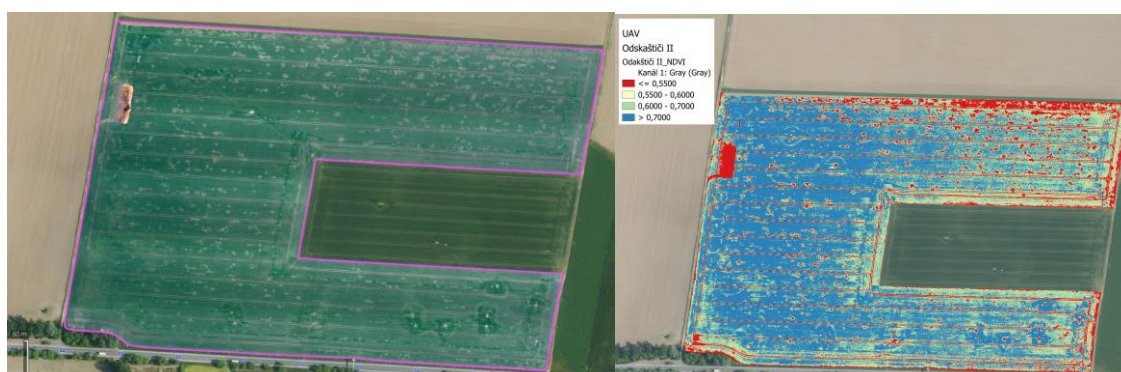
Obr. 21: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 6102/12 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



Obr. 22: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 6304/11 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



Obr. 23: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 6307/2 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo)



Obr. 24: Ortofoto poškozeného porostu pšenice ozimé na pozemku 6307/6 z bezpilotního snímkování (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).

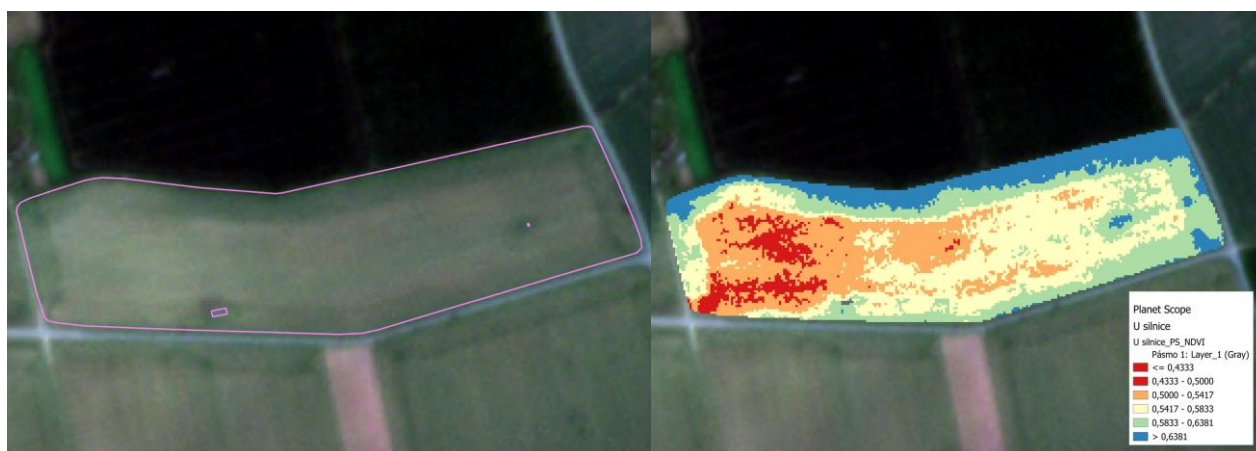
Výsledky detekce poškozeného porostu za využití satelitního systému PlanetScope

Využití družicových dat PlanetScope umožňuje hodnotit rozsah poškození pozemků s ozimými plodinami hrabošem i zpětně. Toho bylo využito i v podniku SALIX MORAVA s.r.o., na pozemcích, které pomocí UAV snímkovány nebyly, ale při sklizni výnos plodin z těchto pozemků vykazoval podprůměrné hodnoty. Zpětně tedy bylo provedeno hodnocení 24 pozemků, u 15 z nich přesahoval odhad poškozené plochy 10 % (**Chyba! Chybný odkaz na záložku.**) a proto byly dále detailně analyzovány. Níže jsou opět vloženy snímky a tabulka poškození ukázkových pozemků.

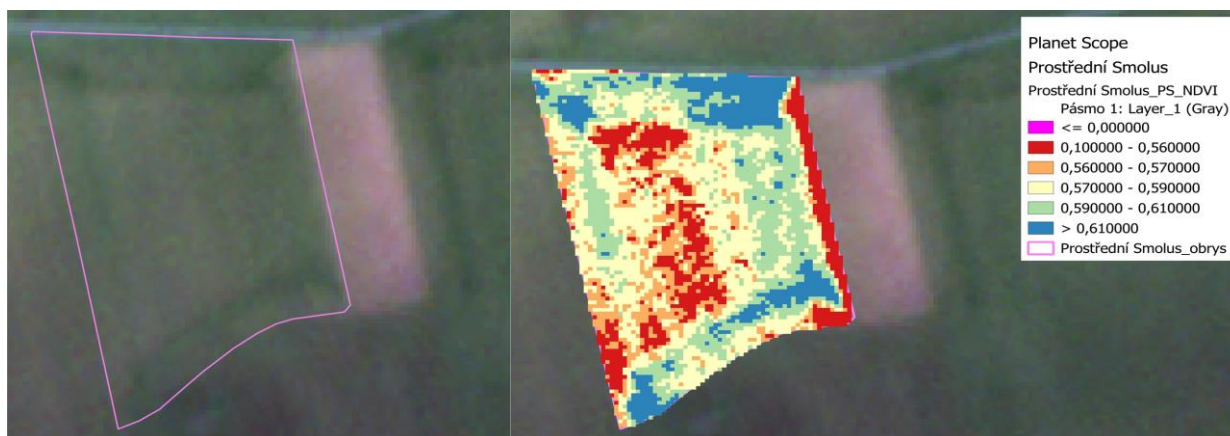
Jak lze vidět na Obr. 25 až Obr. 39 rozlišovací schopnost RGB snímků v PlanetScope je ve srovnání s těmi z UAV výrazně nižší. I bez záměru výsledky kvantifikovat je pro určení poškozených ploch nutné využít vhodný vegetační index (např. NDVI) a dále ho doplnit terénním pozorováním, které potvrdí, že detekované poškození porostů bylo opravdu způsobeno hrabošem polním (Obr. 8 – Obr. 10).

Tab. 2: DPB hodnocené metodou detekce poškození hrabošem za využití satelitních dat (PlanetScope)

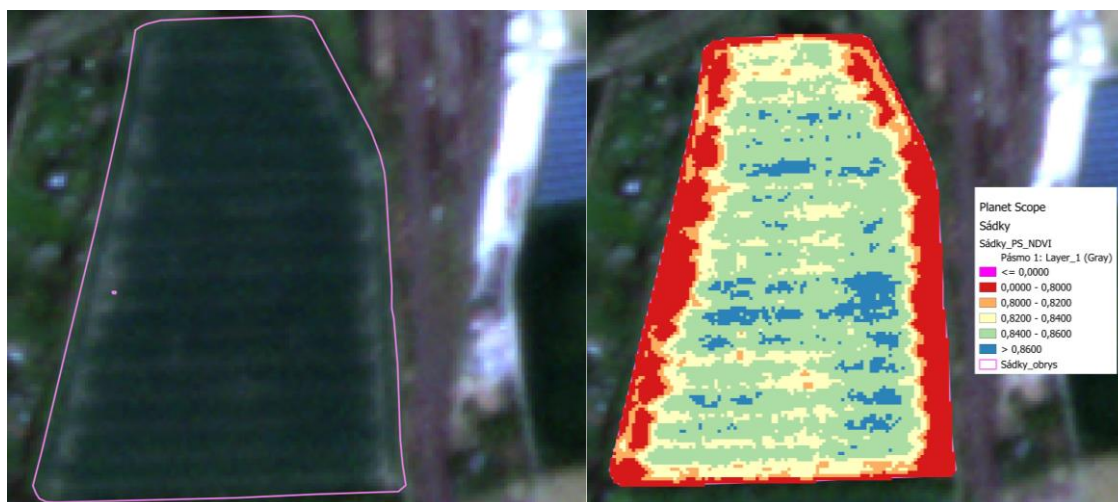
Kód dílu půdního bloku (DPB) dle LPIS	Název katastrálního území	Výměra DPB (ha)	Plodina	Datum pořízení dokumentace	Odhad poškození v době pořízení dokumentace v %	Satelitní snímek č.
3602	Stará	14,63	Ječmen jarní	20.4.2023	17,2	1
3706/4	Stará	4,27	Ječmen jarní	20.4.2023	15,5	2
4102	Lověšice u Přerova	10,87	Ozimá řepka	20.4.2023	19,9	3
4203/2	Lověšice u Přerova	23,68	Ozimá řepka	20.4.2023	12,5	4
4604	Říkovice u Přerova	3,60	Ječmen jarní	20.4.2023	14,1	5
5204/1	Lověšice u Přerova	7,60	Ozimá řepka	20.4.2023	15,5	6
5204/2	Lověšice u Přerova	1,07	Ozimá řepka	20.4.2023	10,4	7
6207/2	Lověšice u Přerova	26,74	Ozimá řepka	20.4.2023	22,7	8
7301/17	Všetuly	12,51	Ozimá řepka	20.4.2023	16,2	9
8301/11	Všetuly	4,05	Ozimá řepka	20.4.2023	11,8	10
8301/13	Všetuly	3,45	Ozimá řepka	20.4.2023	15,2	11
9307/2	Všetuly	3,20	Ozimá řepka	20.4.2023	19,8	12
9303/3	Třebětice	12,77	Ozimá řepka	20.4.2023	12,2	13
9401/6	Třebětice	11,95	Ozimá řepka	20.4.2023	18,6	14
9404/5	Třebětice	4,67	Ozimá řepka	20.4.2023	16,8	15



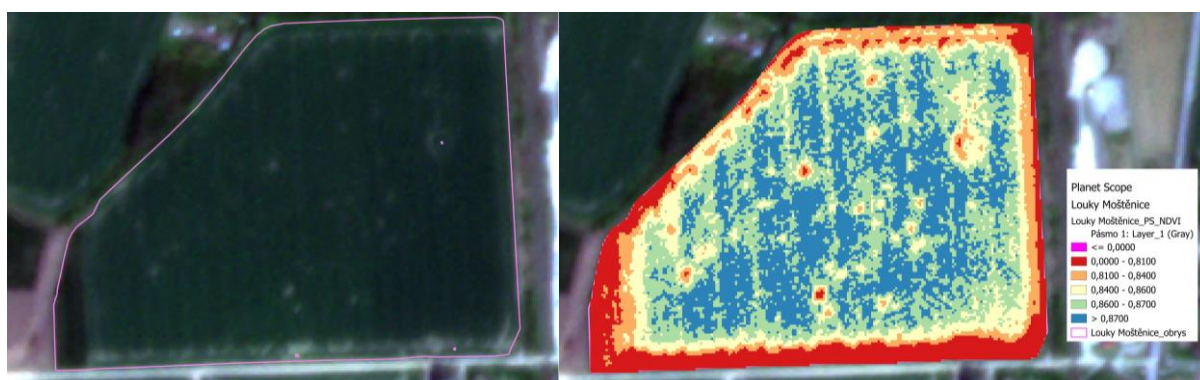
Obr. 25: RGB zobrazení pozemku 3602 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



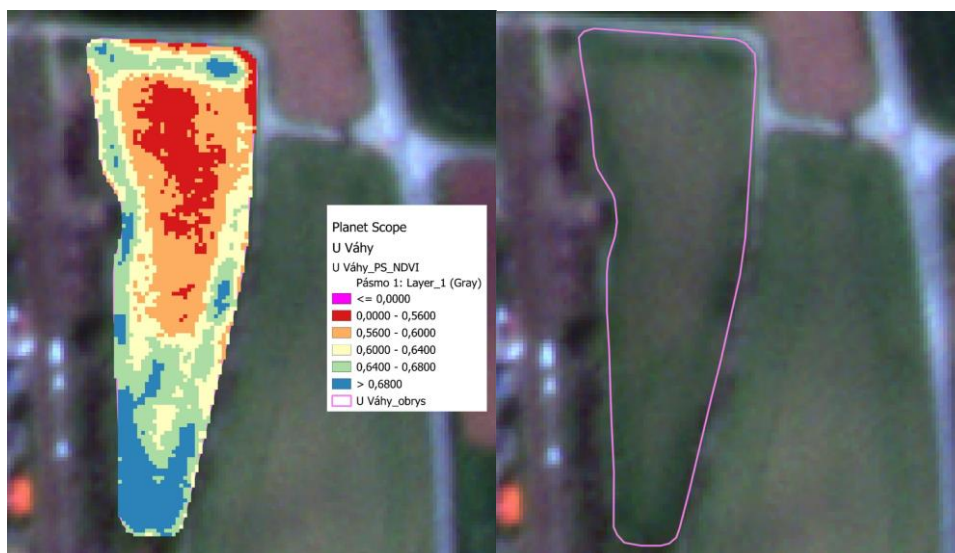
Obr. 26: RGB zobrazení pozemku 3706/4 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



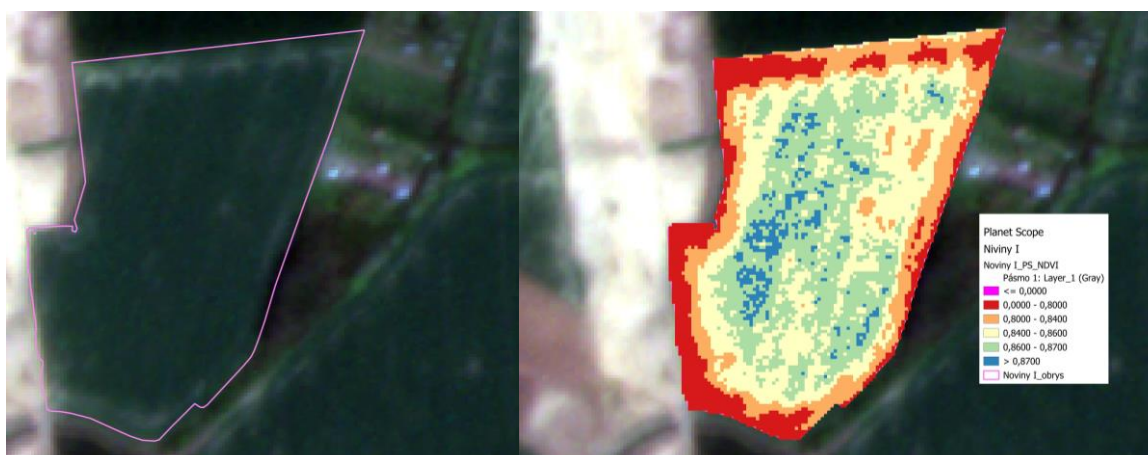
Obr. 27: RGB zobrazení pozemku 4102 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



Obr. 28: RGB zobrazení pozemku 4203/2 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



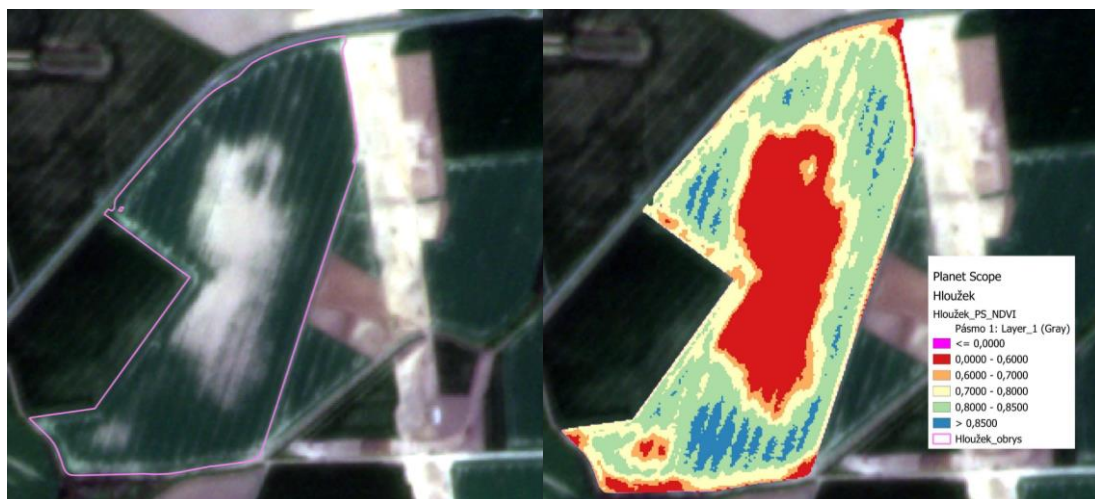
Obr. 29: RGB zobrazení pozemku 4604 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



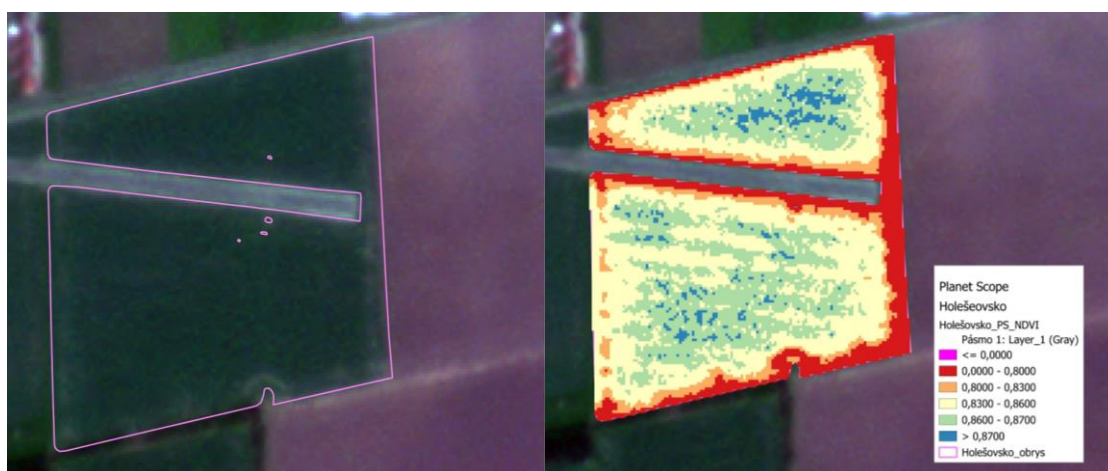
Obr. 30: RGB zobrazení pozemku 5204/1 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



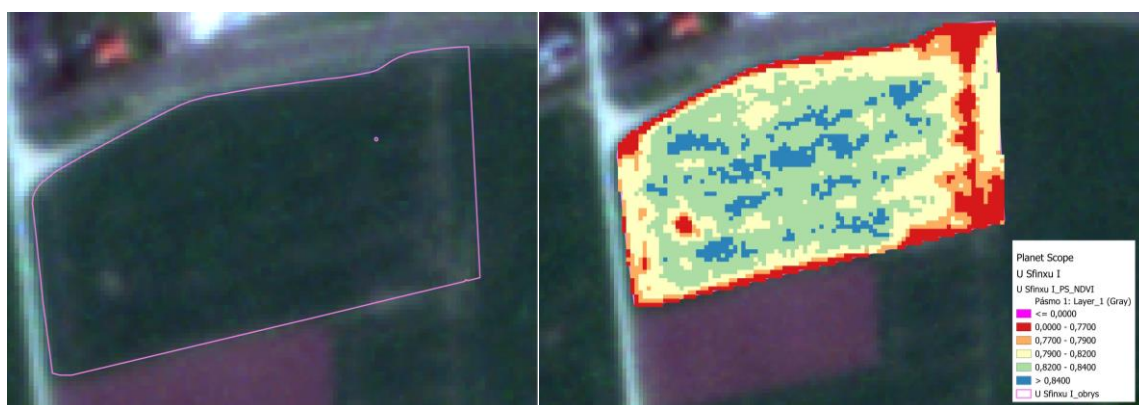
Obr. 31: RGB zobrazení pozemku 5204/2 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



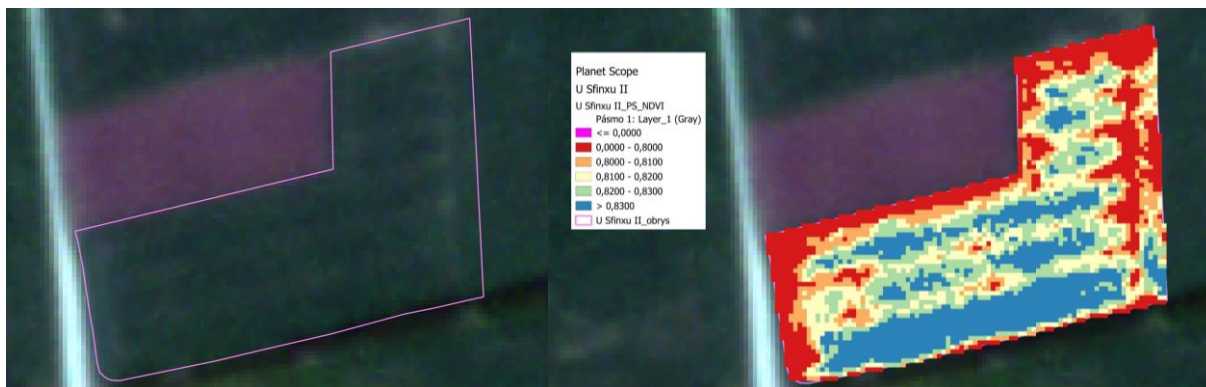
Obr. 32: RGB zobrazení pozemku 6207/2 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



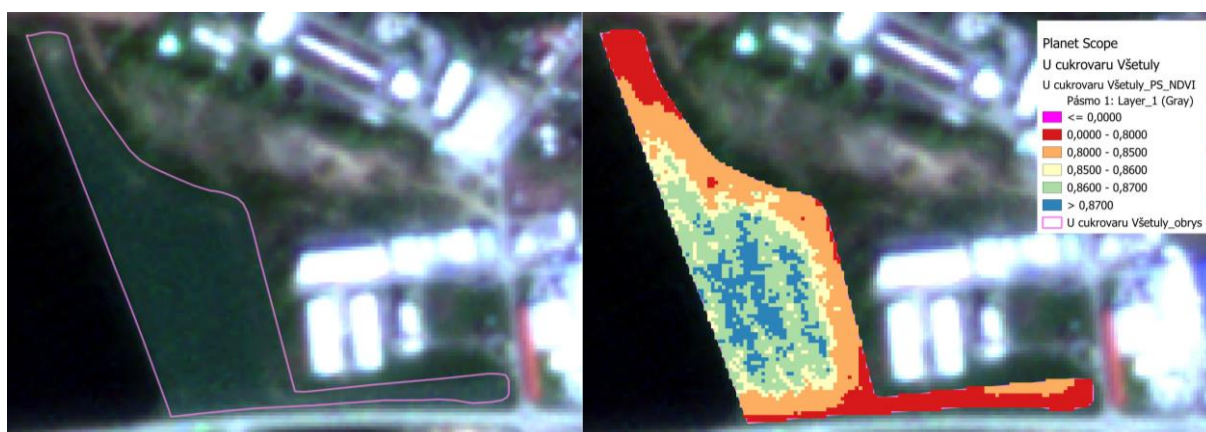
Obr. 33: RGB zobrazení pozemku 7301/17 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



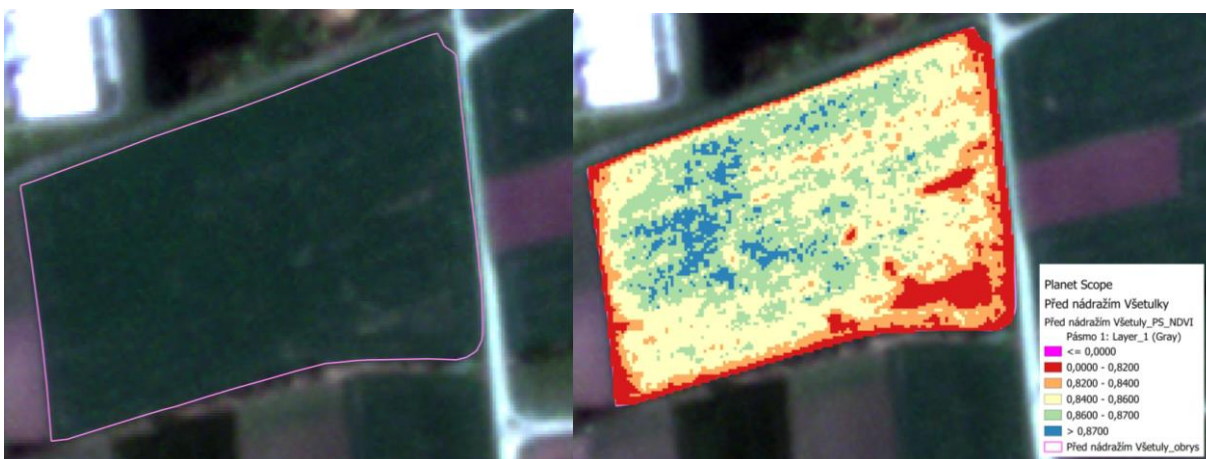
Obr. 34: RGB zobrazení pozemku 8301/11 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



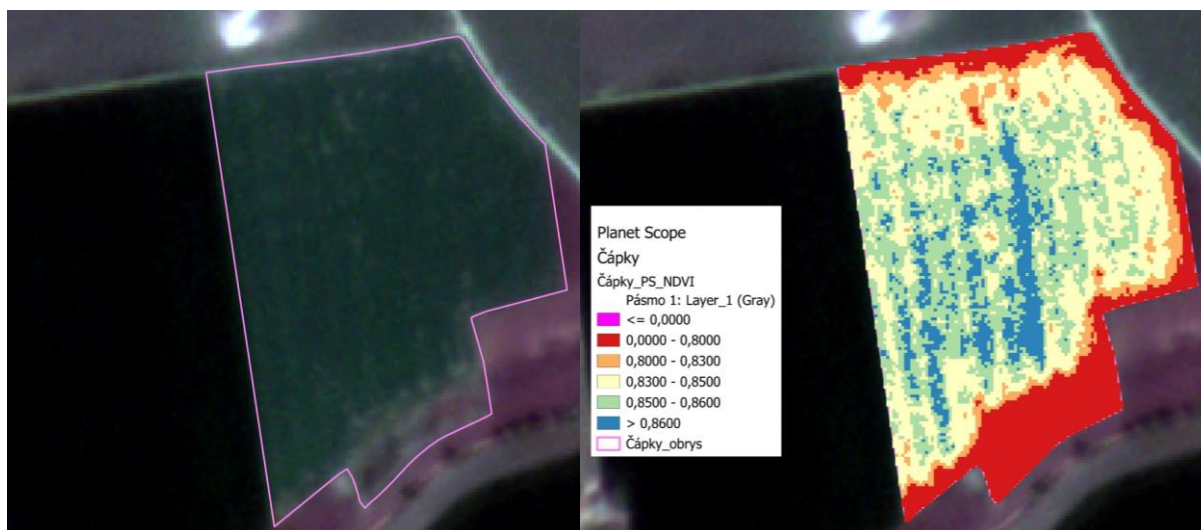
Obr. 35: RGB zobrazení pozemku 8301/13 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



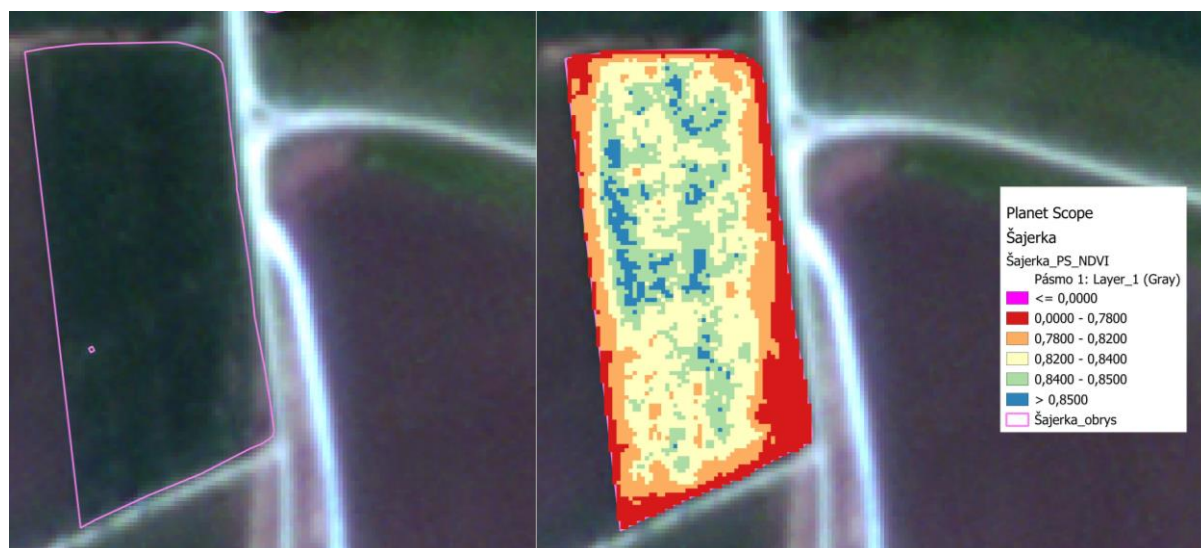
Obr. 36: RGB zobrazení pozemku 9307/2 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



Obr. 37: RGB zobrazení pozemku 9303/3 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



Obr. 38: RGB zobrazení pozemku 9401/6 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).



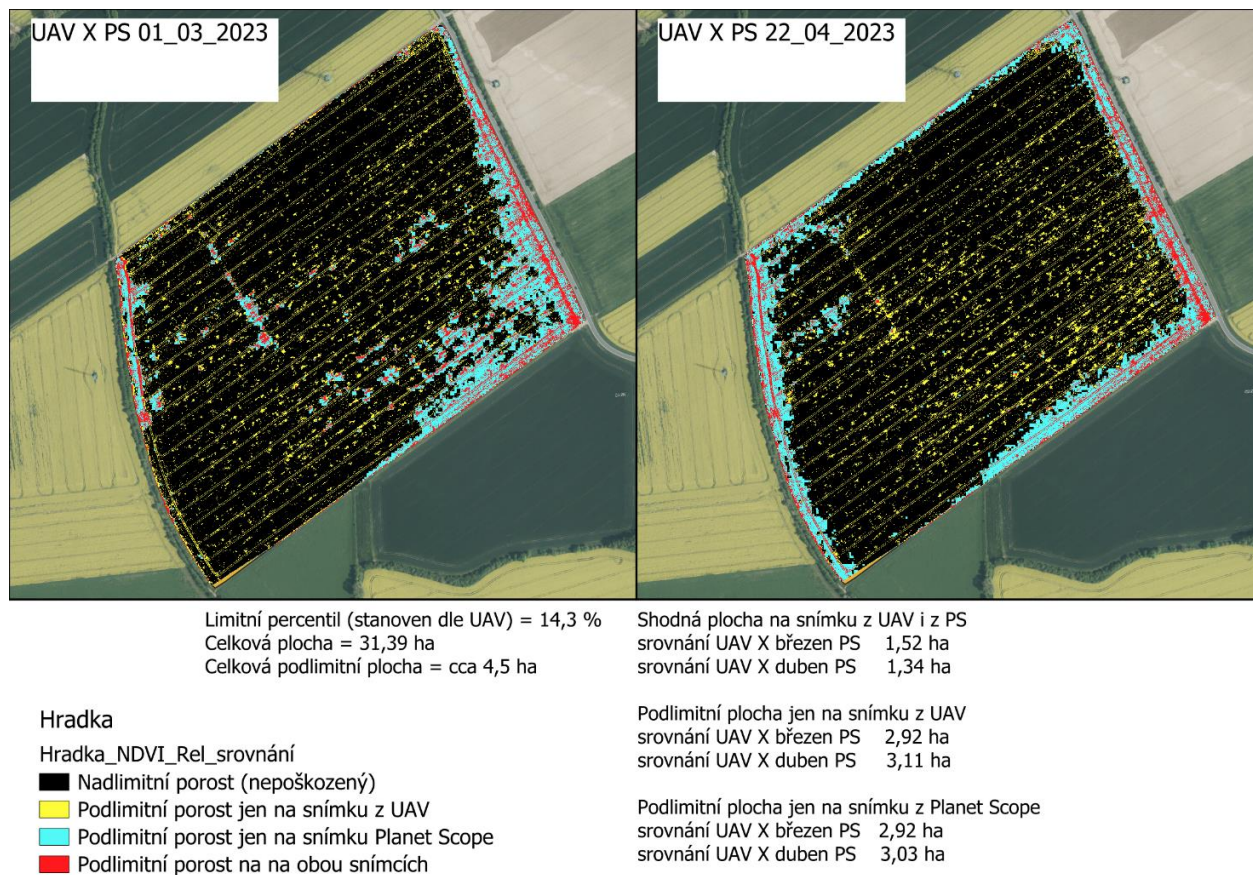
Obr. 39: RGB zobrazení pozemku 9404/5 s poškozenou plodinou ze systému PlanetScope (vlevo) a vyjádření poškození porostu za využití vegetačního indexu NDVI (vpravo).

5.2 Vyhodnocení poškození na základě porovnání dat UAV a Planet

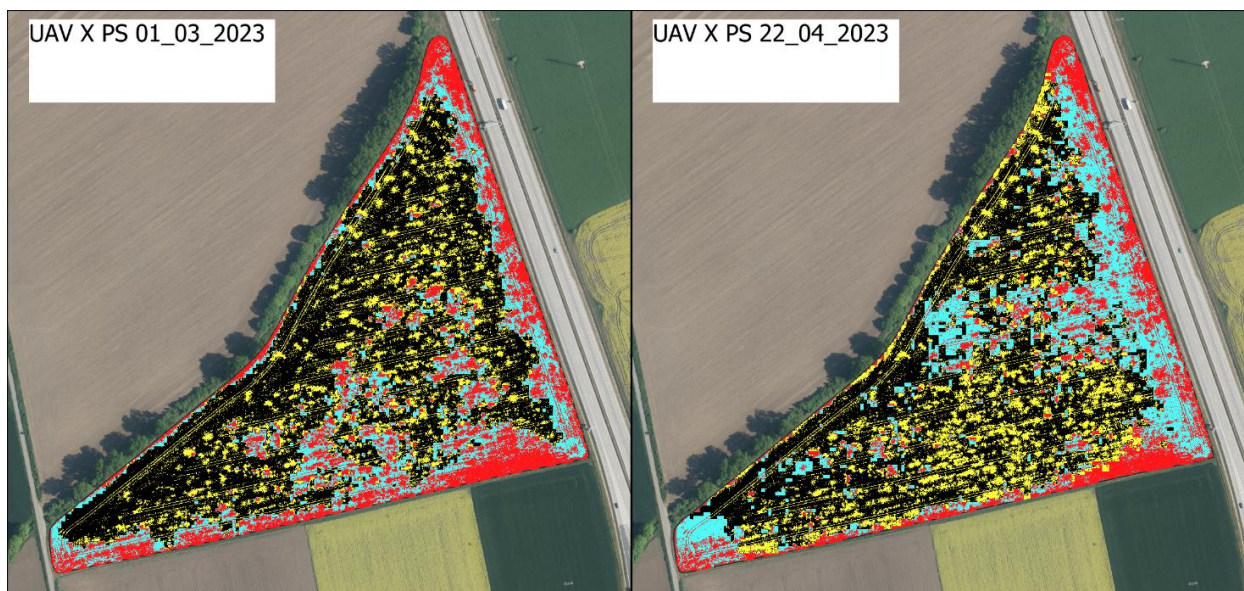
Data získaná za využití UAV a systému PlanetScope byly vzájemně porovnány na základě detekce míry poškození porostu. Referenční hodnoty plošného poškození porostu byly stanoveny z UAV snímku a porovnány s analýzou družicových snímků PlanetScope. Tímto byly zjištěny podlimitní plochy na jednotlivých snímcích. Při jejich následném překryvu lze posuzovat přesnost monitoringu poškozeného porostu pomocí Planet Scope vůči UAV (Obr. 40 – Obr. 42).

Analýza poškozených ploch plodin na základě dat pořízených UAV a systémem PlanetScope byla doplněna o jejich vzájemné porovnání (Obr. 40 – Obr. 42). Veškerá data byla zpracovaná za využití metodiky popsané v kapitole „Popis Ověřené technologie“. Porovnáván byl vždy jeden termín snímkování z UAV a dva (březen a duben) ze systému PlanetScope. Pro kvalifikaci nepoškozeného

porostu (nadlimitní), poškozeného (podlimitního) porostu byl využit vegetační index NDVI. Výsledky porovnání jsou vždy uvedeny v popisu obrazových dat na Obr. 40 až Obr. 42.



Obr. 40: Porovnání detekované poškozené plochy plodin zjištěných na základě analýzy dat pořízených UAV a systémem PlanetScope za využití vegetačního indexu NDVI na pozemku 6606.



Limitní percentil (stanoven dle UAV) = 34 %
 Celková plocha = 8,88 ha
 Celková podlimitní plocha = cca 3,2 ha

Shodná plocha na snímku z UAV i z PS
 srovnání UAV X březen PS 1,76 ha
 srovnání UAV X duben PS 1,42 ha

Vrbice

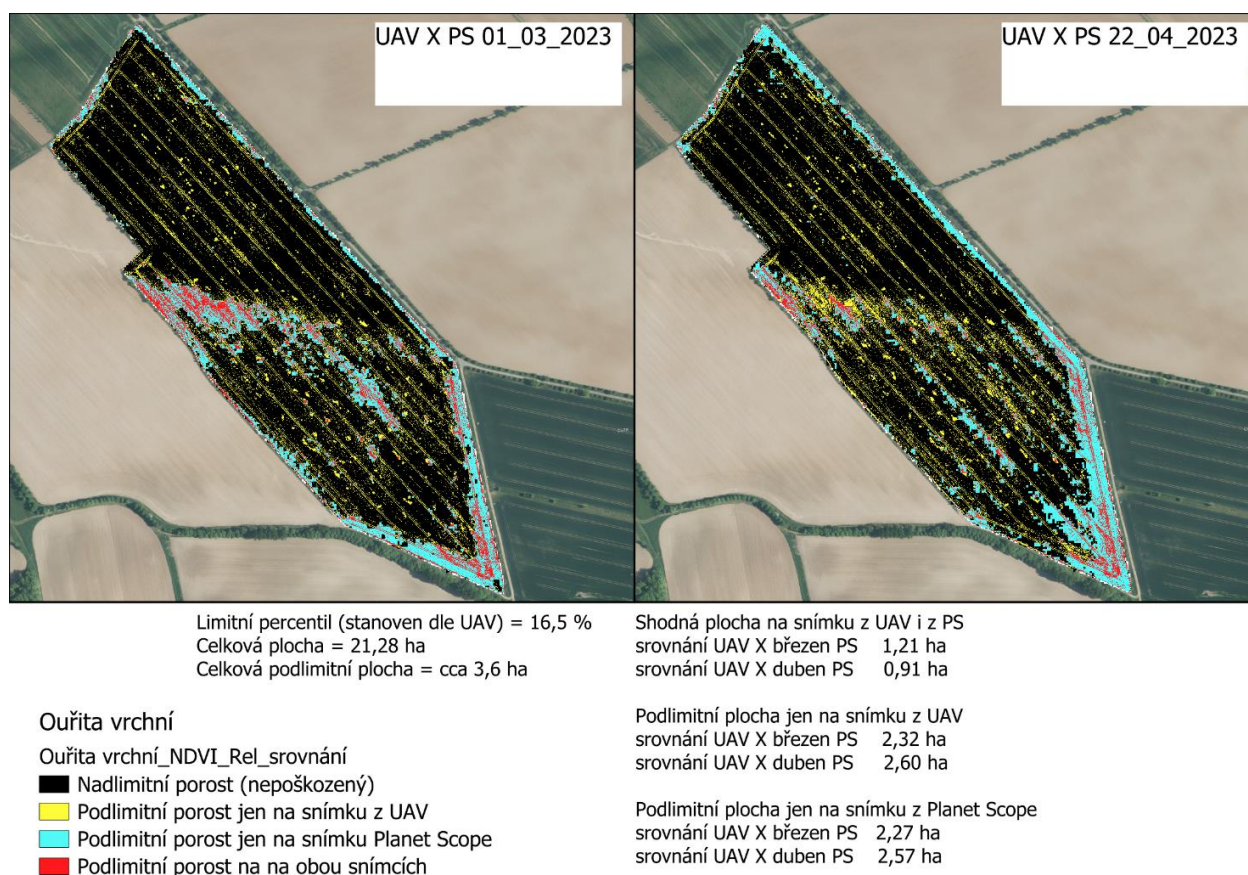
Vrbice_NDVI_Rel_srovnání

- Nadlimitní porost (nepoškozený)
- Podlimitní porost jen na snímku z UAV
- Podlimitní porost jen na snímku Planet Scope
- Podlimitní porost na na obou snímcích

Podlimitní plocha jen na snímku z UAV
 srovnání UAV X březen PS 1,44 ha
 srovnání UAV X duben PS 1,75 ha

Podlimitní plocha jen na snímku z Planet Scope
 srovnání UAV X březen PS 1,35 ha
 srovnání UAV X duben PS 1,76 ha

Obr. 41: Porovnání detekované poškozené plochy plodin zjištěných na základě analýzy dat pořízených UAV a systémem PlanetScope za využití vegetačního indexu NDVI na pozemku 3003/1.



Obr. 42: Porovnání detekované poškozené plochy plodin zjištěných na základě analýzy dat pořízených UAV a systémem PlanetScope za využití vegetačního indexu NDVI na pozemku 305.

Z výsledků porovnání vyplývá, že satelitní data vykazovala obdobný trend výskytu poškozených ploch jako data získaná UAV a lze je pro stanovení intenzity poškození porostu hraboši využít. Limitem použití družicových dat je výskyt oblačnosti a také nižší geometrická přesnost, která omezuje přesné vymezení ploch pro plošně diferencované aplikace přípravků na ochranu rostlin či kapalných hnojiv. Pro tyto účely je vhodnější naplánování UAV snímkování s vysokou přesností určení pozice pořízených snímků (RTK-GNSS).

IV. EKONOMICKÁ ANALÝZA

Technologie byla ověřena na vybraných pozemcích obhospodařovaných zemědělskou společností SALIX MORAVA s.r.o. oseté pšenicí ozimou, ječmenem jarním a řepkou ozimou o souhrnné výměře 388 ha. Z hodnot vegetačního indexu NDVI vypočteného z bezpilotního a družicového snímkování bylo na jaře 2023 detekováno plošné poškození porostu v rozsahu 10,4 – 29,7 %. Plošné vymezení poškozených ploch slouží pro modifikaci pěstebních zásahů formou plošně diferencovaných aplikací přípravků na ochranu rostlin a kapalných hnojiv. Předkládaná technologie má tedy výrazný potenciál přispět ke snížení potencionálně negativních dopadů zemědělské činnosti na životní prostředí v oblasti omezení rizik používání chemických látek a minerálních hnojiv v rostlinné produkci.

Další přínosy jsou v souladu s všeobecným zájmem celé společnosti v oblasti ochrany životního prostředí. Předkládaná technologie má výrazný potenciál přispět ke snížení potencionálně negativních dopadů zemědělské činnosti na životní prostředí v oblasti omezení rizik používání chemických látek (přípravků na ochranu rostlin) v rostlinné produkci.

V. DOPORUČENÍ A ZÁVĚR

Ačkoliv je následné zpracování dat z UAV i PlanetScope téměř totožné, jejich rozdílný charakter podmiňuje různý postup při jejich získávání, ale i výslednou přesnost. Možnost snímkovat pomocí UAV může být omezená počasím (srážky, vysoká rychlost větru) a je při něm nutné respektovat podmínky geografických zón vymezených ÚCL. Dle výšky letu se rozlišení výsledných snímků pohybuje v řádu jednotek centimetrů.

Prostorové rozlišení snímků poskytovaných družicemi PlanetScope činí 3,7 m na pixel, což je výrazně nižší než u dat z UAV, ovšem pro analýzu středně a silně postižených pozemků je dostačující. Dostupnost družicových dat může být omezena oblačností. Konkrétně PlanetScope je komerční službou, což může představovat finanční omezení. Nicméně jak snímky z UAV tak z PlanetScope jsou součástí nabídky různých poskytovatelů podkladových dat pro zemědělskou činnost. Z hlediska využití v praxi je tak vhodné kombinovat oba přístupy - družicová data mohou sloužit pro srovnání se situací v minulosti nebo pro získání základního přehledu o stavu pozemků na velké výměře. Naopak UAV mohou zemědělcům poskytnout velmi kvalitní data pro aktuální hodnocení situace a s využitím pro plánování plošně diferencovaných aplikací, ale potencionálně na omezené výměře (v kontextu výkonu jednotlivých typů UAV).

VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Andreo, V., Belgiu, M., Hoyos, D. B., Osei, F., Provencal, C., & Stein, A. (2019): Rodents and satellites: Predicting mice abundance and distribution with Sentinel-2 data. *Ecological Informatics*, 51: 157-167.
- Beránek, Jakub. 2020. Hraboš polní - noční můra zemědělců. Agromanuál. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/hrabos-polni-nocni-mura-zemedelcu>
- Dong, G., Xian, W., Shao, H., Shao, Q., & Qi, J. (2023): Performance of Multiple Models for Estimating Rodent Activity Intensity in Alpine Grassland Using Remote Sensing. *Remote Sensing*, 15(5): 1404.
- Evangelides, Ch., Nobajas, A. (2020): Red-Edge Normalised Difference Vegetation Index (NDVI705) from Sentinel-2 imagery to assess post-fire regeneration. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 17: 100283.
- Fischer D. W., Harvey R. G., Bauman T. T., Phillips S., Hart S. E., Johnson G. A., Kells J. J., Westra P., Lindquist J. (2004): Common lambsquarters (*Chenopodium album*) interference with corn across the northcentral United States. *Weed Science*, 52: 1034 - 1038.
- Hamouz P. (2014): Metody regulace zaplevelení pro precizní zemědělství. : Česká zemědělská univerzita v Praze, 42 s. Dostupné na: <https://metodiky.agrobiologie.cz/PDF/KAB/METODY-REGULACE-ZAPLEVELENI-PRO-PRECIZNI-ZEMEDELSTVI.pdf>.
- Heege, H. J., (2013): *Precision in crop farming: site specific concepts and sensing methods : applications and results*. Dordrecht: Springer. ISBN 978-94-007-6760-7.
- Jacob, Jens et al. 2020. Europe-wide outbreaks of common voles in 2019. *Journal of Pest Science*. 93(2), 703-709. ISSN 1612-4758. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01200-2>
- Kroulík, M. et al. 2019: Využití bezpilotních prostředků ve sběru dat a řízení vstupů. *Agromanuál: Profesionální Ochrana Rostlin*, 14(10), 74-77.
- Laso, F. a kol. 2020: Land Cover Classification of Complex Agroecosystems in the Non-Protected Highlands of the Galapagos Islands. *Remote Sensing*, 12(1): 65.
- Lukas et al. (2011): *Mapování variability půdy a porostů v precizním zemědělství*. Metodika pro praxi. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 36 s. ISBN 978-80-7375-562-1.
- Lukas, V. A Neudert, L, (2016): Senzorové měření porostů zemědělských plodin pro variabilní aplikaci hnojiv a pesticidů: certifikovaná metodika pro praxi. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-460-5.
- Michez, A., et al. (2016): Use of unmanned aerial system to assess wildlife (*Sus scrofa*) damage to crops (*Zea mays*). *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 4(4), 266-275.
- Neudert, L., V. Lukas et al., 2015: *Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-311-0.
- Plaza, J., et al. (2023): Unmanned aerial systems (UAS) imagery for the automatic detection of burrows of the common vole - Poster. DOI: 10.13140/RG.2.2.36181.81125. 17th RODENS ET SPATIUM - International Conference on Rodent Biology 22–26 May 2023, Valladolid, SPAIN. Dostupné z: <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.36181.81125>. Přístup: 25. 06. 2024.
- Suchomel, Josef et al. (2021): Spill over of the common voles from rape fields to adjacent crops. *Biologia* 76: 1747–1752.
- J. Weier, D. Herring (2020): Measuring vegetation (NDVI & EVI). *NASA earth observatory*. Dostupné z: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation>. Přístup: 11. 08. 2024.
- Wu, W. et al. (2024): Brandt's vole hole detection and counting method based on deep learning and unmanned aircraft system. *Frontiers in Plant Science*, 15: 1290845.
- Zhang, Q. et al., (2024): Research progress of spectral imaging techniques in plant phenotype studies. *Plants*, 13(21): 3088.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY VZNIKU OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE

- Lukas, V., Smutný, V., Cziria, K., Porčová, L.; Širůček, P., Horniaček, I.; Elbl, J. (2022): Cílená aplikace herbicidních látek s využitím technologií precizního zemědělství. *XXII. Česká a slovenská konference o ochraně rostlin*. 08.09.2022 - 09.09.2022, Brno. In: *XXII. Mendelova univerzita v Brně*. ISBN 978-80-7509-848-1. Dostupné z: https://cskor.mendelu.cz/wcd/w-rek-cskor/22cskor_soubory/sbornik-xxii-konference_cskor_2022.pdf
- Lukas V., Smutný, V., Cziria, K., Porčová, L., Širůček, P., Horniaček, I., Elbl, J. (2022): Šetrné hospodaření na půdě s využitím technologií precizního zemědělství. Prezentace na semináři „Pohled přes hranice“, 23-24.3.2022, Dolní Dunajovice.
- Šusliková, B., Lukas, V., Placatová, R. Elbl, J., Křen, J. (2023). Use of remote sensing data for crop monitoring in precision agriculture. *AGROFOR International Journal*, 8(3): 41--48. ISSN 2490-3434. Dostupné z: https://agrofor.ues.rs.ba/data/20231227-05_Suslikova.pdf

VIII. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DPZ – Dálkový průzkum Země

EVI – Rozšířený vegetační index

HSI – Hyperspektrální snímkování

MSI – Multispektrální snímkování

NDVI – Normalizovaný rozdílový vegetační index

NIR – Blízce-infračervená oblast elektromagnetického záření (near-infrared)

RE – Red-edge, oblast elektromagnetického záření mezi viditelnou a blízce-infračervenou částí

RGB – Vizualizace viditelného spektra (červená-zelená-modrá)

UAV – Bezpilotní letadlo (unmanned aerial vehicle) neboli dron

IX. PROTOKOL O OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE

Protokol o ověření technologie

Název ověřené technologie:

Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země

Autoři Ověřené technologie:

- Ing. Jakub Elbl, Ph.D. – JTZE Horní Moštěnice s.r.o., Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice; Mendelova Univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
- doc. Vojtěch Lukas, Ph.D. – Mendelova Univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
- Ing. Tomáš Kaplánek – Mendelova Univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
- Ing. Antonín Kintl, Ph.D. – Zemědělský výzkum, spol. s.r.o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko
- Ing. Julie Sobotková – Zemědělský výzkum, spol. s.r.o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko
- Ing. Jiří Kouřil – JTZE Horní Moštěnice s.r.o., Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice

Předmět ověřování:

Cílem ověřené technologie je popsat a ověřit postupy plošného vymezení poškození porostu polních plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) s využitím metod dálkového průzkumu Země – bezpilotního snímkování pomocí dronů a družicový monitoring. Ověřená technologie zahrnuje popis postupu sběru dat s využitím bezpilotních prostředků, zpracování obrazových dat v GIS do podoby ortomozaik a rozhodovací kritéria vymezení poškozených ploch hrabošem. Uvedené postupy byly ověřeny v zemědělské společnosti SALIX MORAVA s.r.o.

Ověřující pracoviště:

Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF,
Mendelova univerzita v Brně
Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno
IČO: 62156489 – Řešitel projektu

SALIX MORAVA s.r.o.
Revoluční 130/30
751 17 Horní Moštěnice
IČO: 25380893 – Zemědělský podnik, uživatel technologie

Termín ověření:

Listopad 2022 (výběr ověřovací lokality, počátek monitoringu vybraných pozemků) –
květen 2024 (vyhodnocení výsledků a zpracování technické dokumentace)

Technická dokumentace:

Viz. Příloha – Technická dokumentace výsledku (popis technologie včetně protokolu
o způsobu a vlastním testování ověřené technologie)

Závěrečné konstatování:

Technologie hodnocení poškození porostů zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země byla ověřena přímo v provozu, na reálných zemědělských plochách. Pořízení obrazových dat, jejich analýza a ověření jednotlivých postupů dané technologie bylo provedeno na pozemcích zemědělské společnosti SALIX MORAVA s.r.o. oseté pšenicí ozimou, ječmenem jarním a řepkou ozimou o souhrnné výměře 388 ha. Použité metody umožnily sledování celé plochy pozemků, což by konvenčními postupy terénního průzkumu nebylo možné efektivně dosáhnout. Z hodnot vegetačního indexu NDVI vypočteného z bezpilotního a družicového snímkování bylo ve vegetačním období 2023 detekováno plošné poškození porostu v rozsahu 10,4 – 29,7 %. Přesné prostorové vymezení takto dotčených ploch slouží pro modifikaci pěstebních zásahů, zejména formou plošně diferencovaných aplikací přípravků na ochranu rostlin a kapalných hnojiv. Použitím postřikovací techniky s ovládáním jednotlivých trysek lze zohlednit takto vymezené plochy a cíleně aplikovat přípravky na ochranu rostlin (či kapalná hnojiva).

Další přínosy jsou v souladu s všeobecným zájmem celé společnosti v oblasti ochrany životního prostředí, zejména při ochraně zdrojů pitné vody. Předkládaná technologie má tak výrazný potenciál přispět k redukci nezbytně aplikovaných ploch, efektivně využívat agrochemické látky a snížit potencionálně negativní dopady zemědělské činnosti na životní prostředí v oblasti omezení rizik používání chemických látek a minerálních hnojiv v rostlinné produkci.

Technologie „Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země“ byla navržena a ověřena v rámci řešení výzkumného projektu MENDELU IGA24-AF-IP-055 s názvem „Detekce poškození porostů zemědělských plodin hrabošem polním (*Microtus arvalis*) metodami dálkového průzkumu Země“.

Za autorský tým MENDELU Ing. Jakub Elbl, Ph.D. Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF Mendelova univerzita v Brně V Brně dne: 2. 12. 2024	 (podpis)
--	--

Za uživatele technologie Iain Dykes, jednatel společnosti Stanislav Sobek, jednatel společnosti SALIX MORAVA s.r.o. Revoluční 130/30 751 17 Horní Moštěnice IČO: 25380893 V Horní Moštěnici dne: 2. 12. 2024	  SALIX MORAVA s.r.o. Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice Tel.: 581 705 444 IČ: 253 80 893 DIČ: CZ25380893  (podpis)
--	---

Název: Hodnocení poškození porostu zemědělských plodin hrabošem polním za využití technologií dálkového průzkumu Země

Autoři:

Ing. Jakub Elbl, Ph.D. – JTZE Horní Moštěnice s.r.o., Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice;
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

doc. Vojtěch Lukas, Ph.D. – Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

Ing. Tomáš Kaplánek – Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

Ing. Antonín Kintl, Ph.D. – Zemědělský výzkum, spol. s.r.o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko

Ing. Julie Sobotková – Zemědělský výzkum, spol. s.r.o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko

Ing. Jiří Kouřil – JTZE Horní Moštěnice s.r.o., Revoluční 130/30, 751 17 Horní Moštěnice

Vydala: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 BRNO

Vydání: první, 2024

Počet stran: 40 str.

Vydáno bez jazykové úpravy.

Publikace je poskytována bezplatně.

Kontakt na autory: elbl@jtze.cz

