



Program **Prostředí pro život**

Project TAČR SS07020317

**Monitoring rozšíření a managementu invazních a expanzních rostlin
s využitím pokročilých metod DPZ**

Průběžná zpráva 2024

Autoři zprávy a výstupů

PŘF UK

Lucie Kupková, Markéta Potůčková, Lucie Červená, Jakub Lysák, Záboj Hrázský, Alex Šrollerů,

Adam Kulich, Barbora Novotná

Botanický ústav AV ČR

*Michaela Vítková, Jan Pergl, Jiří Sádlo, Jan Čuda, Irena Perglová, Josef Kutlvašr, Klára Kušková,
Natálie Kolombová, Ivana Rajznoverová, Vojtěch Vitek, Lucie Brožková*

Univerzita Karlova Přírodovědecká fakulta, Botanický ústav AV ČR, v. v. i.

leden 2025



CHARLES UNIVERSITY
Faculty of Science



**Financováno
Evropskou unií**
NextGenerationEU

1. Identifikační údaje/základní informace

Program:	Prostředí pro život
Název projektu:	Monitoring rozšíření a managementu invazních a expanzních rostlin s využitím pokročilých metod DPZ
Číslo projektu:	SS07020317
Období řešení projektu:	duben 2024 až červen 2026
Účastníci projektu:	Univerzita Karlova Přírodovědecká fakulta (hlavní příjemce) Botanický ústav AV ČR, v. v. i.
Hlavní řešitel:	doc. RNDr. Lucie Kupková Ph.D.
Uživatel výsledku:	Správa KRMAP

2. Představení projektu – cíle/činnosti

Cílem projektu je navrhnout a automatizovat technologii monitoringu rozšíření a kontroly efektivity různých typů managementu vybraných druhů invazních a expanzních rostlin s využitím pokročilých metod DPZ. Dílčí cíle:

1. Pořídit v různých termínech (v různých vývojových fázích) multispektrální UAV data s velmi vysokým prostorovým rozlišením a zároveň botanická referenční data pro lokality s porosty zájmových druhů v Krkonoších a Orlických horách.
2. Testovat spolehlivost mapování invazních/expanzních rostlin pomocí DPZ pro (a) efektivní monitoring rozšíření a (b) kontrolu úspěšnosti různých managementových zásahů (pastva, kosení, chemické ošetření, mulčování, vyrývání), na základě výsledků navrhnout ověřenou technologii a způsob její implementace včetně automatizovaného nástroje na zpracování dat.

Projekt je zaměřen na testování a hodnocení efektivního monitoringu rozšíření vybraných invazních a expanzních druhů (invazní *Rumex alpinus*, *Telekia speciosa*, *Lupinus polyphyllus* a expanzní *Veratrum album* a *Senecio nemorensis* agg.) a kontroly úspěšnosti různých způsobů managementu založených na využití nejmodernějších metod DPZ, tj. aplikaci metod strojového učení na data vysokého prostorového a časového rozlišení (UAV a letecká ortofota, družicová data, např. PlanetScope) v kombinaci s podpůrnými botanickými daty. Interdisciplinární přístup k řešení je zajištěn spoluprací odborníků v oblasti botaniky, kteří se dlouhodobě věnují invazním rostlinám (Vítková et al., 2023), a v oblasti geoinformatiky, kteří se věnují mapování vegetace z dat DPZ vysokého rozlišení (Kupková et al, 2023).

V rámci známého výskytu uvedených druhů na lokalitách v Krkonoších a Orlických horách, kde jsou jejich šířením ohroženy cenné horské biotopy, je jejich detekce s pomocí DPZ testována v ideálních podmínkách pro daný druh, jako je doba kvetení (*Telekia* a *Lupinus*), nebo plné olistění (*Rumex*), ale i mimo ně, např. zjara při rašení listů. Dále je testován výskyt zájmových druhů ve směsi s dalšími dominantami na téže lokalitě, které jsou v určité fázi vývoje fyziognomicky podobné (např. *Telekia* a *Petasites* nebo *Rumex* a *Adenostyles*). Ve spolupráci s vlastníky pozemků a správami KRMAP a CHKO Orlické hory jsme na sledovaných lokalitách vymezili trvalé plochy, na nichž jsou testovány nejčastější formy managementu používané pro likvidaci sledovaných druhů v horských podmínkách: pastva (ovce, krávy, koně), kosení, mulčování, chemické ošetření a vyrývání, příp. jejich kombinace.

V závislosti na potřebách hospodářů a zájmů ochrany přírody jsme upravili dobu zásahu a typ managementu. Jako kontroly jsme na stejné lokalitě vybrali nezasažené luční porosty nebo porosty s co nejmenším výskytem cílového druhu. Na opačném pólu gradientu byly vybrány invadované plochy bez managementu. Zde jsme upřednostnili zájem ochrany přírody a nenechávali část obhospodařovaných lokalit bez zásahu kvůli našemu výzkumu, ale vymezili jsme takové studijní plochy na jiných lokalitách, kde management neprobíhal. Všechny lokality byly v prvním roce řešení projektu monitorovány jak klasickými botanickými metodami pomocí opakovaného vegetačního snímkování, což umožnilo podchytit různé aspekty vegetační sezóny, tak metodami DPZ před zásahem a v odstupu od něj. Aplikace jednotlivých forem managementu i vlastní monitoring bude pokračovat i v další sezoně (2025). Díky založení trvalých ploch bude ve spolupráci s vlastníky a správami CHÚ probíhat management i po skončení projektu, stejně jako související studium změn v druhovém složení vegetace. Budou tak získány důležité informace o tom, jak se zájmové druhy šíří a jak úspěšně/dlouho přežívají při aplikaci různých typů managementu, což se uplatní jednak v praktické ochraně přírody v plánování a monitoringu úspěšnosti zásahů, i jako podklad pro predikční modely. V Krkonoších budou pilotně testovány možnosti využití leteckých ortofot a dat družic PlanetScope pro monitoring šťovíku alpského a lupiny velkolisté s cílem zjistit, jak jsou tyto druhy detekovatelné v datech s různým prostorovým, spektrálním a časovým rozlišením.

Práce na projektu je realizována v rámci následujících aktivit:

- A1) Botanické mapování rozšíření invazních/expanzních druhů před/v průběhu/po aplikaci managementových zásahů
- A2) Managementové zásahy
- A3) Monitoring rozšíření invazních/expanzních druhů a účinnosti managementových zásahů s využitím UAV
- A4) Testování využitelnosti leteckých ortofot a družicových dat PlanetScope pro monitoring šťovíku alpského a lupiny mnoholisté
- A5) Syntéza, tvorba a testování konečných výstupů projektu, implementace, osvětové a propagační aktivity

Dílčí aktivity A1 – A4 jsou vzájemně provázány a vyústí v syntézu (A5), jejímiž hlavními výstupy jsou: „Ověřená technologie monitoringu rozšíření a účinnosti managementu zájmových invazních/expanzních druhů s využitím pokročilého DPZ“, sada specializovaných map s odborným obsahem a sada nástrojů pro automatizované zpracování UAV obrazových dat. Výsledky projektu budou prezentovány např. formou odborných článků, příspěvků na konferencích, na webu projektu a formou workshopu. Výstupy/výsledky projektu budou využitelné v rámci celé ČR též pro kontrolu provedení a účinnosti zásahů v rámci dotačních programů, resp. kontrolu efektivit přidělování dotací.

3. Popis řešení projektu

Seznam jednotlivých aktivit A1–A5, které byly v projektu plánovány, a postup jejich plnění shrnuje tabulka 1. Rok 2024 byl zaměřen zejména na získávání dat v terénu. Pořízení UAV dat a botanické mapování proběhlo ve 4 návazných termínech – viz tabulka 2. Hlavním cílem řešení projektu v roce 2024 bylo vytýčení výzkumných ploch a pořízení UAV a botanických dat pro sledované invazní a expanzní druhy v Krkonoších a Orlických horách (viz tabulka 3 a obrázky 1 a 2), domluva a sledování

managementových opatření (tabulka 4) a předzpracování dat. Započala také analýza získaných dat. Průběh jejich řešení v roce 2024 je podrobně specifikován v další části textu.

Tabulka 1: Seznam aktivit a postup jejich plnění v roce 2024

Aktivita	Činnosti 2024	Stav
A1a Monitoring rozšíření invazních/expanzních druhů		
A1a	– finální výběr zájmových lokalit	Dokončeno. Seznam viz tabulka 3.
A1a	– příprava vrstvy s výskytem zájmových druhů pro terénní šetření (podle literárních zdrojů)	Dokončeno. Archiv BÚ.
A1a	– mapování botanických referenčních dat pro zájmové druhy a kontroly v různých fázích vývoje rostliny (4× za rok) v Krkonoších i Orlických horách	Rozpracováno, pokračuje 2025. Archiv výsledků 2024 PŘF obsahuje více než 1000 záznamů.
A1b Monitoring invazních/expanzních druhů po aplikaci/v průběhu aplikace managementových zásahů		
A1b	– založení trvalých ploch pro dlouhodobé sledování efektivity různých typů managementu a jejich vyznačení v terénu	Dokončeno. Seznam viz tabulka P2.
A1b	– pořízení fytocenologických snímků na trvalých plochách (1× ročně) Doplňováno během sezóny o nové druhy	Dokončeno. Seznam viz tabulka P2. Shrnutí viz tabulka 4.
A1b	– zaznamenávání vybraných vlastností na trvalých plochách ve stejných termínech jako létání (3× ročně – před zásahem, krátce po něm a s několikátýdenním odstupem)	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A1b	– mapování výskytu zájmových druhů a kontrolních dominant pomocí GPS na trvalých plochách (3× ročně jako létání)	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A2 Managementové zásahy		
A2	– získání informací o historickém hospodaření na lokalitách/plochách (10 let)	Dokončeno. Viz tabulka P5 v přílohách.
A2	– výběr vhodných typů managementu pro každou lokalitu/druhy na lokalitě a jejich načasování (s ohledem na již probíhající management) v Krkonoších i Orlických horách	Dokončeno. Seznam viz tabulka P2.
A2	– domluva realizace managementů s vlastníky	Dokončeno. Omezené možnosti změny.
A2	– realizace managementů	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A2	– průběžné hodnocení efektivity managementů	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A3 Monitoring rozšíření invazních/expanzních druhů a účinnosti managementových zásahů s využitím UAV		
A3	– pořízení multispektrálních UAS dat pro zájmové lokality v Krkonoších i Orlických horách (4× za sezónu)	Dokončeno.
A3	– analýza multitemporálních dat s využitím podpůrných botanických dat a tvorba tematických výstupů	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A3	– hodnocení přesnosti výstupů (celková přesnost, F1-skóre)	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A3	– terénní validace výstupů	Plánováno na 2025
A4 Testování využitelnosti leteckých ortofot a družicových dat PlanetScope pro monitoring šťovíku alpského a lupiny mnoholisté		
A4	– výběr vhodných lokalit pro analýzu rozšíření šťovíku alpského a lupiny mnoholisté ve východních Krkonoších	Dokončeno. Vybrány části k. ú. Pec p. Sněžkou a Velká Úpa
A4	– shromáždění/stažení ortofot z let 2010 a 2020 a multitemporálních dat PlanetScope z vegetační sezóny 2019 – analýza časové řady obou typů dat s využitím botanických referenčních dat z let 2009 a 2019 a tvorba tematických výstupů	Rozpracováno, pokračuje 2025.
A5 Syntéza, tvorba a testování výstupů, implementace		
A5	– průběžná komunikace s uživateli a osvětová činnost, jednání s hospodáři	Proběhlo.
A5	– prezentace výsledků, publikační a propagační aktivity. Konference	Proběhlo – poster na konferenci.
A5	– tvorba komplexních/syntetických výstupů/výsledků projektu články	Průběžná zpráva 2024. Odborná zpráva 2024.

Tabulka 2: Terénní výjezdy

Krkonoše Pořízení UAV dat	Botanické mapování a fytocenologické snímkování	Orlické hory Pořízení UAV dat	Botanické mapování a fytocenologické snímkování
23–24. 5. 12–13. 6. 8–9. 7. 7–8. 8.	7–9., 27–31.5. 17–21. 6. 9–14. 7. 13–17. 8.	26. 4.; 10. 5. 11–13. 6. 14–15. 7. 19–20. 8.	26. 4.; 14–15., 20–22. 5. 11–13., 25. 6. 17–19. 7.; 1–2. 8. 20–21., 26. 8.

Tabulka 3: Zájmové lokality a jejich stručná charakteristika

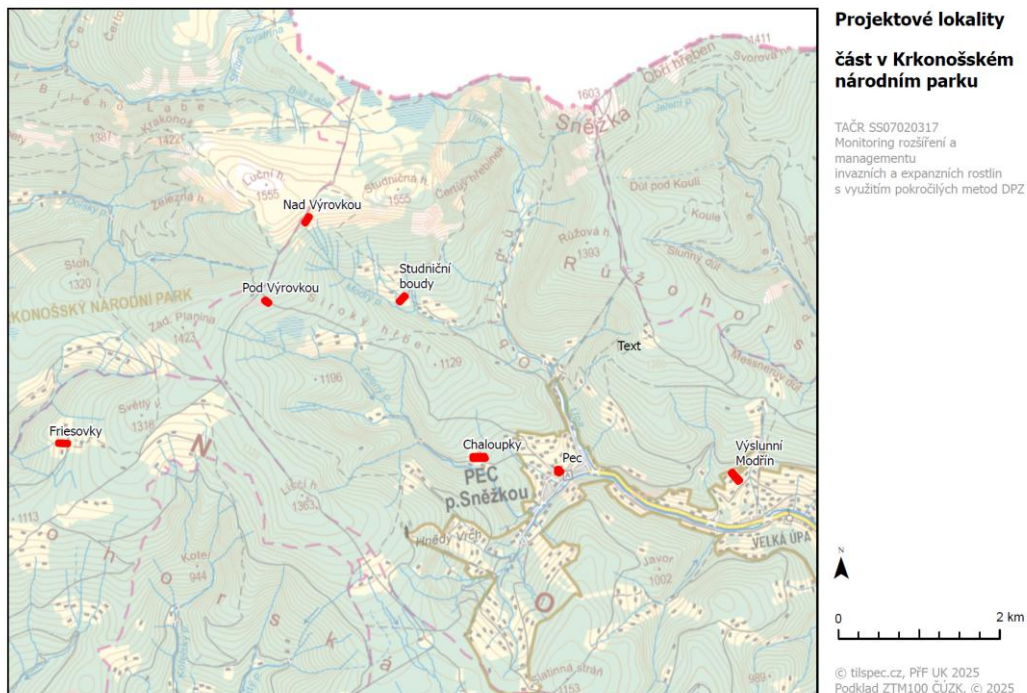
oblast	katastr	lokalita	m ²	let24	moz24	n TV	% TV	L	R	V	S	T
KRNAP	Pec p. S.	Chaloupky	8100	5678	5678	218	0.10%	1	o	x	x	x
KRNAP	Pec p. S.	Nad Výrovkou	11000	5678	5678	191	0.03%	x	.	1	1	x
KRNAP	Pec p. S.	Pec	5900	x678	x678	129	0.22%	1	o	x	x	x
KRNAP	Pec p. S.	Pod Výrovkou	4000	5678	5678	107	0.35%	x	1	o	o	x
KRNAP	Pec p. S.	Studniční b.	5000	5678	5678	117	0.11%	x	1	1	1	x
KRNAP	Strážné	Dvorská b.	9800	5678	5678	118	0.05%	x	x	1	x	x
KRNAP	Strážné	Friesovy b.	4500	5678	5678	167	0.34%	x	1	.	o	x
KRNAP	V. Úpa	Výsluní Modřín	9800	5678	5678	203	0.11%	1	x	x	.	x
O. hory	Deštné v O. h.	U Šerlišského mlýna	9500	56x8	56x8	145	0.06%	x	.	1	o	x
O. hory	Jedlová v O. h.	U Matouše	4100	5678	5678	241	0.39%	1	x	x	x	x
O. hory	Nebeská Rybná	Hamer. Za Olb. mlýnem	2300	5678	5x78	63	0.23%	x	x	x	x	1
O. hory	Nebeská Rybná	Jůlinčino údolí	2000	5678	5678	110	1.40%	x	o	x	o	1
O. hory	Pěčín u R. n. K.	Hamernice tábor	9600	5678	5678	188	0.22%	x	x	x	x	1
O. hory	Říčky v O. h.	Macháček	4200	5678	5678	181	0.31%	1	x	x	x	x
O. hory	Říčky v O. h.	U hasičů	4700	5678	5x78	333	0.57%	1	x	x	x	1

Vysvětlivky: 5678 – letecká data pořízena v květnu, červnu, červenci i srpnu; x – označuje termín, kdy nebyla pořízena data nebo se nepodařilo z dat sestavit mozaiku; let24 – úspěšné lety; moz24 – úspěšné zpracování mozaiky; n TV – počet trénovacích a validačních (tv) polygonů; % TV – podíl rozlohy tv polygonů na rozloze lokality; L – *Lupinus polyphyllus*; R – *Rumex alpinus*; V – *Veratrum album* subsp. *Lobelianum*; S – *Senecio hercynicus*; T – *Telekia speciosa*; 1 – druh se na lokalitě vyskytuje, dostatek trénovacích polygonů; o – druh se vyskytuje na lokalitě pouze okrajově, pro detekci je vhodný soubor tv rozšířit; „.” – druh se na lokalitě vyskytuje ojediněle, pravděpodobnost úspěšné detekce je velice nízká; druh se na lokalitě nevyskytuje – „x“

Tabulka 4: Sledované druhy

druhy	A	B	C	D	E
<i>Lupinus polyphyllus</i>	6	6	6	24	pastva, seč, vyrývání, mulč, lado, herbicid
<i>Rumex alpinus</i>	8	3	3	5	pastva, lado
<i>Veratrum album</i>	6	4	3	13	pastva, seč, mulč, lado
<i>Senecio hercynicus</i>	7	2	5	4	pastva, lado
<i>Telekia speciosa</i>	5	4	2	11	seč, mulč, lado

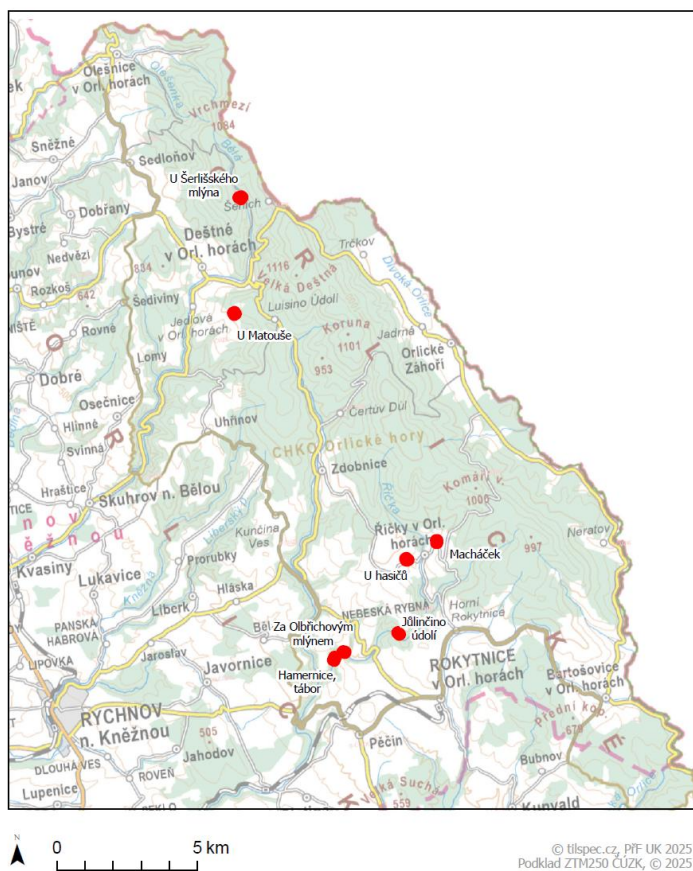
Vysvětlivky: A – počet lokalit s výskytem; B – počet lokalit s rozvinutou invazí/expanzí; C – počet kombinací lokalit a termínů s úspěšně vytvořenou mozaikou určených pro vývoj metod detekce druhů; D – počet fytocenologických snímků; E – výčet kombinací sledovaných managementových zásahů



Obrázek 1: Zájmové lokality v KRNAP

Projektové lokality část v Orlických horách

TAČR SS07020317
Monitoring rozšíření a managementu invazních a expanzních rostlin s využitím pokročilých metod DPZ



Obrázek 2: Zájmové lokality v Orlických horách

Postup práce na jednotlivých aktivitách

A1a Monitoring rozšíření invazních/expanzních druhů

Koordinace: BÚ

Účast: PŘF UK (spolupráce v terénu, školení pro práci s GNSS přijímačem a technická pomoc)

Spolupráce: KRNP, CHKO Orlické hory, zemědělci (vlastníci/nájemci pozemků ve sledovaných lokalitách)

V souladu s návrhem projektu se zabýváme pěti dominantami, z nichž tři jsou invazní (nepůvodní v ČR) – *Lupinus polyphyllus* (lupina mnoholistá, obrázek 3), *Telekia speciosa* (kolotočník ozdobný) a *Rumex alpinus* (šťovík alpský) a dva expanzní (v ČR původní) – *Veratrum album* (kýchavice bílá) a *Senecio nemorensis* agg. (starček hajní, obrázek 3), který zahrnuje jak *Senecio hercynicus* (starček hercynský), tak *Senecio ovatus* (starček Fuchsův). Důležité vlastnosti zájmových druhů pro botanický výzkum i pro mapování UAV, dále ohniska šíření a testovaný management uvádí tabulka P1 (v příloze).



Obrázek 3: Ukázka měření polohy invazního druhu *Lupinus polyphyllus* (vlevo) a expanzního druhu *Senecio nemorensis* agg. (vpravo)

Finální výběr lokalit

Na základě podkladů ze Správy KRNP a CHKO Orlické hory, databází (např. Pladias) a zkušeností řešitelského týmu z předchozích projektů byl vytvořen širší okruh lokalit, z nichž byla vytvořena vrstva na www.mapy.cz. Podle výsledků jednání s vlastníky a nájemci pozemků o souhlasu s výzkumem a podle plánovaného managementu byl výběr zúžen, aby byly podchyceny jak různé stanovištní podmínky (zejména sklon, dostupnost světla, půdní vlhkost), tak různé formy managementu (seč, pastva, mulčování, vyrývání, chemické ošetření, bez zásahu). Byly vybrány i lokality, kde se vyskytovala mozaika více cílových druhů. Finální seznam sedmi lokalit v CHKO Orlické hory a osmi

v KRNP (tabulka P2 – v přílohách) byl vytvořen na základě terénního šetření řešitelského týmu byl výběr byl posouzen jak z hlediska botanického výzkumu, tak mapování pomocí UAV.

Tato část projektu musela proběhnout rychle – v dubnu až začátkem května 2024, abychom stihli jarní aspekt, plánovaný v návrhu projektu.



Obrázek 4: Trvalá plocha s dominancí invazního druhu *Telekia speciosa* s příměsí přirozeného druhu *Petasites hybridus* s fyziognomicky podobnými listy v Julíně údolí v Orlických horách



Obrázek 5: Trvalá plocha s expanzí *Veratrum album* subsp. *lobelianum* pod Dvorskou boudou v Krkonoších

Pořízení botanických referenčních dat

Čtyřikrát za vegetační sezónu (viz tabulka 2) jsme na území KRNAP a CHKO Orlické hory mapovali výskyt zájmových druhů (obrázek 5), dalších významných dominant tvořících porosty (např. původní *Vaccinium myrtillus*, nepůvodní *Imperatoria ostruthium*), výrazně kvetoucích druhů (např. *Taraxacum officinale*), fyziognomicky podobných druhů (např. *Petasites* a *Telekia* – obrázek 5) a výrazných objektů (např. hromada kamení). Zájmové druhy byly mapovány v různých fenologických fázích a vitalitě (např. okousaný jedinec, namrzlý atd.). Vždy jsme se snažili podchytit variabilitu fenofází i vitality na celé lokalitě. U každého zaměřovaného výskytu rostliny byly zaznamenávány tyto vlastnosti: výška rostliny, pokryvnost v kruhu určitého poloměru, vitalita a fenofáze (viz též aktivita A1b).

Používali jsme přístroje GPS Trimble ve vlastnictví BÚ AV ČR (modely Geo 7X a 6000) a dále jsme měli zapůjčené GPS přístroje od týmu z PřF UK (Trimble Juno a Trimble R8) se subdecimetrovou přesností dále kalibrovanou pozemními korekcemi až na přesnost několika centimetrů. Na každé lokalitě jsme zaměřili několik desítek bodů s důrazem na nepůvodní i původní dominanty porostu. Měření neprobíhalo vždy ideálně. Přesnost měření byla negativně ovlivněna především topografií terénu. Horších výsledků jsme dosahovali v údolích s omezenou viditelností GPS družic (Julinčino údolí v Orlických horách) a také na lokalitách s omezenou dostupností internetového připojení (např. Dvorská bouda v Krkonoších), nutného pro pozemní GPS korekce.

Tato data sloužila jako referenční pro trénování a validaci klasifikací snímků z UAV pro zájmové lokality v Krkonoších a Orlických horách s porosty jednotlivých sledovaných druhů invazních a expanzních rostlin a pro kontrolní porosty. Ověření výskytu zájmových druhů detekovaných na základě výsledků klasifikace z pokročilých metod DPZ bude probíhat v letech 2025 a 2026. Po publikování výsledků projektu budou všechny zjištěné výskyty předány AOPK ČR k aktualizaci NDOP.

Dále jsme zahájili mapování nepůvodních druhů nad hranicí lesa v návaznosti na projekt KRNAP (CZ.05.01.06/01/22_029/0002269), který zjišťuje výskyt stejných nepůvodních invazních druhů (*Lupinus polyphyllus*, *Rumex alpinus*, *Telekia speciosa*, *Reynoutria sp.* a *Impatiens glandulifera*) a ve stejném území (k. ú. Velké a Malé Úpy a Pece pod Sněžkou) jako v letech 2009 a 2019. Na základě těchto výskytů jsme v rámci projektu POPFK 115V17700–1038 v letech 2021–2022 vytvořili predikční modely šíření těchto druhů v závislosti na vlastnostech druhu, stanoviště a prováděném managementu. Vrstva aktualizovaných výskytů pořizovaných pracovní skupinou KRNAP od r. 2024 a doplnění o partie nad hranicí lesa v rámci našeho projektu, umožní predikční modely aktualizovat a území rozšířit až ke státní hranici. V subalpínském a alpínském stupni Krkonoš mapování nepůvodních druhů zatím neproběhlo, přestože se jedná o nejcennější území KRNAP. Tyto údaje, včetně predikcí do budoucnosti, jsou tak velmi cenné pro ochranu přírody. Během mapování v roce 2024 (obrázek 6) jsme z výše uvedených neofytů podle očekávání zaznamenali pouze výskyt *Rumex alpinus*. Překvapilo nás však šíření naturalizovaného neofytu *Digitalis purpurea* (obrázek 7) podél cesty z Luční boudy údolím Bílého Labe. V předchozích výzkumech jsme tento druh nad hranicí lesa dosud nezaznamenali. Na mapování se podíleli zejména studenti, a to doktorandi Ing. Josef Kutlvař a Mgr. Klára Kušková a studenti gymnázia Vojtěch Vítek a Lucie Brožková. V roce 2025 bude tato aktivita pokračovat.



Obrázek 6: Mapování nepůvodních druhů kolem cest v arкто-alpínské tundře Východních Krkonoš



Obrázek 7: Nový nález šíření nepůvodního druhu *Digitalis purpurea* podél cesty vedoucí údolím Bílého Labe až do arкто-alpínské tundry

A1b Monitoring invazních/expanzních druhů po aplikaci/v průběhu aplikace managementových zásahů

Koordinace: BÚ

Účast: PŘF UK (spolupráce v terénu, školení pro práci s geodetickou GPS a technická pomoc)

Spolupráce: KRNAP, CHKO Orlické hory, zemědělci (vlastníci/nájemci pozemků ve sledovaných lokalitách)

V souladu s návrhem projektu byly po dohodě s vlastníky, nájemci pozemků, CHKO Orlické hory a KRNAP založeny trvalé plochy pro dlouhodobé sledování efektivity různých typů managementových zásahů. Kvůli možnému budoucímu srovnání byl zvolen stejný design, jako se používá při mapování luční vegetace v projektu Divland – Centrum pro krajinu a biodiverzitu (TAČR SS02030018),

probíhající mj. i na území KRMAP (zapojení M. Vítkové a J. Kutlvašra). Trvalé plochy mají tvar čtverce o velikosti 25 m² (5×5 m) s vnořenou podplochou 10 m² (3,16×3,16 m). Větší plocha je orientována tak, aby protilehlé strany ležely ve směru S–J a Z–V (platí pro rovinu i svah) a vnořená plocha je umístěna vždy v JZ rohu větší plochy. Všechny plochy byly vyznačeny v terénu zakopanými kovovými hřebíky s plastovým víčkem (aby nebránily při provádění managementových zásahů), které lze relativně snadno dohledat v terénu detektorem kovu. Poloha rohů všech ploch byla zaměřena geodetickou GPS. Na každé ploše byl zapsán fytocenologický snímek s pokryvnostmi všech druhů v procentní škále v květnu až červenci; přesné termíny jsou uvedeny v tabulce P2. Dřívější termín snímkování v květnu se ukázal jako vhodný zejména pro druhy *Lupinus* a *Telekia*, kdy invazní dominanty ještě nebyly tak vysoké a umožňovaly dobrou přehlednost jejich podrostu. V průběhu dalšího terénního výzkumu byly doplňovány pozdější druhy, např. *Agrostis capillaris*. Naopak v subalpínském pásmu Krkonoš bylo nutné snímkování o měsíc posunout, aby byla vegetace ve srovnatelném stadiu. Celkem bylo zapsáno 97 fytocenologických snímků (včetně vnořených) o 192 taxonech (tabulka P3), z nichž byla vytvořena databáze v programu Turbover. Názvy taxonů jsou použity v souladu s databázovým programem. Po publikaci výsledků budou fytocenologické snímky zaslány ke zveřejnění do České národní fytocenologické databáze (ČNFD) a lokalizace druhů na AOPK ČR pro aktualizaci Nálezové databáze ochrany přírody (NDOP).

Původní záměr, že budeme mít všechny typy managementu na téže lokalitě, příp. na blízkých lokalitách, se ukázal v praxi jako neřešitelný. Brání tomu jednak technická omezení a někdy také podmínky zemědělských dotací. Nejlépe se nám podařilo podchytit variabilitu managementových zásahů u druhu *Lupinus polyphyllus*, který jsme tak zvolili jako modelový. Díky napojení na pracovní skupinu Správy KRMAP vedenou Ing. Zdeňkem Hevákem a Marcelou Noskovou jsme mohli zařadit i vyrývání a chemickou likvidaci. Dostali jsme tak kompletní sadu uvažovanou v návrhu projektu v Krkonoších a Orlických horách, a to seč, pastva, mulčování, chemická likvidace, vyrývání a bez managementu. Pokryvnosti cílového druhu se pohybovaly od 1 % do 90 %. Zastoupené typy managementu u ostatních zájmových druhů uvádí tabulka P4. Na každé lokalitě a typu managementu byla zvolena kontrola buď v nezasaženém porostu anebo, pokud takovou plochu nebylo možné na stejné lokalitě nalézt, v porostu s co nejnižší pokryvností cílového druhu.

V několika časových intervalech – jarní aspekt, vegetační optimum, bezprostředně po managementu a s delším odstupem od zásahu jsme na trvalých plochách zjišťovali u cílových druhů tyto vlastnosti: výška rostliny, vitalita, fenologie a pokryvnost. Stejně vlastnosti byly měřeny po každém použití dronů na celé letové ploše u každého mapovaného jedince/populace invazního/expanzního druhu a dalších fyziognomicky podobných dominant jako v předchozí pracovní aktivitě. Tím jsme podrobně zmapovali reakci druhu na daný typ managementu přímo v terénních podmínkách, což umožní přesnější srovnání efektivity provedených zásahů s výsledky získanými z dronů.

Aktivita A2 – Managementové zásahy

Koordinace: BÚ

Účast: PŘF UK

Spolupráce: KRMAP, CHKO Orlické hory, zemědělci (vlastníci/nájemci pozemků ve sledovaných lokalitách)

Managementové zásahy ve většině případů prováděli samotní vlastníci nebo nájemci pozemků, vyrývání a chemickou likvidaci druhu *Lupinus polyphyllus* na území KRMAP realizovala pracovní

skupina Ing. Z. Hevák v rámci projektu Management sekundárního bezlesí Krkonošského národního parku (CZ.05.01.06/01/22_029/0002269), v Orlických horách se této aktivy ujal členové řešitelského kolektivu. K vyrývání bylo určeno pět trvalých ploch na lokalitách 1, 5, 15 a dvě na lokalitě 9 (viz tabulky P2 a P4, obrázek 8 a 9). Na trvalé ploše č. 466 se jednalo o počátek invaze *Lupinus* do smilkové louky, kde pokryvnost invazního druhu dosahovala 2 %, zatímco v ostatních vytrhávaných plochách se pohybovala mezi 25 a 40 %. Plochy určené k chemické likvidaci 8% Roundupem byly s ohledem na ekologické zemědělství na lokalitách 5 a 9 pouze 2, a to na lokalitě 1 v Orlických horách a 15 v KRNP. Termíny vyrývání a chemické likvidace byly sladěny v obou regionech. Vyrývání proběhlo 2x za rok, na konci června a kontrolní ještě na přelomu října a listopadu. Herbicid byl aplikován na přelomu srpna a září. Přestože na podzim po 1. sezóně vyrývání byla lupina subtilnější než v okolních porostech a vyskytovala se s pokryvností jednotek procent, jeví se tento typ zásahu jako velmi pracný (4 h vyrývání lupiny na lokalitě 5 o velikosti 25 m² v suché, kamenité půdě). Navíc slabou intenzitu obnovy mohlo ovlivnit i dlouhotrvající suché počasí. Obrázení po aplikaci herbicidu nebylo bohužel možné zkontrolovat, neboť obě plochy byly neplánovaně zmulčovány. Na ploše v KRNP už ale vitalita lupiny byla podstatně snížena i před postřikem (zašedlé listy), přestože v jiných letech je v té době v plné síle. I pozorovaná reakce na seč byla slabší, nové laty se netvořily v obvyklé intenzitě, ani výšce. Kýchavici na některých místech zčernaly listy ještě před vykvetením. Obecně byla vitalita po zásahu nižší v Krkonoších než v Orlických horách, což pravděpodobně způsobilo dlouhotrvající sucho.

Bohužel s některými vlastníky bylo obtížné se domluvit na dodržování dohodnutých zásahů, takže např. na lokalitě 1 zůstal porost ladem místo domluvené seče. Rozdíl oproti plánovanému typu managementu je v tabulce P4 vyznačen červeně. Některé zásahy byly z hlediska dalšího šíření invazního druhu prováděny pozdě, místy vinou konfliktu s jiným předmětem ochrany – např. seč nebo mulčování plodícího druhu *Lupinus polyphyllus* v Orlických horách. Jinde jsme se o provedených zásazích dozvěděli spíše náhodně při kontrolních terénních výjezdech. Přehled realizovaných zásahů uvádí tabulka P4. Je z ní rovněž vidět, že se často jedná o jeden hlavní typ managementu, doplněný dalšími managementovými aktivitami, prováděnými podle místních zvyklostí. Sice tak nezískáme čistý efekt jedné metody jako v příp. zahradních experimentů, výsledky ale budou odrážet reálné podmínky v zájmových oblastech.



Obrázek 8: Studijní lokalita u Deštného v Orlických horách, kde odlišný typ managementu (seč – vlevo a pastva – vpravo) zásadně ovlivňuje výskyt invazního neofytu *Lupinus polyphyllus*



Obrázek 9: Stejná lokalita jako obrázek výše tři měsíce po zásahu, vlevo obrážející lupina po seči, vpravo po vyrývání, následovaném sečí. Po tomto kombinovaném zásahu byla pokryvnost lupiny cca 1 % (před zásahem 40 %), zásah byl ale velmi pracný a časově náročný.

Aktivita A3 Monitoring rozšíření invazních/expanzních druhů a účinnosti managementových zásahů s využitím UAV

Koordinace: PŘF UK

Účast: BÚ (dodavatel referenčních botanických dat)

Spolupráce: KRNAP, CHKO Orlické hory

Pořízení a předzpracování multispektrálních UAS dat

UAV data byla pořízena v termínech uvedených v tabulce 2. V oblasti Krkonoš byly snímky pořízeny dronem DJI Mavic 3M, vybaveným RGB kamerou s 4/3 CMOS 20 MP obrazovým snímačem a čtyřmi kamerami pro získání multispektrálního snímku: NIR, 860 nm $\pm$ 26 nm; RE, 730 nm $\pm$ 16 nm; R, 650 nm $\pm$ 16 nm; G, 560 nm $\pm$ 16 nm.

V oblasti Orlických hor byly snímky v červenci a srpnu pořízeny výše uvedenou technikou a snímky v květnu a červnu byly pořízeny pomocí dronu DJI Phantom 4 Multispectral vybaveného snímačem 1/2,9" CMOS RGB a pěti kamerami pro získání multispektrálního snímku v pásmech NIR 840 nm $\pm$ 26 nm; RE 730 nm $\pm$ 16 nm; R 650 nm $\pm$ 16 nm; G 560 nm $\pm$ 16 nm; B 450 nm $\pm$ 16 nm.

Získané snímky před zpracováním představují datový objem přesahující 1TB.

Snímky byly zpracovány v softwarovém balíku Pix4D. Bylo úspěšně vytvořeno 56 RGB datových sad (15 lokalit, 4 termíny, bez 4 chybějících, viz tabulky 2 a 3), stejný počet multispektrálních (MS) datových sad s prostorovým rozlišením 1 cm a stejný počet digitálních modelů povrchu (DSM). Poloha snímků určená během letu technologií RTK GNSS byla během zpracování zpřesněna pomocí vlíčovacích bodů a ověřena pomocí kontrolních bodů s výjimkou plochy Jůlinčino údolí v Orlických horách, kde nebyl k dispozici GSM signál pro příjem online korekcí pro RTK GNSS měření. Průměrná střední chyba z orientace snímků dosahovala na vlíčovacích bodech hodnot 0,8 – 1,7 cm.

Po zpracování ortorektifikované snímky z roku 2024 představují objem cca 92 GB. Celková rozloha snímaného území je 9,45 ha, což v daném rozlišení představuje objem 945 milionů bodů v každém termínu a spektrálním pásmu, a tedy více než 30 miliard uložených hodnot k dalšímu zpracování.

Trénovací a validační polygony (souhrn viz tabulka 3) získané terénním měřením bodů s centimetrovou přesností a záznamem charakteristik homogenního porostu (poloměr, druh, pokryvnost atd.) zahrnují více než dva a půl tisíce polygonů ($n=2511$), které pokrývají přibližně 2 promile rozlohy předmětného území, přesněji tedy 1,89 mil obrazových bodů. Z toho bylo 1034 (41 %) polygonů manuálně opraveno na základě srovnání polohy polygonu a umístění cílového druhu na snímku v prostředí GIS. Upravená část trénovacího a validačního datasetu představuje 37 % jeho celkové rozlohy.

Detekce sledovaných druhů v ortorektifikovaných multispektrálních UAS datech

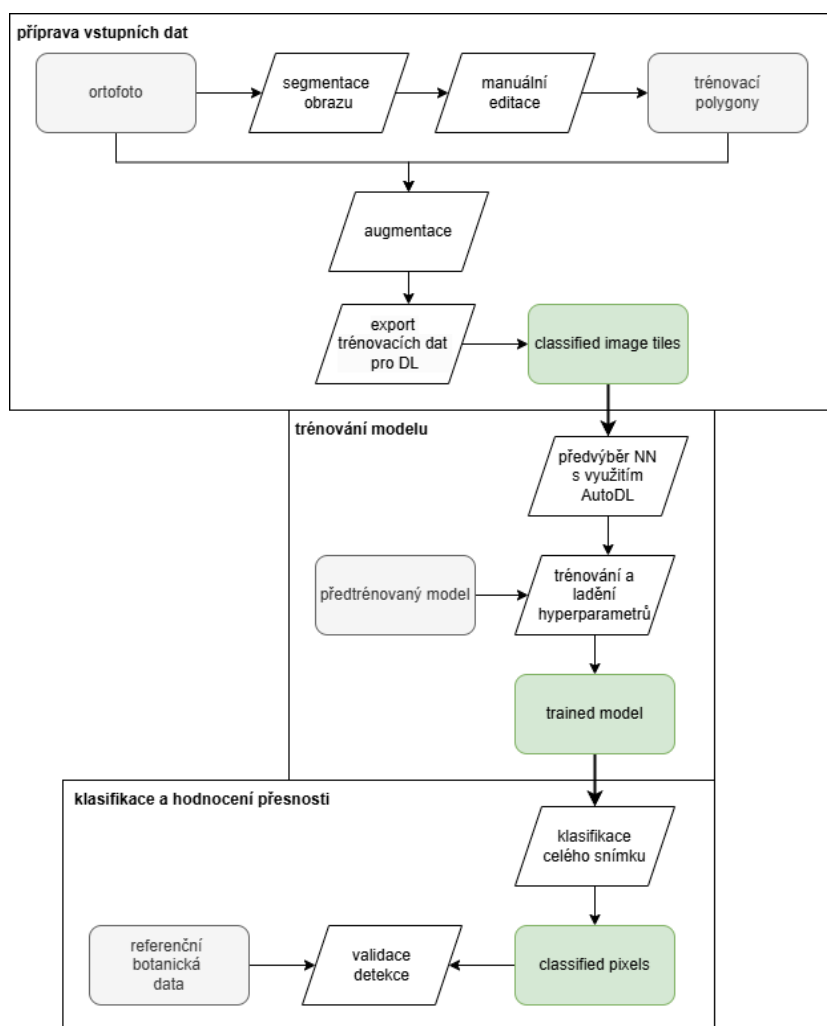
V roce 2024 proběhlo pilotní testování detekce sledovaných invazních/expanzních druhů na vybraných lokalitách Krkonoš a Orlických hor. Cílem bylo:

- nalézt vhodný algoritmus tak, aby byla zajištěna úspěšnost detekce alespoň 90 %,
- navrhnout celý zpracovatelský postup tak, aby mohl být co nejvíce automatizován (zejména s ohledem na definici trénovacích dat),
- na základě výsledků definovat nejvhodnější termíny, resp. fenofáze pro detekci vybraných druhů,
- upřesnit požadavky na sběr dat (podmínky snímkování, parametry letu, rozlišení snímku).

Na základě rešerše literatury (např. Valente et al., 2022, Qian et al., 2020, Massetti et al. 2023) se přistoupilo k testování metod detekce zájmových druhů vegetace s využitím metod **hlubokého učení** (DL – deep learning). Vzhledem k relativně malému množství in-situ dat, různorodosti zájmových lokalit, a také s ohledem na předchozí zkušenosti řešitelů není vhodné použít metody založené na statistickém přístupu (typicky maximum likelihood). V roce 2025 bude alternativně testován algoritmus random forest (Bergamo et al., 2023, Sabat Tomala et al., 2020, Kattenborn et al., 2019).

Pro řešení zadané úlohy byly v této pilotní fázi testovány implementace DL v softwarech ArcGIS Pro a ENVI. Oba nabízejí řešení s využitím několika předtrénovaných konvolučních sítí, což jednak řeší problém omezeného množství trénovacích dat a předpřipravené zpracovatelské postupy výrazně šetří čas spojený s nutným předzpracováním vstupů do konvoluční sítě. Testování proběhlo pro čtyři druhy na vybraných plochách v Krkonoších i v Orlických horách, jak ukazuje tabulka 5. Ve všech případech trénovací a validační data obsahovala pouze dvě třídy, a to daný invazní/expanzní druh a třídu “ostatní” (background).

V prostředí ArcGIS Pro byly využity nástroje GeoAI a Deep learning toolset, které jsou rozšířením balíku Image Analyst. Trénování klasifikátoru proběhlo vždy na vybrané části, popř. částech snímku. Natrénovaný model byl následně spuštěn na celý snímek. Celý postup detekce v ArcGIS Pro je shrnut na obrázku 10.



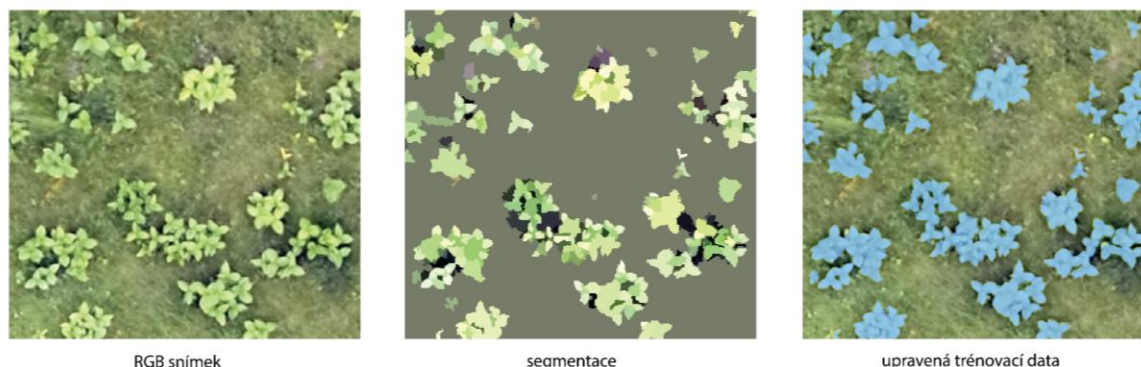
Obrázek 10: Schéma detekce invazních/expanzních druhů v prostředí ArcGIS Pro.

Jako trénovací množiny byly nejprve použity kružnice vymezující homogenní plochu daného druhu (viz část A1a). Vzhledem k již zmíněnému malému množství trénovacích dat výsledek klasifikace nebyl uspokojivý. Ukázka je na obrázku 11.



Obrázek 11: Výsledek detekce *Rumex alpinus* na lokalitě Dvorská bouda při trénování s využitím pouze referenčních botanických dat.

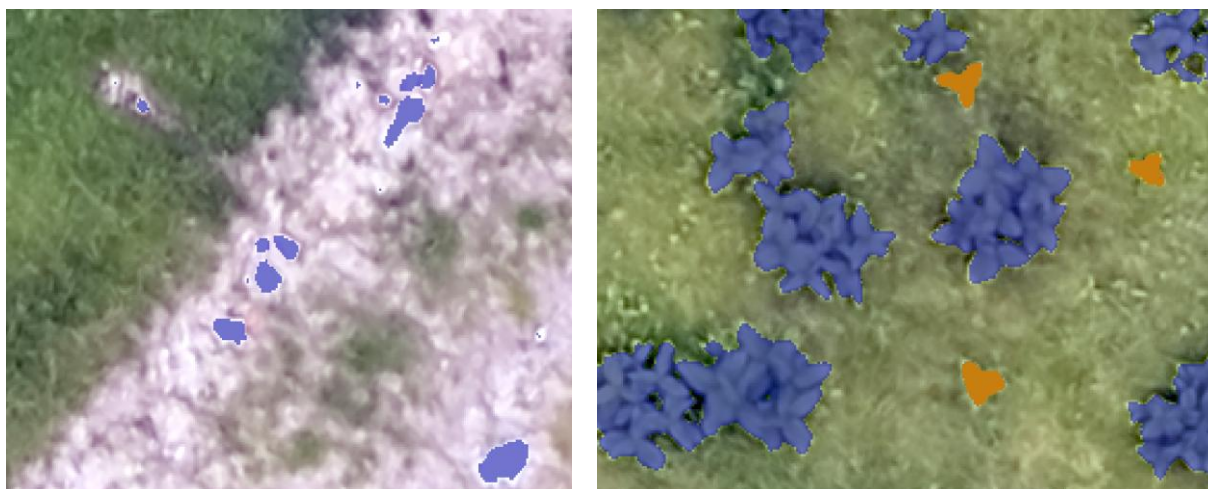
Díky výrazné dominanci sledovaných invazních/expanzních druhů v některých termínech snímání bylo možné trénovací data generovat přímo ze snímků s využitím segmentace obrazu a následné manuální editace, jak ukazuje obrázek 12. Segmentace obrazu je v ArcGIS Pro založena na algoritmu Mean Shift (Comanicu a Meer, 2002). Výsledek manuální editace byl pak exportován s využitím nástroje „export trénovacích dat pro DL“, přičemž byla využita možnost rozšíření (augmentation) trénovacích dat jejich rotací.



Obrázek 12: Vytvoření trénovacích dat segmentací obrazu a manuální editací segmentů na příkladu *Veratrum album subsp. lobelianum* (lokalita U Šerlišského mlýna)

Trénování bylo nejprve provedeno pomocí nástroje Train Using AutoDL v základním režimu, který na základě formátu vstupních trénovacích dat trénuje všechny dostupné neuronové sítě bez ladění hyperparametrů s využitím přednastavených sítí pro extrakci příznaků (backbone, feature-extracting network). Pro hodnocení kvality výstupu byla vstupní data (editovaná segmentace) rozdělena na trénovací a testovací v poměru 90:10. Nejvýkonnější sítě byly poté znovu trénovány na dvou nejlepších modelech v režimu umožňujícím ladění hyperparametrů. Testována a následně využita byla také možnost doladění předtrénovaného modelu. Volně dostupná databáze ArcGIS Living Atlas of the World nabízí množství předtrénovaných modelů pro pixelovou klasifikaci ve formátu (*.dlpk). V prvotních pokusech byl využit implementovaný **U-Net** model určený pro klasifikaci krajinného pokryvu původně natrénovaný na vstupních datech nejbližší odpovídajících svým prostorovým (10 cm) a spektrálním rozlišením (RGB snímky). Tento model byl následně znovu trénován a „doladěn“ (fine-tuned) nad novými vstupními daty tak, aby odpovídal zvolenému invaznímu/expanznímu druhu. Výstupní model byl uložen pro následnou aplikaci na celém obraze jako „deep learning package“ (*.dlpk).

První výsledky klasifikace ukázaly problematické oblasti, např. kameny klasifikované jako cílový druh nebo chybějící menší rostliny, jak je vidět na obrázku 13. Tyto nedostatky byly odstraněny převážně úpravou vstupních dat, nikoliv parametrů neuronové sítě. Nejlepších výsledků se v prostředí ArcGIS Pro dosud podařilo dosáhnout při použití sítě U-Net (Ronneberger et al., 2015) s ResNet34 (He et al., 2016) jako feature-extracting network a volně dostupného předtrénovaného modelu pro klasifikaci krajinného pokryvu z leteckých snímků s vysokým rozlišením (obr. 3 a 4). Dosažené výsledky přesnosti trénování modelu pro jednotlivé druhy rostlin na vybraných plochách a úspěšnost detekce výskytu druhů v porovnání s botanickým šetřením (tj. zpracovatelská přesnost) jsou shrnuty v tabulce 5.



Obrázek 13: Problematické oblasti odhalené po první detekci na příkladu *Veratrum album* – kameny klasifikované jako cílový druh (modré plochy vlevo), nerozpoznané rostliny (oranžové plochy vpravo).

Pro porovnání postupů detekce v různých softwarech a implementacích konvolučních sítí byla pro detekci druhu *Lupinus polyphylus* použita neurální síť **SegUNet v ENVI**. Je také založena na architektuře sítě U-Net (Ronneberger et al., 2015) a klasifikuje každý pixel v obraze. Do fáze trénování algoritmu vstupovala pouze část území, kde bylo v terénu definováno 66 polygonů (kružnic) lupiny. Natrénovaná síť pak byla použita pro detekci lupiny na celém nasnímaném území a něj byla zhodnocena i přesnost, celkem na 133 polygonech lupiny (66 z nich použito i pro trénování). Výsledná hodnota je zpracovatelskou přesností a ukazuje, na kolika % pixelů určených botaniky byla lupina detekována natrénovaným modelem. Bohužel ale neukazuje, kde byla vyklasifikována navíc, aniž by se tam nacházela. Vyzkoušena byla i práce s tzv. Class activation raster, což je rastr zobrazující, které oblasti vstupního obrazu nejvíce přispívají k rozhodnutí modelu ohledně určité třídy. Na něj je pak možné aplikovat různé prahové hodnoty pro detekci zájmové třídy. Testy ukázaly, že nejlépe vycházel parametr maximální entropie. V příloze P6 je barevně odlišen rozsah detekované oblasti lupiny mnoholisté právě v závislosti na prahování tohoto parametru.

Tabulka 5: Sledované druhy, testovací lokality, metoda detekce, použitý software

druh	testovací lokality	metoda detekce	použitý SW	vybraný termín	F1 skóre trénování	úspěšnost detekce (zpracovatelská přesnost)	ukázka klasifikace
<i>Lupinus polyphylus</i>	Výsluní Modřín	SegUNet RGB snímek	ENVI	červen	–	88–95 %	P6
<i>Rumex alpinus</i>	Friesovy boudy	UNet RGB snímek	ArcGIS Pro	květen	94 %	96 %	P7

Veratrum album subsp. lobelianum	U Šerlišského mlýna	UNet RGB snímek	ArcGIS Pro	červen	90 %	89 %	P8
Telekia speciosa	Hamernice tábor	UNet RGB snímek	ArcGIS Pro	červenec, srpen	85 %	92 %	P9

Testování proběhlo na lokalitách, kde dominuje vždy jeden ze sledovaných invazních/expanzních druhů rostlin. Byla vyzkoušena detekce všech zájmových druhů s výjimkou *Senecio hercynicus*, který je zastoupen pouze na lokalitách s dalšími sledovanými druhy (tabulka 3). Vybrán byl vždy termín, který umožňuje nejsnazší vizuální interpretaci daného druhu a zároveň je tento druh již plně rozvinut, aby nedocházelo k výraznému podhodnocení jeho rozlohy. Analýzy obrazu budou pokračovat i pro další termíny z důvodu ověření vhodnosti výběru a porovnání rozdílů v detekovaných rozlohách sledovaných druhů v průběhu sezóny. Počítá se s testováním dalších neuronových sítí, optimalizací hyperparametrů, zlepšení výběru a pokročilejší augmentací vstupních dat (flipping, contrast, zoom, etc.). Důležitým úkolem bude zjistit, jak funguje transferabilita předtrénovaných sítí mezi druhy a lokalitami, případně termíny.

Detekce prozatím proběhly pouze nad RGB daty, která mají primárně lepší prostorové rozlišení. Testování bude rozšířeno i na multispektrální snímky, popř. bude jako další příznak využita relativní výška vegetace (odvozena z DSM pořízených v různých fázích růstu a obhospodařování). Kombinace všech těchto dat by mohla pomoci se zpřesněním výsledků. Úspěšnost detekce na základě botanických dat z terénu se již nyní pohybuje okolo 90 % (tabulka 5), validace v terénu proběhne v roce 2025.

Aktivita A4 Testování využitelnosti leteckých ortofot a družicových dat PlanetScope pro monitoring šťovíku alpského a lupiny mnoholisté

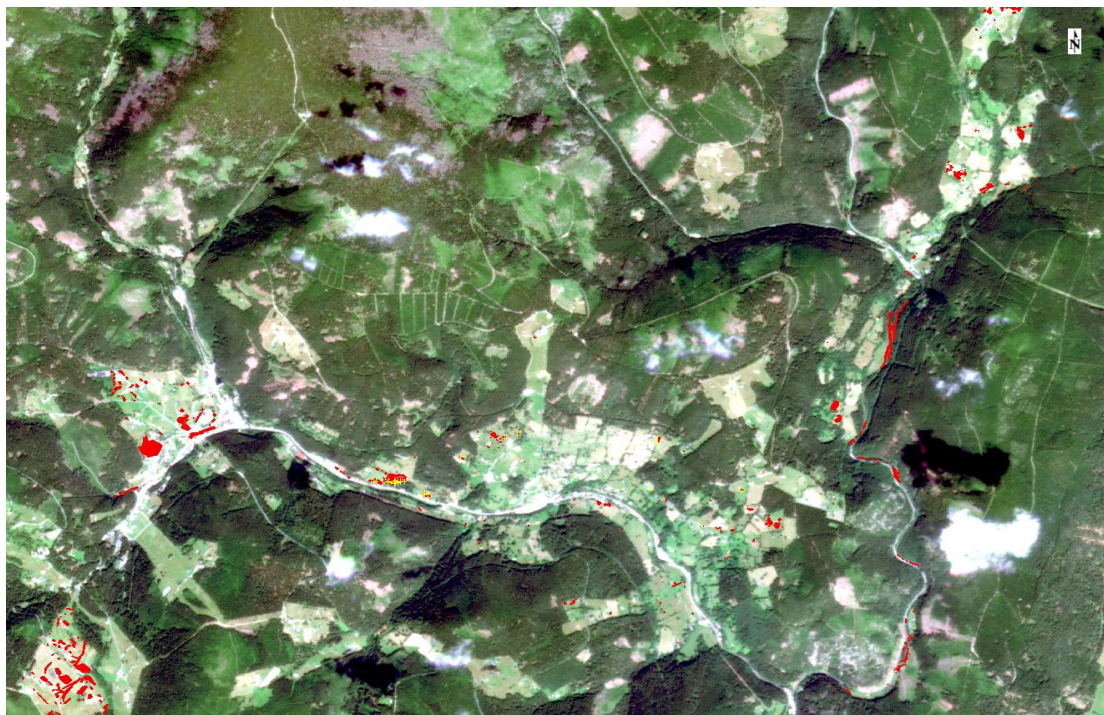
Koordinace: PŘF UK

Účast: BÚ (referenční botanická data pro rok 2024)

Aktivita A4 probíhá pouze v Krkonoších a je řešena v rámci bakalářské práce. Poté, co byly vytyčeny všechny plochy, kde jsou druhy šťovík alpský a lupina mnoholistá sledovány s využitím dat pořízených z UAV, byla následně též vymezena lokalita pro testování využitelnosti leteckých dat a ortofot pro detekci zmíněných druhů. Lokalita byla vymezena tak, aby zahrnovala všechny plochy, kde jsou pořizována data z UAV. Záměrem je využít jednak botanická data nasbíraná na plochách pro UAV k trénování/validaci detekce a dále i upscaling. Ten spočívá ve využití výstupů detekce na plochách snímaných z UAV pro trénování a validaci výstupů na úrovni ortofot a družicových dat PlanetScope.

V rámci spolupráce se Správou KRNP byla získána pro šťovík alpský terénní botanická data pro širší území Pece pod Sněžkou a okolí, která byla sebrána v rámci projektu KRNP, který je zaměřen na eradikaci invazních druhů. Náš projektový tým též v terénu pořídil pro širší vymezené území další botanická data v místech výskytu šťovíku alpského a lupiny mnoholisté (zaměření míst výskytu těchto

druhů pomocí přesné GPS s centimetrovou přesností zejména na lučních enklávách). Ukázka dat PlanetScope a polygonů výskytu šťovíku alpského a lupiny mnoholisté viz obrázek 14.



Obrázek 14: Ukázka dat družice Planet Scope (z 30.7.2024) s přeloženými polygony nasbíraných botanických dat (červená barva šťovík alpský, žlutá barva – lupina mnoholistá)

Dále byla shromážděna bezoblačná (v rámci vytyčeného území) data družice PlanetScope z celé vegetační sezóny roku 2024. Data jsou z těchto termínů: 14.5., 6.7., 15.7., 30.7. a 13.8. Byla též shromážděna ortofota, která budou využita v rámci této aktivity. Jsou to ortofota pořízená Správou KRNAP v červnu 2018 (prostorové rozlišení 12 cm/pixel, RGB + NIR) a červnu 2022 (prostorové rozlišení 5 cm/pixel).

Proběhly první testy detekce s využitím stejných metod, jaké byly testovány v rámci aktivity A3. Výsledky nejsou zatím uspokojivé. Dále budou testovány detekce na multitemporálních kompozitech. Lepší výsledky očekáváme v případě, kdy použijeme pro trénování výstupy detekce z obrazových dat UAV.

Aktivita A5 Syntéza, tvorba a testování konečných výstupů projektu, implementace, osvětové a propagační aktivity

Koordinace: PŘF UK

Účast: BÚ

V roce 2024 probíhalo zpracování dílčích výstupů jednotlivých aktivit (shrnuje je tabulka 6), které budou v dalších letech využity pro syntézu poznatků a tvorbu konečných výstupů. Dílčí výstupy zpracování dat (databáze, datové sady) budou zveřejněny až po jejich publikaci.

Tabulka 6: Dílčí výstupy jednotlivých aktivit v roce 2024

Aktivita	Výstupy dílčích aktivit 2024	Řešitel	Postup zpracování a způsob uložení
A1a	– vytvoření databáze výskytů pro zájmové druhy a dominantní druhy okolních porostů – aktualizace NDOP – lokalizované nálezy invazních/expanzních rostlin i dominant z okolních porostů	BÚ	Rozpracováno, bude aktualizováno nálezy v r. 2025 a 2026. Archiv BÚ. Bude předáno do NDOP po publikaci.
A1b	– databáze fytoocenologických snímků z trvalých ploch v programu Turboveg	BÚ	Rozpracováno. Archiv BÚ. Po publikaci bude předáno do ČNFD.
A1b	– databáze výskytů zájmových druhů a kontrolních dominant na trvalých plochách	BÚ	Rozpracováno. Archiv BÚ.
A1b	– databáze sledovaných vlastností u zájmových druhů (např. pokryvnost, vitalita, průměrná výška, květ/plod) na trvalých plochách	BÚ	Rozpracováno. Archiv BÚ.
A1b	– aktualizace NDOP – lokalizované nálezy rostlin z fytoocenologických snímků	BÚ	Rozpracováno, bude aktualizováno nálezy v r. 2025 a 2026. Archiv BÚ. Bude předáno do NDOP po publikaci.
A2	– záznam pro každou zájmovou lokalitu: typy aplikovaných managementů, termíny, popis efektivity v průběhu sezóny, lokalizace, intenzita	BÚ	Dokončeno. Archiv PŘF.
A3	– soubor datových vrstev obrazových optických dat pro snímané lokality ve 4 termínech	PŘF	Dokončeno. Archiv PŘF.
	– tematické výstupy klasifikací invazních/expanzních druhů a dalších přítomných dominantních druhů/společenstev	PŘF	Rozpracováno. Archiv PŘF.
	– výsledky hodnocení přesnosti a terénní validace pro: a) monitoring rozšíření invazních/expanzních druhů b) kontrolu úspěšnosti managementových zásahů, c) data pořízená v nepříznivých/limitních podmínkách (fenologické, terénní apod.)	PŘF	Rozpracováno. Archiv PŘF.
A4	– tematické výstupy klasifikace rozšíření šťovíku alpského a lupiny mnoholisté v zájmových lokalitách v letech 2010 a 2020 (ortofoto) a 2019 PlanetScope (budou zveřejněny na webu projektu a v průběžné výzkumné zprávě)	PŘF	Rozpracováno. Archiv PŘF.
A4	– vyhodnocení přesnosti klasifikací s ohledem na různé prostorové, časové a spektrální rozlišení vstupních dat	PŘF	Rozpracováno. Archiv PŘF.
A5	– web projektu	PŘF, BÚ	Dokončeno. Bude aktualizováno. Viz https://www.eo4plantinvasions.cz/
A5	– průběžná zpráva	PŘF, BÚ	Dokončeno. Archiv PŘF, TA ČR, BÚ.

Za účelem implementace probíhala zejména komunikace s uživateli výsledků a vlastníky pozemků / hospodáři. Obě tyto kapitoly jsou popsány výše v textu.

Propagace projektu je zajištěna prostřednictvím webu – www.eo4plantinvasions.cz. První výstupy projektu byly prezentovány zástupci BÚ prostřednictvím posteru s názvem "Monitoring native and alien species spread to alpine tundra: botanical research and airborne technology combined to assess conservation risk" na konferenci IAVS a EVS, Funchal, Madeira, 16.–20. 9. 2024. Byly též zaslány abstrakty, které prezentují první výsledky detekcí invazních/expanzních druhů na 2 konference, které budou v roce 2025 - EARSeL Praha, ISPRS Geospatial week Dubai – abstrakty jsou přijaté

4. Konečné výsledky/výstupy projektu vykázané v SISTa

A) Plánované výsledky/výstupy v roce 2024

I. Závazné výsledky

SS07020317–V6

O (ostatní) – Web projektu

Termín dosažení: 12/2024

Web projektu byl založen. Prezentuje základní cíle a aktivity projektu, partnery a hlavní uživatele výsledků projektu, výstupy projektu a galerii, která obsahuje rozsáhlou fotodokumentaci zejména z práce v terénu. Web bude aktualizován zejména na základě nově vytvořených výsledků.

Výsledek je volně dostupný zde: www.eo4plantinvasions.cz

II. Další výsledky

SS07020317–V10

O (ostatní) – Průběžná zpráva 2024

Termín dosažení: 12/2024

Zpráva shrnuje postup, výsledky řešení a výstupy projektu v roce 2024, bude předána hlavním uživatelům výsledků a dalším případným zájemcům pro zpětnou vazbu a publikována na webu projektu

Výsledek je volně dostupný zde: <https://www.eo4plantinvasions.cz/2022-2/>

B) Výsledky/výstupy nad rámec plánovaných v roce 2024

SS07020317–V9

O (ostatní) – Poster na konferenci

Termín dosažení: 09/2024

Poster byl prezentován na konferenci IAVS a EVS, Funchal, Madeira, 16.–20. 9. 2024.

Název: Monitoring native and alien species spread to alpine tundra: botanical research and airborne technology combined to assess conservation risk.

Autoři: Vítková M., Kupková L., Pergl J., Červená L., Čuda J., Hrázský Z., Kolombová N., Kušková K., Kutlvašr J., Lysák J., Perglová I., Potůčková M., Sádlo J., Brožková L., Svobodová P., Vítek V., Pyšek P.

Abstrakt: The highly specialized and vulnerable plant communities of the Arctic–Alpine tundra are preserved in the transboundary national parks of the Krkonoše/Karkonosze Mts. in the Czech Republic and Poland. In this area, rare and original communities have evolved under different human impacts since the 16th century, and in the last decades, they have faced increasing pressure from global changes. Our research documented an increase in species from 196 to 270 over the previous 40 years. Monitoring the area surrounding roads and hiking trails above the treeline showed that thermophilous, nutrient-demanding, and shade-tolerant species have increased recently. Many increasing species are alien, apophyte or native expansive, spreading from lower altitudes and leeward sites with deeper soil. For our research project, “Monitoring the spread and management of invasive and expansive species using advanced Earth observation methods”, we selected three alien (*Rumex alpinus*, *Lupinus polyphyllus*, and *Telekia speciosa*) and two native (*Veratrum lobelianum*, *Senecio nemorensis* agg.) species; all are strong competitors and dominants of new communities and threaten protected species and natural habitats. We aim to design and automate a technology for monitoring their spread and evaluate the effectiveness of different management practices (grazing, mowing, chemical treatment, mulching); to achieve this, we will combine botanical mapping and the UAV imagery classification. The early detection of undesirable species in poorly accessible mountain terrain that hosts many endemics, glacial relics, and rare protected species with a limited capacity for recovery is a crucial factor for effective conservation management.

Výsledek je volně dostupný zde:

https://www.eo4plantinvasions.cz/wp-content/uploads/2025/01/drony_IAVS24_final2.pdf

5. Seznam literatury

Bergamo, T. F., de Lima, R. S., Kull, T., Ward, R. D., Sepp, K., & Villoslada, M. (2023). From UAV to PlanetScope: Upscaling fractional cover of an invasive species *Rosa rugosa*. *Journal of Environmental Management*, 336, 117693.

Comanicu, D., Meer, P. (2002). Mean shift: A robust approach toward feature space analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 24, no. 5

He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).

Kattenborn, T., Lopatin, J., Förster, M., Braun, A. C., & Fassnacht, F. E. (2019). UAV data as alternative to field sampling to map woody invasive species based on combined Sentinel-1 and Sentinel-2 data. *Remote sensing of environment*, 227, 61-73.

Masseti, L., Mo, A., Cini, E., Paterni, M., Merlino, S., Ciccarelli, D. (2023). Detection of *Yucca gloriosa* in Mediterranean coastal dunes: A comparative analysis of field-based sampling, human interpretation of UAV imagery and deep learning to develop an effective tool for controlling invasive plants. *Regional Studies in Marine Science*, 68, 103265.

Qian, W., Huang, Y., Liu, Q., Fan, W., Sun, Z., Dong, H., Wan, F., Qiao, X., 2020. UAV and a deep convolutional neural network for monitoring invasive alien plants in the wild. *Computers and Electronics in Agriculture* 174, 105519.

Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *Medical image computing and computer-assisted intervention – MICCAI 2015: 18th international conference, Munich, Germany, October 5-9, 2015, proceedings, part III 18* (pp. 234–241). Springer International Publishing.

Sabat-Tomala, A., Raczko, E., & Zagajewski, B. (2020). Comparison of support vector machine and random forest algorithms for invasive and expansive species classification using airborne hyperspectral data. *Remote Sensing*, 12(3), 516.

Valente, J., Hiremath, S., Ariza-Sentís, M., Doldersum, M., Kooistra, L., 2022. Mapping of *Rumex obtusifolius* in nature conservation areas using very high resolution UAV imagery and deep learning. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 112, 102864. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102864>

6. Přílohy

Tabulka P1: Důležité vlastnosti zájmových druhů pro botanický výzkum i pro mapování UAV, dále ohniska šíření a testovaný management

Druh	<i>Lupinus polyphyllus</i>	<i>Telekia speciosa</i>	<i>Rumex alpinus</i>	<i>Veratrum album</i>	<i>Senecio nemorensis</i> agg.
	lupina mnoholistá	kolotočník ozdobný	šťovík alpský	kýchavice bílá	starček hajní
Doba kvetení	VI–VII	VII–VIII	VI–VIII	VII–VIII	<i>S. hercynicus</i> (VI–VII) – vyšší polohy; <i>S. ovatus</i> (VII–VIII), nižší
Výška rostliny	až 1,5 m	až 2 m	až 1,5 m	až 1,7 m	až 1,5 m
Nebezpečnost pro rostliny	váže vzdušný dusík a obohacuje jím půdu; šíření výhradně	snadno se šíří semeny i oddenky (i povodněmi), kompetičně	šíří se semeny (dlouhodobá semenná banka až 10 let) i oddenky	šíření semeny i oddenky	snadno se šíří semeny

	semeny, přetrvává v semenné bance	silný – velké listy, po posečení obráží pomaleji než Rumex alpinus, nemá tolik zásob v oddenku	(včetně transportu se zeminou, povodní)		
Nebezpečnost pro živočichy	celá rostlina jedovatá (pro ovce i skot), negativní dopad i na motýly a jiný hmyz	u citlivějších osob kontakt s listem vyvolává alergické reakce	kromě prasat není pro hospodářská zvířata chutný	jedovatá	jedovatý pro koně
Ohniska šíření	louky, zahrady, paseky, sjezdovky, okraje silnic; nevystupuje nad hranici lesa	zahrady (včetně zaniklých a opuštěných), vlhčí louky, podél vodotečí a komunikací; nevystupuje nad hranici lesa	eutrofní stanoviště (bohaté na dusík), vlhčí louky a pastviny, podél vodotečí a cest, kolem bud; výškový gradient až do tundry	louky, pastviny, nivy, alpské trávníky, kleč (nad i pod hranicí lesa); výškový gradient až do tundry	lemy potoků, lesů, podél cest a silnic, neobhospodařované louky, paseky, kosodřevina; celý výškový gradient až do tundry
Stanovištní preference pro UAV	světlomilný, snese i sušší půdy	preferuje vlhčí půdy a osluněná stanoviště, ale snese i polostín (křoviny, potoční nivy)	eutrofní, vlhká stanoviště, osluněná i v zástin (pod klečí, světlý les)	eutrofní, vlhčí stanoviště, slunná i v zástinu (kleč)	osluněná stanoviště, lemy (i v lese)
Načasování pro UAV	ideální v době květu; k testování na jaře ve sterilním stavu	ideální v době květu; k testování pozdní jaro a po odkvětu (nápadně velké listy)	ideální při plném rozvinutí listů (nápadně velké); k testování brzy na jaře (načervenalý)	ideální pozdní jaro – typické olistěné lodyhy (později v létě častá defoliace); k testování brzy na jaře	ideální v době květu; k otestování pozdní jaro – olistěné lodyhy, možné záměny s kýchavicí?
Testovaný management	seč, mulčování, herbicid, pastva, vyrývání, bez managementu	seč, bez managementu	pastva, bez managementu	seč, mulčování, pastva, bez managementu	pastva, bez managementu

Tabulka P2: Seznam lokalit v CHKO Orlické hory a v KRNAP a jejich charakteristika

Kód lokality	Kód plochy	Cílový druh	Region	Název lokality	Typ plochy	Datum snímku
1	403	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	dominanta, seč	14.06.2024

1	404	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	roztroušeně, seč	14.06.2024
1	456	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	herbicide	25.06.2024
1	465	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	vyrývání	25.06.2024
1	402	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	sdílená kontrola, seč	14.06.2024
1	402	Telekia	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	sdílená kontrola, seč	14.06.2024
1	401	Telekia	Orlické hory	Říčky, „u hasičů“	roztroušeně, seč	14.06.2024
2	405	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí „skládky dřeva“	kontrola, bez zásahu	14.05.2024
2	407	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí „skládky dřeva“	dominanta, bez zásahu	14.05.2024
2	406	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí „skládky dřeva“	roztroušeně, bez zásahu	14.05.2024
3	408	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „U Macháčků“, louka	kontrola, mulč	14.05.2024
3	409	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „U Macháčků“, louka	dominanta, mulč	14.05.2024
3	410	Lupinus	Orlické hory	Říčky, „U Macháčků“, sjezdovka	roztroušeně, mulč	14.05.2024
4	411	Veratrum	Orlické hory	Šerlišský mlýn, smilka	dominanta, seč	14.05.2024
4	415	Veratrum	Orlické hory	Šerlišský mlýn, smilka	kontrola, seč	14.05.2024
4	413	Veratrum	Orlické hory	Šerlišský mlýn, louka	dominanta, seč	14.05.2024
4	412	Veratrum	Orlické hory	Šerlišský mlýn, louka	kontrola, seč	14.05.2024
4	414	Veratrum	Orlické hory	Šerlišský mlýn, sjezdovka	mulč	14.05.2024
5	417	Lupinus	Orlické hory	Deštné v Orl. h. „U Matouše“	dominanta, seč	14.05.2024
5	416	Lupinus	Orlické hory	Deštné v Orl. h. „U Matouše“	roztroušeně, seč	14.05.2024
5	458	Lupinus	Orlické hory	Deštné v Orl. h. „U Matouše“	vyrývání	25.06.2024
5	453	Lupinus	Orlické hory	Deštné v Orl. h. „U Matouše“	kontrola na pastvině ovčí	25.06.2024
6	419	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí, Olbrichův mlýn	roztroušeně, pastvina	21.05.2024
6	420	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí, Olbrichův mlýn	kontrola, pastvina	21.05.2024
7	418	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí „tábor“, louka	dominanta, seč	21.05.2024
7	424	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí, Hamernice, tábor, louka	kontrola, seč	21.05.2024
7	422	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí, Hamernice, tábor, mokřina	dominanta, bez zásahu	21.05.2024
7	423	Telekia	Orlické hory	Jůlinčino údolí, Hamernice, tábor, mokřina	kontrola, bez zásahu	21.05.2024
8	460	Rumex	KRNAP	Friesovy boudy, louka	dominanta, pastva	27.05. a 19. 6. 2024
8	461	Rumex	KRNAP	Friesovy boudy, louka	kontrola, pastva	27.05. a 19. 6. 2024
8	462	Rumex	KRNAP	Friesovy boudy, mokřina	dominanta, bez zásahu	27.05. a 19. 6. 2024
9	467	Lupinus	KRNAP	Chaloupky	dominanta, seč	28.5. a 17.6.
9	468	Lupinus	KRNAP	Chaloupky	kontrola, seč	28.5. a 17.6.
9	434	Lupinus	KRNAP	Chaloupky	vyrývání	17.06.2024
9	450	Lupinus	KRNAP	Chaloupky	herbicide	17.06.2024
9	466	Lupinus	KRNAP	Chaloupky – sjezdovka, Nardus	počátek invaze, vyrývání	28.5. a 17.6.
9	464	Lupinus	KRNAP	Chaloupky – sjezdovka, Nardus	kontrola, seč	28.5. a 17.6.

10	459	Lupinus	KRNAP	Pec pod Sněžkou (Horizont)	dominanta, bez zásahu	28.5. a 18.6.
10	454	Lupinus	KRNAP	Pec pod Sněžkou (Horizont)	kontrola, bez zásahu	28.5. a 18.6.
11	448	Veratrum	KRNAP	Modrý důl, Studniční boudy	dominanta, pastva	28.5. a 18.6. 2024
11	446	Veratrum	KRNAP	Modrý důl, Studniční boudy	kontrola, pastva	28.5. a 18.6. 2024
12	471	Veratrum	KRNAP	Studniční hora, Nad Výrovkou	dominanta, bez zásahu	18.06.2024
12	472	Veratrum	KRNAP	Studniční hora, Nad Výrovkou	sdílená kontrola, bez zásahu	18.06.2024
12	449	Senecio	KRNAP	Studniční hora, Nad Výrovkou	dominanta, bez zásahu	18.06.2024
12	472	Senecio	KRNAP	Studniční hora, Nad Výrovkou	sdílená kontrola, bez zásahu	18.06.2024
13	447	Rumex	KRNAP	Výrovka, mokřina	dominanta, bez zásahu	20.06.2024
13	423	Rumex	KRNAP	Výrovka, mokřina	sdílená kontrola, bez zásahu	20.06.2024
13	470	Veratrum	KRNAP	Výrovka, mokřina	dominanta, bez zásahu	20.06.2024
13	423	Veratrum	KRNAP	Výrovka, mokřina	sdílená kontrola, bez zásahu	20.06.2024
14	437	Veratrum	KRNAP	Dvorská bouda	dominanta, pastva	29.5. a 19.6.2024
14	439	Veratrum	KRNAP	Dvorská bouda	sdílená kontrola, pastva	29.5. a 19.6.2024
14	439	Senecio	KRNAP	Dvorská bouda	sdílená kontrola, pastva	29.5. a 19.6.2024
14	442	Senecio	KRNAP	Dvorská bouda	dominanta; pastva	29.5. a 19.6.2024
15	469	Lupinus	KRNAP	Modřín	dominanta, pastva	30.05.2024
15	445	Lupinus	KRNAP	Modřín	kontrola, pastva	30.05.2024
15	457	Lupinus	KRNAP	Modřín	vyrývání	18.06.2024
15	463	Lupinus	KRNAP	Modřín	herbicide	18.06.2024

Tabulka P3: Seznam zjištěných taxonů rostlin ve fytoocenologických snímcích

Název druhu	Číslo snímku
<i>Acer campestre</i>	35;
<i>Acer pseudoplatanus</i>	35;
<i>Achillea millefolium</i> agg.	36;37;42;43;51;56;3;4;7;8;15;16;17;18;19;20;25;26;34; 35;50;57;58;59;60;61;64;65;66;67;71;72;73;81;82;83;85;92;93;94;95;96;97;
<i>Aegopodium podagraria</i>	3;4;6;7;8;13;14;15;16;17;18;30;34;36;37;38;39;40;41;42; 43;44;45;46;47;48;49;56;57;79;92;93;95;96;
<i>Agrostis capillaris</i>	3;5;6;7;8;9;10;15;16;21;22;25;26;27;28;29;30;36;37;48;49;50; 51;52;53;54;55;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69;70;71;72;73;74;75;76;77;78; 79;80;81;82;83;86;87;88;89;90;91;92;93;94;95;96;97;
<i>Ajuga reptans</i>	25;26;27;28;29;30;42;43;49;95;
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	35;36;37;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;64;65;66;67;72;73;74;75;78; 79;80;81;82;83;84;85;86;87;88;89;91;92;93;94;95;96;1;3;8;15;16; 20;25;26;29;30;32;33;34;42;43;48;49;
<i>Alnus glutinosa</i>	10;
<i>Alopecurus pratensis</i>	1;2;3;4;5;6;15;16;19;20;25;26;27;28;29;30;35;38;39;40;41;42;43;46;47; 48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;64;65;66;67;72;73;80;81;82; 83;84;85;86;87;88;89;90;91;92;93;94;95;96;

<i>Anemone nemorosa</i>	13;14;15;16;21;22;23;24;27;28;29;30;42;43;44;45;46;47;71;
<i>Angelica sylvestris</i>	9;10;11;12;15;16;18;19;20;25;26;28;29;30;41;43;44;45;46;47;48;49;57; 64;65;66;67;73;96;
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	57;68;69;70;71;74;75;76;77;78;79;88;89;90;91;
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;31;32;33;34;35;36;37;
<i>Anthriscus sylvestris</i>	1;2;5;6;31;32;35;56;57;58;59;72;73;
<i>Arctium</i> sp.	1;2;
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1;2;3;4;5;6;7;8;15;16;17;18;19;20;31;32;33;34;35;54;55;59;72;73;
<i>Artemisia vulgaris</i>	92;93;96;97;
<i>Athyrium filix-femina</i>	11;12;13;14;
<i>Avenella flexuosa</i>	21;22;23;24;50;51;60;61;62;63;66;67;68;69;70;71;74;75;76;77;78;79;90;91;
<i>Bellis perennis</i>	52;53;
<i>Betula pendula</i>	10;94;95;
<i>Briza media</i>	66;67;
<i>Calamagrostis villosa</i>	77;
<i>Campanula bohémica</i>	72;76;77;79;83;90;91;
<i>Campanula patula</i>	3;6;7;8;19;20;31;32;35;36;37;42;43;65;66;67;93;95;
<i>Campanula rotundifolia</i>	8;23;24;34;36;37;58;72;92;93;94;95;96;97;
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	50;51;
<i>Cardamine flexuosa</i>	11;12;
<i>Cardamine hirsuta</i>	10;11;12;
<i>Cardamine pratensis</i>	48;49;
<i>Cardaminopsis halleri</i>	17;18;19;20;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;36;58;59;61;64;65; 66;67;84;85;87;88;89;90;91;
<i>Carduus acanthoides</i>	20;
<i>Carduus personata</i>	50;51;87;89;
<i>Carex bigelowii</i>	77;
<i>Carex hirta</i>	44;45;
<i>Carex leporina</i>	10;58;59;94;95;96;
<i>Carex nigra</i>	68;69;70;71;75;78;79;80;81;90;91;
<i>Carex pallescens</i>	9;10;15;16;25;26;27;28;30;48;49;71;94;95;97;
<i>Carex pilosa</i>	23;24;
<i>Carex pilulifera</i>	60;61;62;63;66;67;68;69;70;71;
<i>Carlina acaulis</i>	19;
<i>Carum carvi</i>	93;94;95;97;
<i>Cerastium glomeratum</i>	36;37;
<i>Cerastium holosteoides</i>	5;6;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;64;65;74;75;76;77;78;79;88;89; 91;94;95;96;
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	1;2;3;4;5;6;7;8;25;26;31;32;40;41;44;45;46;47;
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	16;27;28;29;30;38;42;43;44;45;46;47;49;51;52;53;54;55;80;81;94;95;
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	13;14;50;51;
<i>Cirsium arvense</i>	1;44;45;
<i>Cirsium heterophyllum</i>	80;81;
<i>Cirsium oleraceum</i>	12;29;30;
<i>Cirsium palustre</i>	25;26;
<i>Cirsium rivulare</i>	15;16;25;26;27;28;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;
<i>Crepis biennis</i>	3;4;5;6;8;32;34;35;36;37;
<i>Crepis conyzifolia</i>	92;93;94;95;
<i>Crepis mollis</i>	15;16;18;26;65;66;67;

<i>Crepis paludosa</i>	25;26;33;34;50;51;54;55;67;80;81;
<i>Cynosurus cristatus</i>	50;51;54;55;
<i>Dactylis glomerata</i>	1;2;3;4;5;6;7;8;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;38;39;40;41;42;43;44; 45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;64;65; 67;72;73;75;80;81;82;83;84;85;87;88;89;91;92;93;94;95;96;97;
<i>Deschampsia cespitosa</i>	29;30;36;37;69;74;75;76;77;78;79;80;81;82;83;84;85;86;87;88;89;90;91;
<i>Dianthus deltoides</i>	35;36;37;
<i>Digitalis purpurea</i>	9;10;
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	65;
<i>Elymus repens</i>	5;6;13;14;92;93;
<i>Epilobium montanum</i>	87;88;89;
<i>Equisetum arvense</i>	56;57;
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	92;93;94;95;96;97;
<i>Festuca arundinacea</i>	42;43;56;57;
<i>Festuca ovina</i>	21;22;23;24;
<i>Festuca pratensis</i>	5;6;51;64;65;73;93;97;
<i>Festuca rubra</i>	1;3;4;6;7;8;15;16;17;18;19;20;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34; 35;36;37;42;43;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65; 66;67;68;69;70;71;72;73;83;87;88;89;90;91;92;93;94;95;96;97;
<i>Festuca supina</i>	74;75;78;79;
<i>Ficaria bulbifera</i>	5;6;13;14;29;30;
<i>Filipendula ulmaria</i>	10;29;30;38;39;42;43;44;45;46;47;48;49;
<i>Fragaria vesca</i>	10;
<i>Galeopsis pubescens</i>	97;
<i>Galeopsis sp.</i>	55;58;59;88;89;91;
<i>Galium album</i>	3;31;32;34;36;35;37;49;51;65;72;
<i>Galium aparine</i>	1;3;14;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;
<i>Galium saxatile</i>	61;68;69;70;71;74;75;76;77;
<i>Galium verum</i>	31;32;33;34;
<i>Geranium sylvaticum</i>	25;26;27;28;50;51;52;53;54;55;58;59;65;66;67;72;87;
<i>Geum urbanum</i>	12;
<i>Glechoma hederacea</i>	1;2;42;43;48;49;93;
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	58;59;
<i>Heracleum sphondylium</i>	3;7;8;16;32;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;64;65;67; 72;73;92;93;94;95;97;
<i>Hieracium aurantiacum</i>	56;57;58;59;61;73;
<i>Hieracium floribundum</i>	93;
<i>Hieracium lachenalii</i>	58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;94;95;
<i>Hieracium laevigatum</i>	60;61;62;63;72;
<i>Hieracium pilosella</i>	15;16;25;26;94;95;96;
<i>Holcus lanatus</i>	10;81;82;83;
<i>Holcus mollis</i>	8;11;12;48;49;58;59;68;69;70;71;72;73;75;92;93;94;95;96;97;
<i>Homogyne alpina</i>	74;75;76;77;78;79;90;91;
<i>Hypericum maculatum</i>	1;2;3;4;8;11;12;15;16;17;18;19;23;24;25;26;27;28;29;31;32;33;34; 35;36;37;40;41;42;43;44;45;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60; 61;62;63;64;65;66;67;68;69;70;71;72;73;74;75;82;83;85;87;88;89;90;91;92;93;94;95;96;97 ;
<i>Hypericum perforatum</i>	20;30;
<i>Hypochaeris radicata</i>	58;59;93;94;95;96;
<i>Impatiens glandulifera</i>	9;10;11;12;13;14;44;45;

<i>Juncus effusus</i>	9;10;11;12;13;14;
<i>Juncus filiformis</i>	70;71;80;81;82;83;84;85;90;91;
<i>Knautia arvensis</i>	15;16;17;18;19;20;49;
<i>Lamium maculatum</i>	14;44;45;
<i>Lathyrus pratensis</i>	36;37;52;53;96;97;
<i>Leontodon autumnalis</i>	30;92;93;94;95;96;97;
<i>Leontodon hispidus</i>	7;8;31;32;34;78;79;90;91;92;93;96;97;
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	15;16;17;18;25;26;28;33;34;35;49;
<i>Leucojum aestivum</i>	23;24;25;26;29;30;
<i>Leucojum vernal</i>	21;22;
<i>Lotus corniculatus</i>	32;35;
<i>Lupinus polyphyllus</i>	1;2;3;4;7;8;15;16;17;18;19;20;31;32;33;34;35;56;57;58;59;60; 61;64;65;67;72;73;92;93;94;95;96;97;
<i>Luzula campestris</i> agg.	51;52;53;17;18;19;20;21;22;57;58;59;60;61;62;63;66;67;69;72; 10;23;25;26;27;28;48;49;77;79;
<i>Luzula luzuloides</i>	68;69;87;90;91;
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	25;26;27;28;43;44;45;48;49;
<i>Lysimachia nemorum</i>	11;12;
<i>Lysimachia nummularia</i>	42;43;
<i>Lysimachia vulgaris</i>	9;10;11;12;
<i>Maianthemum bifolium</i>	21;22;23;24;
<i>Molinia caerulea</i>	77;79;
<i>Myosotis nemorosa</i>	35;50;51;53;80;81;82;83;87;89;9;10;27;28;38;39;47;55;
<i>Nardus stricta</i>	57;60;61;62;63;68;69;70;71;78;79;
<i>Petasites hybridus</i>	38;39;41;44;45;46;47;
<i>Peucedanum ostruthium</i>	54;55;86;87;88;89;
<i>Phalaris arundinacea</i>	9;10;12;13;14;38;39;40;41;44;45;
<i>Phleum phleoides</i>	73;
<i>Phleum pratense</i>	19;35;72;
<i>Phleum rhaeticum</i>	74;75;76;77;78;79;86;87;
<i>Phyteuma spicatum</i>	15;16;51;52;53;
<i>Picea abies</i>	9;10;68;69;
<i>Pimpinella major</i>	64;65;66;67;73;
<i>Pimpinella saxifraga</i>	17;18;36;37;58;59;72;
<i>Pinus mugo</i>	76;77;78;79;
<i>Plantago lanceolata</i>	3;6;7;8;15;16;17;18;31;32;33;34;35;36;37;64;65;66;67;92;93;94;95;96;97;
<i>Plantago major</i>	92;93;95;96;97;
<i>Poa angustifolia</i>	1;3;4;6;7;8;15;16;17;18;19;20;42;43;48;49;66;67;73;
<i>Poa annua</i>	30;71;
<i>Poa chaixii</i>	56;57;58;59;61;63;64;65;66;67;68;69;70;71;72;73;74;75;82;83;84;85;90;91;
<i>Poa humilis</i>	82;83;87;
<i>Poa pratensis</i>	35;36;37;50;51;56;57;58;59;64;65;90;91;92;93;94;95;96;97;
<i>Poa trivialis</i>	9;10;11;12;13;14;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;53; 54;55;56;57;73;80;81;82;83;84;85;86;87;
<i>Polygonum bistorta</i>	21;22;23;24;25;26;28;42;43;48;49;52;53;55;60;61;62;63;65;66;67; 68;69;70;71;72;74;75;76;77;78;79;81;82;83;85;86;87;88;89;90;91;
<i>Potentilla aurea</i>	61;63;74;75;76;77;83;90;91;
<i>Potentilla erecta</i>	22;23;24;25;26;68;69;71;79;82;83;90;91;95;
<i>Primula elatior</i>	25;26;30;

<i>Primula veris</i>	46;47;
<i>Ranunculus acris</i>	1;7;8;15;16;17;18;19;20;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37; 43;48;49;51;52;53;56;57;64;65;66;67;72;73;75;78;79; 80;81;88;89;90;91;92;93;94;95;96;97;
<i>Ranunculus auricomus</i>	15;16;25;26;29;30;31;32;33;34;
<i>Ranunculus ficaria</i>	38;39;42;43;44;45;51;
<i>Ranunculus platanifolius</i>	87;90;91;
<i>Ranunculus repens</i>	1;2;3;4;6;7;8;9;10;26;27;28;42;43;46;47;48;49;50;51;54;55;56;57; 58;59;64;65;66;67;74;75;79;80;81;82;83;84;85;88;89; 92;93;94;95;97;
<i>Rhinanthus minor</i>	25;26;27;28;31;32;33;34;35;56;57;58;59;60;61;72;73;
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	10;13;14;
<i>Rubus idaeus</i>	9;10;13;14;
<i>Rumex acetosella</i> ssp. <i>acetosella</i>	35;58;59;60;61;62;63;92;93;97;
<i>Rumex alpestris</i>	1;3;4;8;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;36;37;41;42;43;48;49;50;51; 54;55;52;53;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69;71;72; 73;74;75;76;77;78;79;80;81;82;83;84;85;86;87;88;89;90;91;
<i>Rumex alpinus</i>	51;52;53;54;55;56;57;74;75;82;83;84;85;
<i>Rumex longifolius</i>	56;57;
<i>Rumex obtusifolius</i>	3;5;6;12;47;96;97;
<i>Rumex acetosa</i>	25;26;29;30;31;32;27;28;
<i>Salix caprea</i>	12;
<i>Sanguisorba officinalis</i>	43;49;
<i>Scirpus sylvaticus</i>	9;10;38;
<i>Scrophularia nodosa</i>	9;10;
<i>Senecio fuchsii</i>	9;10;11;12;13;14;
<i>Senecio hercynicus</i>	50;51;54;55;68;69;74;75;77;78;79;82;83;84;85;86;87;88;89;90;91;
<i>Senecio sylvaticus</i>	29;30;
<i>Silene dioica</i>	9;10;15;16;19;20;42;43;44;45;47;52;53;61;74;75;76;77;78;79;82; 83;86;87;90;91;
<i>Silene vulgaris</i>	58;59;60;61;62;63;67;68;69;70;71;72;73;83;89;90;91;95;
<i>Solidago virgaurea</i>	21;22;23;24;68;69;71;76;77;78;79;90;91;
<i>Sorbus aucuparia</i>	68;69;70;71;85;
<i>Stachys sylvatica</i>	9;10;11;12;13;14;44;45;46;47;
<i>Stellaria alsine</i>	51;80;81;82;83;84;85;
<i>Stellaria graminea</i>	3;5;6;29;30;35;36;37;42;43;48;49;81;84;85;94;95;96;97;
<i>Stellaria nemorum</i>	13;14;54;55;84;85;
<i>Symphytum officinale</i>	38;39;40;41;93;97;
<i>Tanacetum vulgare</i>	16;96;
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	1;2;3;4;6;7;8;16;19;20;25;26;27;28;29;30;32;33;34;36;37;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;5 8;59;64;65;72;73;75;78;79;85;86; 87;89;91;92;93;94;95;96;97;
<i>Telekia speciosa</i>	5;6;9;10;11;12;13;14;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;
<i>Tragopogon pratensis</i> agg.	32;35;
<i>Trifolium hybridum</i>	5;6;
<i>Trifolium pratense</i>	6;25;26;32;33;34;35;36;37;56;57;58;59;72;73;92;93;94;95;96;97;
<i>Trifolium repens</i>	27;28;30;34;35;36;37;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;72;73;92; 93;94;95;96;97;
<i>Trisetum flavescens</i>	3;7;8;15;16;35;36;37;49;56;57;58;59;64;65;66;67;72;73;93;
<i>Urtica dioica</i>	6;9;10;11;12;13;14;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;50;51;53; 54;55;74;75;92;93;97;
<i>Vaccinium myrtillus</i>	76;77;
<i>Veratrum album</i> ssp. <i>lobelianum</i>	21;22;23;24;25;26;28;29;30;68;69;70;71;74;75;76;77;78;79;80; 81;82;83;84;85;86;87;90;91;

<i>Veronica arvensis</i>	55;
<i>Veronica chamaedrys</i>	1;2;3;4;5;6;7;8;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;24;25;26;27;28;29; 30;31;32;33;34;35;36;37;41;42;43;48;49;50;51;52;53;55;56;57;58;59;60;61;64;65;66;67;72 ;73;74; 75;79;80;81;82;83;84;85;86;87;88;89;90;91;92;93;96;97;
<i>Veronica officinalis</i>	60;61;62;63;71;94;95;
<i>Veronica serpyllifolia</i>	6;48;49;50;51;52;53;55;78;79;83;84;85;92;93;94;95;96;
<i>Vicia angustifolia</i>	55;
<i>Vicia cracca</i>	3;4;8;15;16;19;20;25;26;32;33;34;35;36;37;55;56;57;58;59;64; 65;66;67;92;93;96;97;
<i>Vicia sepium</i>	1;2;3;4;32;35;64;65;73;
<i>Viola lutea</i> ssp. <i>sudetica</i>	58;59;72;

Tabulka P4: Plánovaný a realizovaný management (červeně podbarveny změny oproti plánovanému managementu)

Kód lokality	Kód plochy	Druh	Typ plochy	Plánovaný management	Realizovaný management v r. 2024
1	403	Lupinus	dominanta	seč	bez managementu
1	404	Lupinus	roztroušeně	seč	bez managementu
1	456	Lupinus	dominanta	herbucid	zač. července seč (plodný) + 8% Roundup, 23. 8. 2024 + mulč zač. října
1	465	Lupinus	roztroušeně	vyrývání	zač. července seč (plodný) + 25.6. vyrývání + mulč zač. října
1	402	Lupinus	kontrola	seč	bez managementu
1	402	Telekia	kontrola	seč	bez managementu
1	401	Telekia	roztroušeně	seč	zač. července seč + zač. října mulčováno
2	405	Telekia	kontrola	bez managementu	bez managementu
2	407	Telekia	dominanta	bez managementu	bez managementu
2	406	Telekia	roztroušeně	bez managementu	bez managementu
3	408	Lupinus	kontrola	mulč	zač. července mulč (už zralé lusky!), zač. října znovu
3	409	Lupinus	dominanta	mulč	zač. července mulč (už zralé lusky!), zač. října znovu
3	410	Lupinus	roztroušeně	mulč	zač. července mulč (už zralé lusky!), zač. října znovu
4	411	Veratrum	dominanta	seč	seč (červenec)
4	415	Veratrum	kontrola	seč	seč (červenec)
4	413	Veratrum	dominanta	seč	seč (červenec)
4	412	Veratrum	kontrola	seč	seč (červenec)
4	414	Veratrum	mulč	mulč	mulčování 14. 7. 2024
5	417	Lupinus	dominanta	seč	polovina července seč (povoleno až od 15. 7.), už zralé lusky
5	416	Lupinus	roztroušeně	seč	polovina července seč (povoleno až od 15. 7.), už zralé lusky
5	458	Lupinus	vyrývání	vyrývání	vyrývání 25. 6. + polovina července seč (povoleno až od 15. 7.) + vyrývání 19. 10.
5	453	Lupinus	kontrola	pastvina	celoročně pastva ovčí
6	419	Telekia	roztroušeně	pastvina	bez managementu
6	420	Telekia	kontrola	pastvina	bez managementu
7	418	Telekia	dominanta	seč	seč přelom červen/červenec
7	424	Telekia	kontrola	seč	seč přelom červen/červenec
7	422	Telekia	dominanta	bez managementu	bez managementu

7	423	Telekia	kontrola	bez managementu	bez managementu
8	460	Rumex	dominanta	pastva	sezónní pastva krav (červenec, srpen)
8	461	Rumex	kontrola	pastva	sezónní pastva krav (červenec, srpen)
8	462	Rumex	dominanta	bez managementu	17. 8. bez managementu
9	467	Lupinus	dominanta	seč	seč konec června (kvetl), jaro 2025 plánováno vláčení
9	468	Lupinus	kontrola	seč	seč konec června (kvetl), jaro 2025 plánováno vláčení
9	434	Lupinus	vyrývání	vyrývání	vyrývání 20.6., seč konec června (kvetl), vyrývání 6.11.
9	450	Lupinus	herbicide	herbicide	seč konec června (kvetl); půdv. zamýšlen herbicide, ale ekol. zemědělství; jaro 25 plánováno vláčení
9	466	Lupinus	počátek invaze	počátek invaze, vyrývání	vyrývání 20.6.+ seč konec června+ vyrývání 8.11.
9	464	Lupinus	kontrola	seč	seč konec června
10	459	Lupinus	dominanta	bez managementu	otržení lusků (spálení mimo plochu) + seč v polovině října
10	454	Lupinus	kontrola	bez managementu	seč v polovině října, kdy část lusků z invadované plochy byla rozházena po kontrole (posbíráno 9. 11.)
11	448	Veratrum	dominanta	pastva	pastva (krávy 18.6., ovce 17. 8. 2024)
11	446	Veratrum	kontrola	pastva	pastva (krávy 18.6., ovce 17. 8. 2024)
12	471	Veratrum	dominanta	bez managementu	bez managementu
12	472	Veratrum	kontrola	bez managementu	bez managementu
12	449	Senecio	dominanta	bez managementu	bez managementu
12	472	Senecio	kontrola	bez managementu	bez managementu
13	447	Rumex	dominanta	bez managementu	bez managementu
13	423	Rumex	kontrola	bez managementu	bez managementu
13	470	Veratrum	dominanta	bez managementu	bez managementu
13	423	Veratrum	kontrola	bez managementu	bez managementu
14	437	Veratrum	dominanta	pastva	pastva (občas koně - 20.8.2024, dva roky předtím ovce)
14	439	Veratrum	kontrola	pastva	pastva (občas koně - 20.8.2024, dva roky předtím ovce)
14	439	Senecio	kontrola	pastva	pastva (občas koně - 20.8.2024, dva roky předtím ovce)
14	442	Senecio	dominanta	pastva	pastva (občas koně - 20.8.2024, dva roky předtím ovce)
15	469	Lupinus	dominanta	pastva	pastva – krávy, 8. 11. mulčování
15	445	Lupinus	kontrola	pastva	pastva – krávy, 8. 11. mulčování
15	457	Lupinus	vyrývání	vyrývání	vyrývání 15.-19.7.+ pastva krávy + 8. 11. mulčování
15	463	Lupinus	herbicide	herbicide	pastva + 8% Roundup 5.9.2024 +8. 11. mulčování

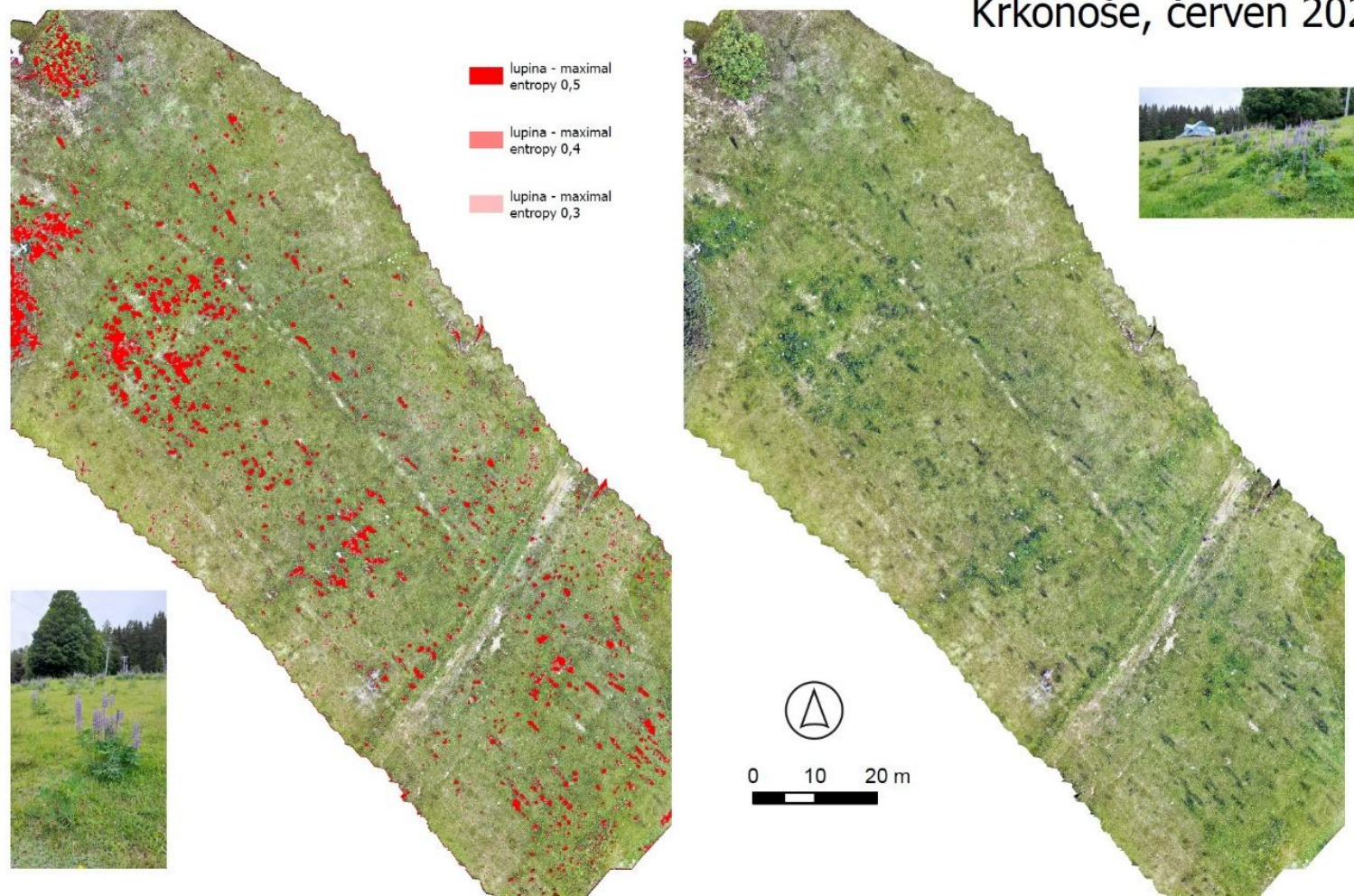
Tabulka P5: Historické hospodaření na zájmových lokalitách

Lokalita	Popis hospodaření posledních 10 let
Chaloupky	od roku 2016 kosení jednou ročně
Nad Výrovkou	bez zásahu
Pec	bez zásahu
Pod Výrovkou	bez zásahu

Studniční b.	do roku 2010 ladem, od roku 2010 pastva ovčí a od roku 2018 ovčí a skotu, část ladem jako kontrolní plocha
Dvorská b.	do roku 2010 ladem, do roku 2018 pastva ovčí 2× ročně, od roku 2018 do současnosti různé druhy pastvy, střídání ovčí, skotu koní, zpravidla dvakrát ročně přepaseno
Friesovy b.	do roku 2010 ladem, koseno kolem chalupy, do roku 2018 pastva ovčí, od roku 2018 do současnosti pastva skotu dvakrát ročně
Výslunní Modřín	pastva skotu, zpravidla 2–3 pastevní cykly, mulčování nedopasků
U Šerlišského mlýna	koseno a odklizeno 1× ročně min. od roku 2007 vždy po 15. 7.
U Matouše	část pastva ovčí (lupina není), část seč 1× ročně
Hamer. Za Olb. mlýnem	koseno 1–2× ročně
Jůlinčino údolí	bez zásahu
Hamernice tábor	část koseno 1× ročně, okraje ladem
Macháček	koseno 1× ročně min od roku 2010, J část (25 %) třikrát ročně sekačkou se sběrem
U hasičů	část koseno 1× ročně obcí, v roce 2023 stavební zásah, kanalizace, část občas bez zásahu, v některých letech koseno velmi pozdě v sezoně, dle kapacit pracovníků OÚ

Detekce lupiny mnoholisté na lokalitě Výsluní Modřín

Krkonoše, červen 2024



Detekce šťovíku alpského na lokalitě Friesovy boudy

Krkonoše, květen 2024

0 10 20 m 



0 2 4 m

Detekce kýchavice bílé na lokalitě U Šerlišského mlýna

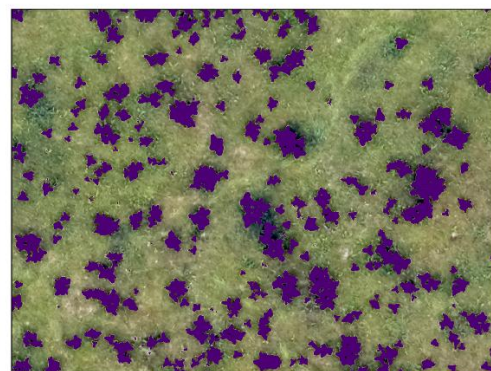
Orlické hory, červen 2024



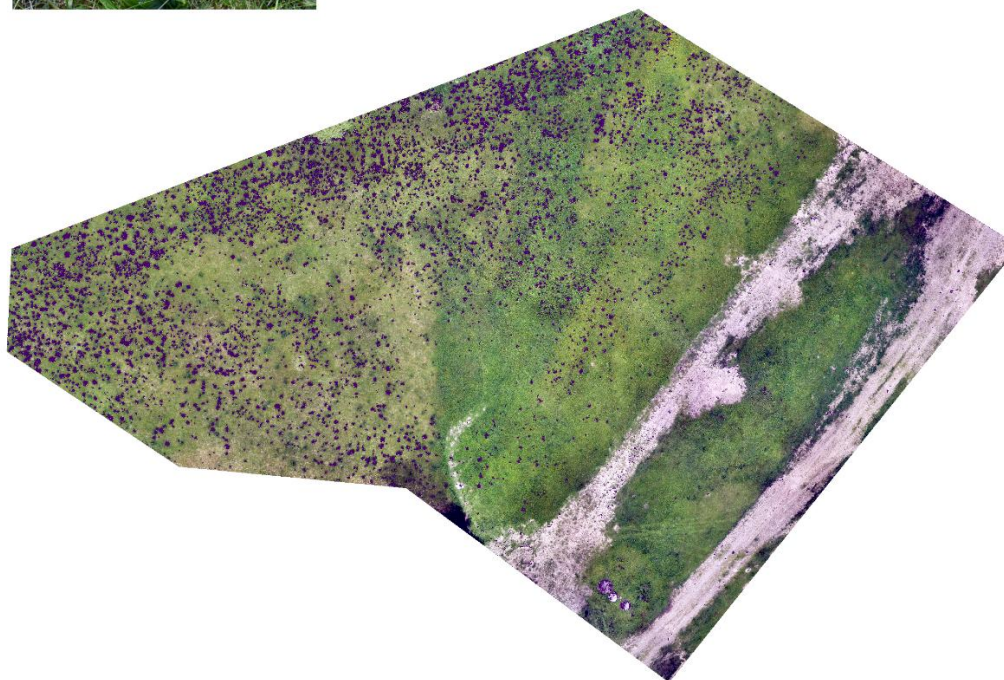
kýchavice bílá
(*Veratrum album*)



0 20 m

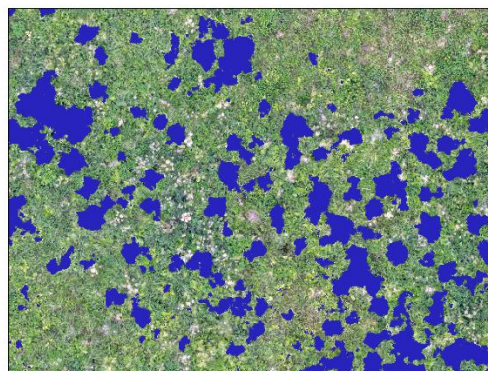


0 5 m

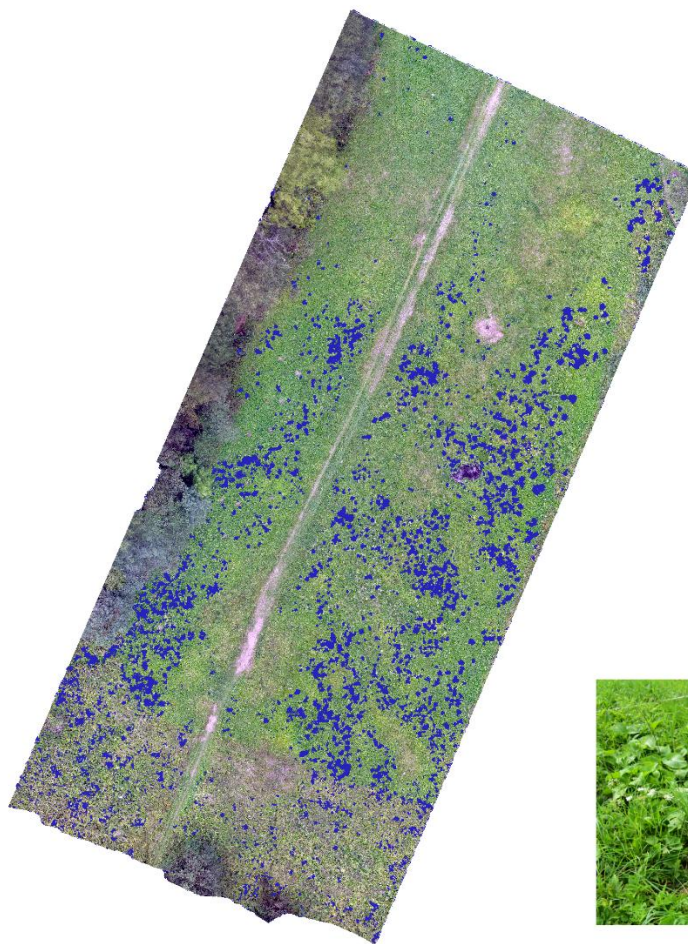


Detekce kolotočníku ozdobného na lokalitě Hamernice tábor

Orlické hory, srpen 2024



0 5 m



0 20 m

kolotočník ozdobný
(*Telekia speciosa*)

