

Popis projektu - Technická specifikace

<i>Zadavatel:</i>	Správa KRNAP, Dobrovského 3, 53401 Vrchlabí
<i>Program:</i>	Operační program Životní prostředí
<i>Projekt:</i>	Vegetace krkonošské tundry – minulost, současnost a budoucnost
<i>Zakázka:</i>	Vývoj metod pro sledování změn vegetace krkonošské tundry analýzou dat z multispektrálních, hyperspektrálních a LIDAR senzorů UAV
<i>Aktivity:</i>	2.1 - 2.5
<i>Zpracovali:</i>	2018-11 s využitím textů v žádosti o podporu

Kontrolní dny:

Realizace bude vyhodnocena v průběhu kontrolních dnů, které bude min. 1 ročně organizovat zadavatel. Termín bude oznámen minimálně 10 pracovních dnů před konáním. Minimálně 5 pracovních dnů před termínem konání předloží dodavatel přehled provedených prací ve struktuře položkového rozpočtu a prezentuje dosažené výsledky 15 minutovou prezentací. Záznam z kontrolního dne bude podkladem k fakturaci.

Závazný harmonogram termínů dodání jednotlivých výstupů je uveden v tabulce rozpočtu.

A) Retrospektivní analýza vývoje vegetace v historických leteckých snímcích

Budou využity letecké snímky v archivu zadavatele a budou dodány v archivu chybějící historické letecké snímky. Analýza bude zpracována pro vybrané území východní tundry Krkonoš na základě shromážděné časové řady leteckých snímků s využitím automatické klasifikace, případně v kombinaci s manuální vektorizací na základě vizuální interpretace. V každém případě budou využity rektifikované letecké snímky z 50. let. Další termíny (starší nebo mladší) budou zvoleny přibližně v intervalu každých 20 let na základě dostupnosti historických leteckých snímků.

Součinnost zadavatele:

(i) historické snímky z archivu, (ii) konzultace během klasifikace a souhlas s výsledkem klasifikace, (iii) spoluúčast na interpretaci zjištěných změn vegetace.

Předpokládané výstupy:

1. rektifikované historické letecké snímky

Elektronická data, 30 snímků, formát: souborová geodatabáze; velikost obrazového bodu bude určena na základě pilotního zpracování historických leteckých snímků a odsouhlasena zástupcem objednatele.

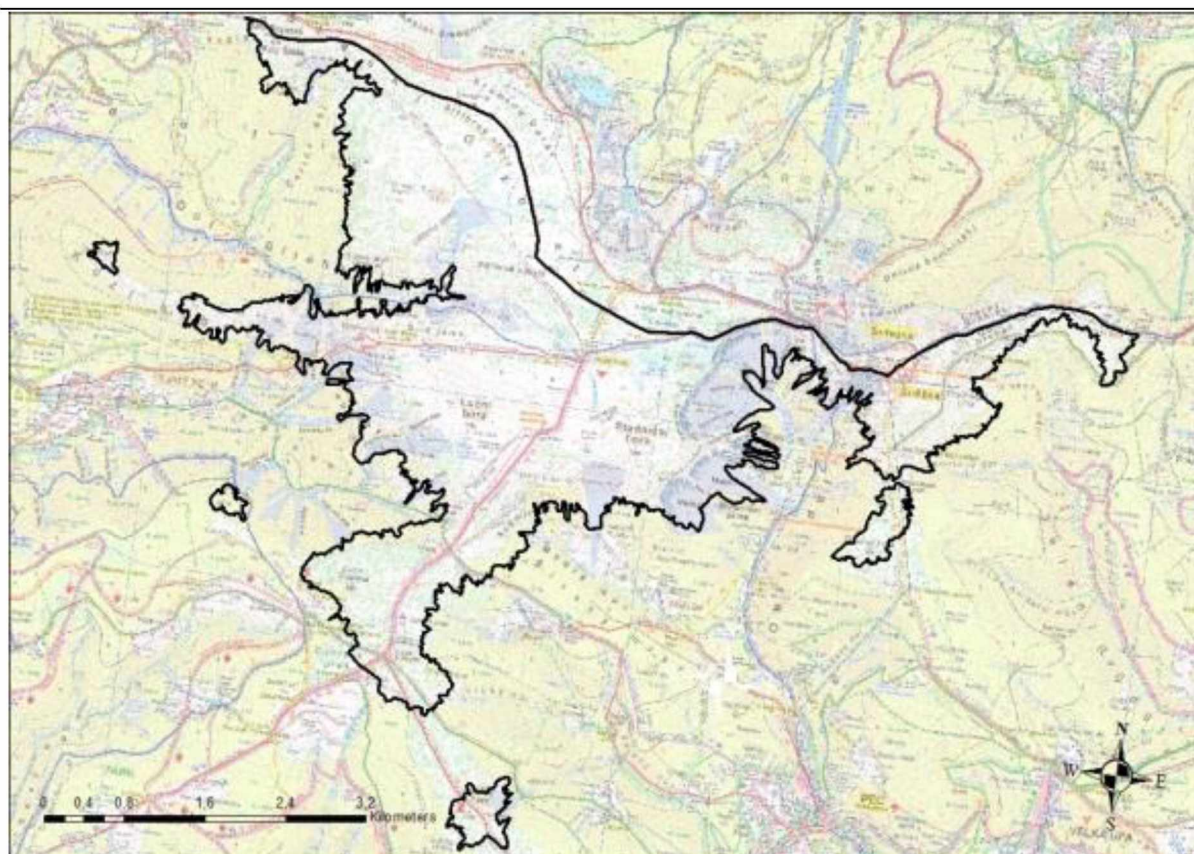
2. historické vegetační mapy rastrové a vektorové

Elektronická data; formát: souborová geodatabáze; klasifikace bude cílená na kategorie dle následujícího seznamu vegetačních typů (dál jen legenda):

1. kamenná moře a antropogenní plochy

2. smrkové porosty
3. kosodřevina
4. subalpínská brusnicová vegetace
5. alpské trávníky zapojené
 - 5a. smilka tuhá
 - 5b. druhově bohaté porosty s vysokým zastoupením dvouděložných
6. subalpínské vysokostébelné trávníky
 - 6a. třtina chloupkatá
 - 6b. bezkoleneček modrý
 - 6c. metlice trsnatá
7. subalpínské vysokobylinné trávníky
8. alpská vřesoviště
9. mokřady a rašeliniště
10. vodní plochy

Minimální požadavek je rozlišit: (i) převaha kamenných moří, (ii) převaha zapojených trávníků, (iii) kosodřevina, (iv) vodní plochy.



Obr. 1. Orientační vymezení území pro retrospektivní analýzu vývoje vegetace. Hranice se může v různých časových horizontech měnit a je třeba zachytit území v jeho maximálním rozsahu.

3. studie o změnách vegetace východní tundry

Akceptovaný rukopis odborného článku v recenzovaném časopisu, elektronicky MS WORD a PDF; předmětem článku budou: replikovatelná metodika klasifikace, kvantifikace změn

pokryvnosti hlavních vegetačních typů a interpretace těchto změn vzhledem k použitým metodám a historickým záznamům o hospodaření v dotčené oblasti.

B) Opakované snímkování vegetace ve vybraných plochách s pomocí UAV

Cílem čtyř opakování po čtyři roky je zachytit sezónní i meziroční variabilitu vegetace a vytipovat vhodné termíny pro odlišení jednotlivých cílových druhů nebo společenstev a vyhodnotit do jaké míry opakovaný sběr dat v různých fenologických fázích přispěje ke zpřesnění výsledků klasifikace dat DPZ.

Data budou získána s prostorovým rozlišením minimálně 100 a 400 obrazových bodů na m² a spektrálním rozlišením vlnové délky odraženého elektromagnetického záření v intervalu cca 450–1000 nm a vysokým počtem pásem (cca 200).

V prvním roce řešení projektu budou v oblasti východní tundry v terénu vytyčeny 4 výzkumné plochy tak, aby byly svým charakterem rozdílné a zároveň reprezentativně pokryly charakteristická společenstva krkonošské tundry. Plochy budou vybrány i s předpokladem, že v každé z nich dochází k expanzi některých druhů na úkor jiných. Půjde o tyto plochy: (i) zapojený smilkový trávník, (ii) kar, (iii) vrchoviště, (iv) vyfoukávaný smilkový trávník. Velikost ploch bude stanovena v prvním roce řešení projektu na základě testování optimální velikosti obrazového bodu pro monitoring, resp. letové výšky dronu v prvním roce aktivity. Předpokládá se, že velikost ploch se bude pohybovat v rozmezí 50×50 až 100×100 metrů. Data budou sbírána 4x za sezónu v rozmezí červen – září v daném kalendářním roce, ve čtyřech letech (2019–2022). Přesný termín určí zadavatel min. 5 pracovních dnů předem.

V karech je obtížné využít klasické metody půdorysného snímkování z důvodu problematického zachycení informace na strmých stěnách, expozici vůči osvětlení (silné světelné kontrasty mezi osvětlenou a zastíněnou částí), případně i prostorových podmínek (úzké údolí, obtížný přístup). Budou proto testovány i alternativní metody jako pozemní snímkování z protilehlých stěn, resp. z hřebenů rozdělujících jednotlivé části svahu a to minimálně ze tří snímacích stanovišť a dále bude prověřena možnost šikmého snímkování karových svahů dronem.

Data budou zadavateli poskytnuta v originální verzi před zpracováním a ve verzi po předzpracování tj. po aplikaci atmosférické a geometrické korekce.

Výstupy:

4. fixace ploch v terénu

Čtyři plochy v rámci území dle obr. 1; předpoklad 50×50 až 100×100 metrů; 4 typy: (i) zapojený smilkový trávník, (ii) kar, (iii) vrchoviště, (iv) vyfoukávaný smilkový trávník; lomové body fixovány kovovou zemní značkou s min. průměrem 12 cm, která umožní dohledání detektorem kovu nebo jiným trvalým způsobem dle dohody se zadavatelem. Záznam GPS souřadnic ploch pořízený přístrojem se submetrickou přesností. Fotografie lomových bodů v kontextu krajiny.

5. hyperspektrální data

Elektronická data; formát: souborová geodatabáze; 4x za sezónu v rozmezí červen – říjen; ve čtyřech letech (2019–2022); minimální rozlišení jednoho obrazového bodu na 100 cm² ve skutečnosti; zahrnuje i experimentální data z terénu karů.

6. LiDAR data

Elektronická data; formát LAS; minimální hustota měřených bodů 1 600 na m², zahrnuje i experimentální data z terénu karů.

7. technická zpráva s popisem použitých korekčních metod a návrh softwarové automatizace předzpracování. Předmětem plnění není dodávky SW ani provádění změn v SW.

Elektronicky; formát PDF.

Součinnost zadavatele:

(i) součinnost při výběru ploch, (ii) dodávka multispektrálních dat do 30/11 daného roku, (iii) souhlas se stanovenými termíny snímkování (dodavatel navrhne seznam/změnu termínů pro snímkování nejdéle 6 pracovních dní před jeho konáním).

C) Terénní sběr referenčních vegetačních dat ve vybraných plochách

Cílem je získat data pro (i) trénink a validaci klasifikace prostřednictvím DPZ a (ii) pro metodické porovnání expertního a strojového monitoringu vegetace. Ze získaných dat bude zjišťováno, zda lze intenzivním sběrem tréninkových dat při každém snímkování statisticky významně zlepšit výsledek řízené klasifikace.

V každém roce bude jednou vytvořena **vegetační mapa** celé snímkové plochy (4x celkem). Hranice zakreslí botanik expertně do leteckého snímku v měřítku v rozmezí 1:200 až 1:400 přímo v terénu. Do formuláře zaznamená pro každý vymapovaný polygon typ vegetace dle doporučené legendy v části A; přípustná je i jakákoliv jemnozrnější klasifikace typů vegetace, každý typ však musí být jednoznačně přiřaditelný k některé ze základních jednotek ve zmiňované legendě. V odůvodněných případech lze základní legendu rozšířit vymapováním nového typu vegetace. Dále pro každý polygon zaznamená odhad pokryvnosti dominantních druhů a typů povrchu s více než 20% pokryvností. Hranice i záznamy z formuláře botanik digitalizuje a upřesní v GIS s použitím aktuálních snímků vegetace.

Při každém snímkování budou v průběhu prvních dvou let (celkem 8x) zaznamenány lomové body polygonů v místech **homogenního (90%) výskytu vybraných druhů nebo společenstev** s cílem pokrýt typy vegetace dle legendy uvedené v části A. Minimální velikost tréninkového polygonu je požadována 25 m². Ke každému polygonu bude zaznamenán odhad pokryvností všech typů legendy a pokryvnost dominantních botanických druhů, pokud přesáhne 20%. Budou zaznamenány všechny polygony až do max. počtu 10 ks pro každý typ v rámci všech vymezených ploch. Polygony budou zahrnovat minimálně 10 % snímkaného území. Polygony budou na tréninkové a validační rozdělovány až po ukončení sběru dat v terénu náhodně.

V druhém roce budou v terénu lokalizovány vybrané **polygony získané automatickou a řízenou klasifikací** (výstupy části D). Botanik pro ně zaznamená min. odhad pokryvností všech typů legendy (viz A) a pokryvnost dominantních botanických druhů, pokud přesáhne 20%.

Výstup:

8. Polygonové vrstvy s vylišenými základními vegetačními jednotkami v prostředí GIS

Elektronická data; formát: souborová geodatabáze. Plochy budou zaznamenány a vytyčovány pomocí GPS s přesností min. 50 cm. Data budou rozdělena do jednotlivých vrstev dle termínů záznamu, tj. 4 vrstvy vegetační mapy a 8 vrstev tréninkových a 9 validačních polygonů.

Výtisky mapových archů sledovaných ploch v měřítku 1:200 v tiskové kvalitě 2400 DPI a 120g papír – mapová kompozice hranic vegetačních jednotek z vegetační mapy a rektifikovaného snímku dle výběru zadavatele. 2 pare pro každý rok

Součinnost zadavatele:

(i) poskytnutí aktuální ortofoto, (ii) kontrola a odsouhlasení terénního formuláře (dodavatel navrhne a předloží formulář pro záznam v terénu nejdéle 6 pracovních dní před prvním výjezdem), (iii) součinnost při prvním výběru validačních a trénovacích polygonů.

D) Vyhodnocení získaných dat

Pro klasifikace dat nasbíraných v rámci části B budou využita vegetační trénovací data z terénu sesbíraná v rámci části C. Analýzy budou prováděny ve více letech a tak budou postupně zpřesňovány výsledky a bude vyvíjena metodika monitoringu.

Účelem samotné analýzy bude testování vhodných klasifikačních metod (objektová klasifikace vs. per-pixel klasifikace, řízená vs. neřízená klasifikace) pro každý typ dat (LiDAR, multispektrální a hyperspektrální). Přesnost klasifikací bude ověřována (validace) pomocí souboru dat k ověření dodávaných v části C. Budou použity standardní metody validace (hodnocení na základě celkové, uživatelské a zpracovatelské přesnosti, Kappa koeficientu a AUC kritéria).

Pro účely detekce změn bude pracováno s výsledky klasifikace z jednotlivých (a ideálně dosti vzdálených) časových období, případně přímo s jednotlivými snímky nebo jejich kombinacemi spojenými v jeden datový soubor a porovnávat změny na úrovni pixelů (se zohledněním okolí). Vegetace v tundře se mění pozvolna a pomalu. K vyhodnocení jejich změn jsou proto nutné velmi přesné výsledky klasifikací. Určité třídy mohou být od sebe odlišitelné lépe (pouze) ve specifickém období roku. Klasifikovány proto budou snímky z různých termínů v průběhu sezóny (na základě trénovacích ploch nasbíraných v těchto termínech). Smyslem je využít snímky z různých termínů v průběhu sezóny pro zvýšení přesnosti klasifikace. Důležité bude také zjistit, v jakém časovém horizontu jsou předpokládané změny detekovatelné, a na základě toho potom navrhnout interval sběru dat v terénu (jak botanických, tak dat DPZ), proto je třeba pečlivě evidovat termíny a časy prováděných terénních prací.

Výstupy:

9. aktuální rastrové vegetační mapy sledovaných ploch

Elektronická data; formát: souborová geodatabáze.

Výtisky mapových archů sledovaných ploch v měřítku 1:200 v tiskové kvalitě 2400 DPI a 120g papír – mapová kompozice vybraných výsledků klasifikace a rektifikovaného snímku dle výběru zadavatele. Dvě pare pro každý rok

10. pracovní roční zprávy s komentovanými výsledky klasifikační analýzy

Česky i anglicky psané, elektronicky odevzdané zprávy v PDF budou obsahovat minimálně:
(i) porovnání klasifikačních metod a kvantifikaci jejich rozdílů a určení míry jejich chybovosti

ve vztahu ke skutečnostem zjištěných botanikem v terénu; (ii) kvantifikaci změn jednotlivých typů vegetace a pokryvu dle doporučené legendy (viz část A), (iii) vizualizaci změn formou mapových příloh a grafické prezentace datových souborů a souhrnů; (iv) doporučení pro metodické změny a testy pro další práci při sběru dat v terénu.

11. studie o změnách vegetace východní tundry

Akceptovaný rukopis odborného článku v recenzovaném časopisu, elektronicky MS WORD a PDF; předmětem článku budou: (i) replikovatelná metodika sběru dat, předzpracování a klasifikace, (ii) kvantifikace změn pokryvnosti hlavních vegetačních typů a interpretace těchto změn vzhledem k použitým metodám a historickým záznamům o hospodaření v dotčené oblasti, (iii) porovnání efektivnosti monitoringu při pořízení vegetační mapy expertním mapováním a prostřednictvím UAV vč. jejího předpokládaného budoucího vývoje.

Součinnost zadavatele:

(i) přístup k statistickému softwaru, (ii) konzultace a diskuse nad pracovními výsledky klasifikačních analýz 20 pracovních dnů před termínem odevzdání pracovní zprávy, (iii) konzultace a diskuse nad pracovní verzí rukopisu 20 pracovních dnů před termínem odevzdání.

E) Příprava metodiky a akčního plánu monitoringu s využitím nástrojů DPZ

Metodika bude vycházet z podrobné analýzy metodických přístupů vypracované v rámci části D. Dodavatel navrhne takový způsob monitoringu, který umožní spolehlivou a přesnou detekci změn vegetace a zároveň zohlední finanční a kapacitní možnosti Správy KRNAP při jeho dalším provádění. Navržená metodika by tedy měla být spolehlivá a zároveň co nejméně kapacitně náročná na provádění / finančně náročná na pořizování podkladových snímků.

Metodika bude doplněna o akční plán – doporučený postup implementace metodiky v KRNAP, harmonogram konkrétních kroků monitoringu a popis získávání potřebných dat včetně jejich ocenění do roku 2033 (tedy na dalších 10 let od ukončení projektu). V rámci této aktivity proběhne také proškolení pracovníků Správy KRNAP, k němuž bude dodán manuál popisující základní kroky analýzy dat.

Metodika bude zahrnovat a zohledňovat výsledky z terénních konzultací s účastí zahraničního experta, které bude zadavatel organizovat v průběhu realizace v letech 2019, 2021 a 2023. Dodavatel se bude podílet na přípravě programu konzultací tím, že formuluje vyvstálé otázky a bariéry, botanik a vedoucí geoinformatik se budou konzultací účastnit a bude pořizovat záznam v podobě klíčových závěrů konzultace.

12. metodika

Elektronicky; formát PDF.

13. akční plán

Elektronicky; formát PDF.

14. záznam o proškolení příslušných pracovníků Správy KRNAP k provádění následných cyklů monitoringu.

Program; prezenční listina; Dodáno bude jako elektronická verze s fotokopii s podpisy účastníků na prezenčních listinách, formát PDF.

Součástí dodávky bude i dokumentace terénních konzultací vč. fotokopie prezenčních listin.

Součinnost zadavatele:

(i) organizace terénních konzultací, (ii) konzultace a diskuse nad pracovními návrhy metodiky a akčního plánu 10 pracovních dnů před termínem jejich odevzdání