

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky

**Využití obrazových dat pořízených pomocí UAV
pro analýzu průchodnosti terénu**

Autor práce: Milan Gregor

Vedoucí práce: Ing. Jakub Jech

Studijní program: Informatika a systémové inženýrství

Obor: Informační a bezpečnostní systémy

Pardubice 2024

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Milan Gregor**
Osobní číslo: **E20820**
Studijní program: **B0688A140004 Informatika a systémové inženýrství**
Specializace: **Informační a bezpečnostní systémy**
Téma práce: **Využití obrazových dat pořízených pomocí UAV pro analýzu průchodnosti terénu**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je analyzovat průchodnost terénu z obrazových dat získaných pomocí bezpilotních prostředků. Analýza průchodnosti terénu bude prováděna v bezplatném softwaru.

Osnova:
- Úvod do GIS
- GIS analýzy
- Úvod do UAV
- Analýza průchodnosti terénu v nástroji QGIS
- Vyhodnocení a závěr

Rozsah pracovní zprávy: **cca 35 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

LILLESAND, Thomas, 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7th. John Wiley. ISBN 9781118343289.
Vojenský geografický obzor [online], 2020. In: . Dobruška: Ministerstvo obrany, geografická služba AČR, s. 78 [cit. 2023-08-21]. ISSN 2570-6608. Dostupné z: https://vgo.army.cz/sites/vgo.army.cz/files/dokumenty/zakladni-stranka/vgo_2020_02.pdf
MARTINEC, František, 2022. *Drony a Letecké Bezpilotní Systémy*. ISBN 978-80-88246-92-3.
ZALOGA, Steven J., 2011. *Unmanned Aerial Vehicles*. Bloomsbury Publishing. ISBN 1849089663.
The Evolution and Application of Mini UAV System [online]. 2009-10-12 [cit. 2010-05-01]. Dostupné z WWW: The Evolution and Application of UAUVER Mini UAS | PDF | Unmanned Aerial Vehicle | Aircraft (scribd.com)

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Jech**
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2024**

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. et Ing. Martin Lněnička, Ph.D. v.r.
garant studijního programu

V Pardubicích dne 1. září 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem využití obrazových dat pořízených pomocí UAV pro analýzu průchodnosti terénu jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 25.06.2024

Milan Gregor

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakubu Jechovi za užitečné informace, odborné vedení, ochotu, vstřícnost a trpělivost při zpracování této práce. V neposlední řadě jsem velmi vděčný mé rodině a přítelkyni za psychickou podporu a trpělivost během celého studia.

Anotace

Tato práce se zabývá využitím Geografických informačních systémů (GIS) a bezpilotních leteckých prostředků (UAV) pro analýzu průchodnosti terénu. Cílem práce je zkoumat možnosti a výhody obrazových dat získaných pomocí UAV pro tuto analýzu. Práce se zaměřuje na proces importu, zpracování a analýzy dat v nástroji QGIS, který je jedním z nejpoblárnějších open-source GIS softwarů. Důraz je kladen na technické aspekty sběru a zpracování dat, stejně jako na jejich aplikace v praxi. Výsledky jsou hodnoceny z hlediska praktických aplikací, jako je plánování tras a identifikace překážek. Práce poskytuje ucelený pohled na využití UAV a GIS v analýze průchodnosti terénu a nabízí doporučení pro další výzkum v této oblasti.

Klíčová slova

UAV, drony, zpracování dat z UAV, GIS, QGIS, průchodnost terénem

Title

Utilization of image data captured by UAV for terrain passability analysis

Annotation

This thesis deals with the use of Geographic Information Systems (GIS) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for terrain passability analysis. The aim of the thesis is to explore the possibilities and advantages of image data obtained by UAV for this analysis. The thesis focuses on the process of importing, processing, and analyzing data in QGIS, one of the most popular open-source GIS software tools. Emphasis is placed on the technical aspects of data collection and processing, as well as their practical applications. The results are evaluated in terms of practical applications, such as route planning and obstacle identification. The thesis provides a comprehensive view of the use of UAV and GIS in terrain passability analysis and offers recommendations for further research in this field.

Keywords

UAV, drones, UAV data processing, GIS, QGIS, terrain passability

Obsah

Úvod.....	12
1 Úvod do GIS	13
1.1 Význam GIS	13
1.2 Historie GIS.....	13
1.3 Základními komponenty GIS	13
Komponenty GIS dle Konečného	13
Komponenty GIS dle Břehovského a Jedličky	14
1.4 Data.....	14
Vektorová data.....	15
Rastrová data	16
Získávání dat	16
Geografická data	17
1.5 Nástroje pro správu.....	18
ArcGIS	18
QGIS.....	18
GRASS GIS	19
PostGIS.....	19
Další nástroje a služby	20
2 GIS analýzy	20
2.1 Modelování terénu.....	20
Nástroje:	20
2.2 Vytvoření Překážkových Map	21
Nástroje:	21
2.3 Analýza Viditelnosti.....	21
Nástroje:	21
2.4 Cestovní Trasy a Optimalizace Cest	21
Nástroje:	21
2.5 Aplikace Analýzy Průchodnosti Terénem	21
Urbanismus.....	22
Doprava.....	22
Zemědělství.....	22
Ochrana Životního Prostředí.....	22
3 UAV	22
3.1 Úvod do UAV	22
3.2 Historie.....	22

3.3	Dělení UAV	24
3.4	Technologie UAV	26
	Letecký modul.....	26
	Ovládání bezpilotního letounu (UAV	26
3.5	Legislativa v České republice	27
3.6	Zpracování UAV dat	28
4	Vymezení území	29
5	Data pro zpracování	30
6	Instalace aplikace QGIS.....	30
6.1	Prostředí aplikace QGIS.....	31
6.2	Import dat	32
6.3	Instalace zásuvných modulů	32
6.4	Vytvoření mapsetu	33
6.5	Výpočet sklonu terénu	34
6.6	Vrstva průchodnosti	34
7	Vyhodnocení a závěr.....	34
	Seznam citací/referencí	36

Seznam obrázků

Obrázek 1 Základní komponenty GIS.....	14
Obrázek 2 Vektorové vrstvy	15
Obrázek 3Koncept rastrových dat.....	16
Obrázek 4 Náhled aplikace QGIS	19
Obrázek 5 První bezpilotní letoun Aerial Target	23
Obrázek 6 MQ - 1 Predator	23
Obrázek 7 Čínské nákladní UAV	25
Obrázek 8 Podvodní UAV	25
Obrázek 9 Náhled aplikace AisView.....	28
Obrázek 10 Poloha přírodní rezervace.....	29
Obrázek 11 Bližší určená polohy přírodní rezervace.....	29
Obrázek 12 Zdrojová data	30
Obrázek 13 Průvodce instalaci při počátku.....	30
Obrázek 14 Průvodce instalací po dokončení	31
Obrázek 15 Základní komponenty programu QGIS	31
Obrázek 16 Okno, při vkládání vrstvy	32
Obrázek 17 Výsledná vrstva promítnutá do mapového okna.....	32
Obrázek 18 Vizuál mapového okna po spuštění OSM	33
Obrázek 19 Mapové okno po vytvoření mapsetu.....	33
Obrázek 20 Výsledná vrstva průchodnosti.....	34
Obrázek 21 Kartografický výstup z QGIS.....	35

Seznam tabulek

Tabulka 1 Vektorová data.....	15
Tabulka 2 Rastrová data	16

Seznam zkratek

UAV	Unmanned Aerial Vehicle
GIS	Geografické informační systémy
CGIS	Canadian Geographic Information System
ESRI	Environmental Systems Research Institute
Arc info	Arc Information System
GPS	Global Positioning System
CAD	Computer-Aided Design
DXF	Drawing Exchange Format
DGN	Design File Format
DWG	Drawing Format
IGES	Initial Graphics Exchange Specification
HPGL	Hewlett-Packard Graphics Language
BIL	Band Interleaved by Line
BIP	Band Interleaved by Pixel
TIFF	Tagged Image File Format
JPG	Joint Photographic Group
JPEG	Joint Photographic Experts Group
QGIS	Quantum Geographic Information System
DBA	Database Administrator
WMS	Web Map Service
WFS	Web Feature Service
DEM	Digital Elevation Model
DSM	Digital Surface Model
DJI	Da-Jiang Innovations

Úvod

Tato práce se zaměřuje na Geografické informační systémy (GIS) a bezpilotní letecké prostředky (UAV), které v současné době hrají klíčovou roli v analýze a zpracování geografických dat. Cílem této práce je zkoumat využití obrazových dat získaných pomocí UAV k analýze průchodnosti terénu a přinášet pochopení jejich možností a výhod v praxi.

V dnešní době jsou technologie GIS a UAV neodmyslitelně spojené s geografickou analýzou a mapováním. UAV, známé také jako drony, se staly důležitým nástrojem pro sběr geografických dat z nadhledu. Jejich schopnost poskytovat vysoké rozlišení a detailní obrazová data o terénu otevírá mnoho možností pro rozmanité aplikace v geografii a vědách souvisejících s prostředím.

Hlavním cílem této bakalářské práce je prozkoumat různé metody a techniky využití obrazových dat získaných UAV pro analýzu průchodnosti terénu. Důraz bude kladen na proces importu, zpracování a analýzy těchto dat v nástroji QGIS, což je jedno z nejpoužívanějších open-source GIS softwarů.

V průběhu práce budou rozebírány nejen samotné technické aspekty sběru a zpracování dat, ale i jejich aplikace v různých oblastech. Obrazová data z UAV mají mnoho výhod a přínosů. Jsou klíčová pro lepší plánování tras, monitorování změn v krajině, identifikaci překážek a další úkoly související s geografickým informačním systémem.

Struktura práce je rozdělena do několika hlavních částí, které postupně přibližují problematiku. Úvod práce se zaměřuje na představení tématu a stanovení jejích cílů. Následuje teoretický úvod do GIS a UAV, kde jsou rozebírány základní koncepty a technologie. Poté je detailně popsán proces analýzy průchodnosti terénu v nástroji QGIS, včetně konkrétních postupů a metod. V další části jsou vyhodnoceny výsledky a jejich praktické aplikace v různých oblastech, aby bylo demonstrováno skutečné využití těchto technologií.

Nakonec je práce uzavřena závěrečným shrnutím, kde jsou prezentovány klíčové poznatky a doporučení pro další výzkum v této oblasti. Tímto bude práce přinášet ucelený pohled na využití UAV a GIS v analýze průchodnosti terénu a poskytne základ pro další vývoj a výzkum v této dynamické oblasti geografie a technologií.

1 Úvod do GIS

První kapitola je zaměřena na Geografické informační systémy jako celek, tudíž na jejich definici, historii, základní komponenty, vývoj, data a sběr dat a konkrétní druhy, které můžeme najít.

1.1 Význam GIS

Geografický informační systém není jednoznačně definován, a to z důvodu jeho vnímání různými odvětvími. Martinec (1999) definuje Geografický informační systém jako systém lidí, technických a organizačních prostředků, který provádí sběr, přenos, uložení, a zpracování údajů za účelem tvorby informací vhodných pro další využití v geografickém výzkumu a jeho praktických aplikacích. Tyto systémy kombinují prostorové informace s atributovými daty, což umožňuje uživatelům provádět různé analýzy a rozhodování založené na geografickém kontextu.

GIS je využíván v široké škále odvětví, jako je urbanismus, ekologie, doprava, zemědělství, zdravotnictví a armáda. Jeho cílem je poskytnout lepší porozumění geografickým vzorcům a trendům, což umožňuje lepší plánování a rozhodování v mnoha oblastech lidské činnosti.

1.2 Historie GIS

Dle Voženílka (1998) lze počátek geografických informačních systémů datovat od 18. století, kdy byly vyvinuty přesné topografické mapy. Nejednalo se přímo o systémy, jak je známe dnes, ale o jejich předchůdce, ze kterých následně vznikly naše současné systémy. Postupem času byly zdokonaleny kartografické metody a začaly se rozvíjet metody podobné těm, které známe dnes. Zejména v oblasti statistických metod a teorie matematické informatiky. V 60. letech se začalo zaměřovat na počítače a prostorová data byla postupně ukládána do virtuální formy. Společně s rozvojem vědy a techniky se zdokalovaly i GIS. Především v 60. a 70. letech 20. století začaly vznikat první počítačové systémy pro správu geografických dat. Průkopníky v této oblasti byly například Canada Geographic Information System (CGIS) a Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis. S rozvojem počítačové technologie se rozvíjely i informační systémy, které mohly využít svůj plný potenciál. Vznikem počítačových systémů se zvýšila produktivita práce a počítače se staly nezbytnými pro společnost jako celek. První komerční GIS vznikly v 70. a 80. letech 20. století, jako například ARC/INFO od Environmental Systems Research Institute (ESRI) a MapInfo. V posledních letech se GIS stal široce dostupným a integrálním nástrojem v mnoha odvětvích a začal se rozvíjet směrem k využití cloudových služeb a mobilních aplikací.

1.3 Základními komponenty GIS

Komponenty GIS dle Konečného

Všechny geografické informační systémy jsou složeny z několika na sebe navazujících funkcí. Podle Konečného (1994) jsou rozděleny takto:

- **Hardware**

V posledních deseti letech došlo k rapidnímu rozvoji počítačového hardwaru. Nastává aktuální otázka a to, kde může být pomyslná hranice výkonu dnešních osobních počítačů či pracovních stanic. Dnešní vybavenost osobních počítačů plně dostačuje k provozu i tak hardwarově náročných aplikací jako je samotný GIS.

- **Soubor aplikačních softwarových modulů**

Podobně jako hardware i programové či softwarové vybavení prošlo stejným vývojem a je možné ho využívat k daleko sofistikovanějším úkolům. Zdokonalení proběhlo jak po grafické stránce, ale především po stránce zlepšení a zvýšení funkcí, jež umožňují lepší analýzy a zpracování.

- **Organizační kontext**

Lepší a kvalitnější data jsou získávána za kratší dobu a jsou dostupná v digitální podobě.

- **Lifeware**

Tento termín byl poprvé použit v druhé polovině 60. let 20. století a odkazoval na uživatele počítačů. Jedná se především o slangový termín pro označení lidí, kteří používají počítače prostřednictvím hardwaru a softwaru. Je možné zaslechnout i další termíny, které budou mít podobný význam, například: wetware, meatware, jellyware.

- **Data**

Jelikož se jedná o velmi rozsáhlé a zásadní téma je třeba mu věnovat celou podkapitulu.

Komponenty GIS dle Břehovského a Jedličky

Jiné rozvržení geografických informačních systémů dle Břehovského a Jedličky (2005), kteří říkají, že geografický systém je složen takto, viz. Obrázek 1:

- **Hardware**

Počítače, počítačové sítě, vstupní a výstupní zařízení (geodetické přístroje, GPS – pozemní i kosmický segment, digitizéry, plottery, scannery, ...)

- **Software**

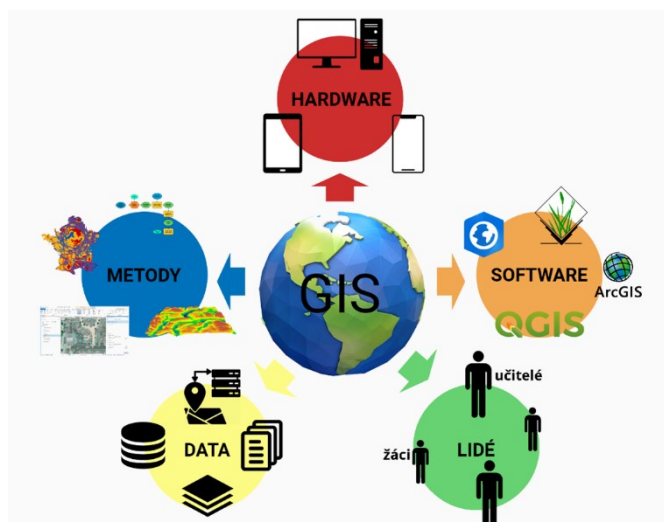
Pro práci s geografickými daty je často software postaven modulárně. Jádrem systému, které obsahuje standardní funkce pro práci s geodaty a programové nadstavby (moduly) pro specializované úkoly (například 3D zobrazení, zpracování snímků dálkového průzkumu Země), je často nosným bodem.

- **Data**

Jedná se o nejdůležitější část GIS. Prostředky pro získávání a obnovu dat tvoří až 90 % finančních nákladů na provoz GIS.

- **Lidé**

Programátoři, specialisté na GIS a koncoví uživatelé.



Obrázek 1 Základní komponenty GIS

Zdroj: [VUT Brno]

1.4 Data

Data jsou neodmyslitelným a klíčovým prvkem každého geografického informačního systému (GIS). Jsou páteří, která propojuje všechny ostatní komponenty a umožňuje uživatelům provádět analýzy, rozhodování a plánování na základě prostorových informací. S postupem času je nejen zvyšována důležitost dat, ale také jejich hodnota. To vede k jejich větší komercializaci a možnému

prodeji nebo licencování, zejména pokud se jedná o citlivá a neveřejně šiřitelná data. Naopak data vládní jsou obvykle veřejně dostupná a slouží k podpoře transparentnosti a demokratického procesu. (Voženílek, 1998; Tollingerová, 1996)

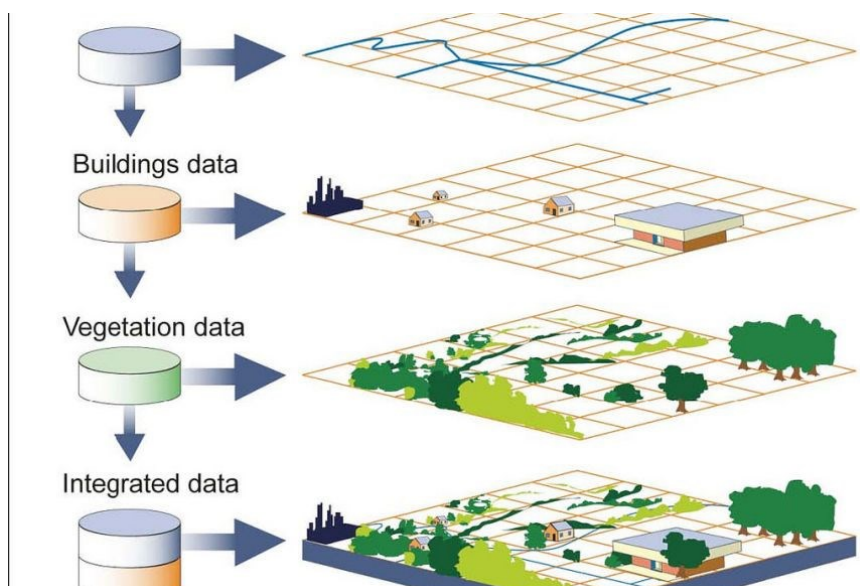
Základní rozdělení dat pro geografický informační systém je především na vektorová a rastrová data. Vektorová data jsou skládána z bodů, linií a polygonů a jsou vhodná pro reprezentaci jednotlivých objektů a jejich prostorových vztahů. Naopak rastrová data jsou reprezentována mřížkou buněk či pixelů a lépe vyhovují kontinuálním jevům, jako je topografie terénu, půdní typy nebo vegetační pokryv. Toto rozdělení umožňuje efektivní manipulaci s různými typy dat a jejich využití v různých aplikacích a analýzách v rámci GIS.

Vektorová data

Individuální identifikátory jsou používány k reprezentaci vektorů. Vektorové vyjádření grafických jevů přesněji zachycuje realitu než rastrové. V GIS jsou objekty reálného světa vyjádřeny pomocí bodů, linií a polygonů, viz. Obrázek 2. Tyto základní topologické entity jsou zaznamenávány sérií kartézských souřadnic x a y. Vektorová data jsou posloupnostmi bodů a linií, které jsou geometricky i analyticky propojeny. Tyto data charakterizuje vztah mezi prostorovou a informační složkou datového modelu GIS. Informace o poloze i obsahu jsou spojeny s identifikátorem objektu, což je základní prvek vektorových dat. Vektorová data mají výhodu v objektové orientaci, která umožňuje práci s jednotlivými objekty jako samostatnými celky. Původně vyvinuta pro CAD systémy, jsou využívána pro informace určené k dalšímu zpracování a analýze. Mezi nejběžnější formáty lze zařadit dxf, dgn, dwg, iges a hpgl. (Voženílek, 1998).

Tabulka 1 Vektorová data

Výhody	Nevýhody
Polohové přesnosti objektů	Složitost výpočtů při analytických operacích
Použití pro malý objem uložených dat	Časově náročnější
Výstup blízký klasickým mapám	Nevhodné pro prostorové modelování a simulace



Obrázek 2 Vektorové vrstvy

Zdroj: [VUT Brno]

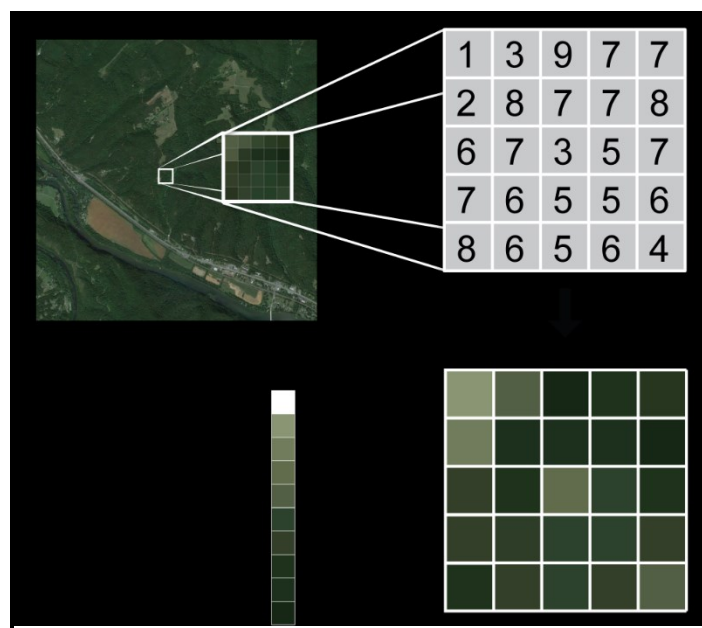
Rastrová data

Informace v rastrovém formátu dat je nesena pixelem. Celý objekt, jeho část nebo více objektů najednou mohou být reprezentovány jedním pixelem, což není možné rozlišit ve vektorovém formátu. Vykreslování objektů je úzce spojeno s hodnotou velikosti pixelu, která určuje prostorové rozlišení rastru. Rastrová data jsou často vytvářena snímáním zemského povrchu pomocí družic nebo leteckých snímků. Tyto snímky jsou dále zpracovávány do ortofotomap. Mezi další metody vytváření rastrových map, lze řadit použití skeneru, rasterizace papírových map nebo interpolace vektorových geodat k vytvoření povrchu.

Základem rastrových dat je pravidelná síť bodů pokrývající zemský povrch. Jevy jsou lokalizovány pomocí souřadnic těchto bodů, viz. Obrázek 3. U rastrových dat není důležitá typologie, ale spíše velikost buněk, tedy rozlišení rastru. Správná velikost buňky musí odpovídat jemnosti zkoumaného objektu. Při zpracování více rastrů je klíčové, aby všechny buňky měly stejnou velikost. GIS pracují s různými formáty rastrových dat, jako jsou bil, bip, tiff, jpg, jpeg, atd.

Tabulka 2 Rastrová data

Výhody	Nevýhody
Jednoduché výpočty při analytických operacích	Velký objem uložených dat
Možnost kombinace	Menší kvalita výstupů
Vhodnost pro modelování a simulace	Problematický převod do jiných systémů



Obrázek 3 Koncept rastrových dat

Zdroj: [NEON Science]

Získávání dat

Před každým sběrem dat je nezbytné detailně specifikovat, jaká konkrétní data budou potřeba a k jakým účelům budou využívána. Tato inicializace umožňuje efektivnější a cílenější práci s daty a dosažení požadovaných výstupů, jako jsou mapy, grafy nebo analytické reporty. Zdroje dat mohou být velmi různorodé, od tradičních papírových map a plánů po digitální databáze, statistické ročenky nebo výsledky sčítání lidu. Každý zdroj dat může být klíčový pro naše analytické procesy a rozhodování.

Metody sběru dat jsou rozdělovány do dvou základních skupin, jak bylo popsáno Cajthamlem (2008):

- **Získávání dat z reálného světa**

Tato data jsou získávána prostřednictvím přímého měření objektů, včetně dálkového průzkumu země. Přesnost měřených dat je následně ovlivňována hustotou a frekvencí měření, přičemž je k dispozici reprezentativní vzorek. Existuje několik typů reprezentativních vzorků:

1. Náhodný výběr: Každá lokalita nebo okamžik má stejnou pravděpodobnost být vybrána.
2. Systematický výběr: Lokality a časové body měření jsou vybírány podle určitých pravidel, jako například každý jeden kilometr nebo každou hodinu, aby bylo pokryto celé území a celé období šetření.
3. Strategický výběr: Znalosti o prostorovém a časovém rozložení určitých jevů jsou využívány experty při výběru reprezentativních vzorků, například geologických sond nebo meteorologických stanovišť. (Longley a kol., 2016; Voženílek, 1998).

- **Přebírání již vytvořených souborů dat**

Získávání dat z již existujících zdrojů, jako jsou snímky, tabulky, mapy a další dokumenty, je klíčovou činností v procesu sběru informací. Tato data jsou považována za hodnotný zdroj informací, který lze využít pro různé účely. Při zpracování těchto dat jsou často prováděny jejich úpravy, jako je převod do digitálního formátu nebo jejich další zpracování pro získání konkrétních informací. Sekundární data, jsou data získaná z existujících zdrojů, jsou dále rozdělována do dvou hlavních skupin:

1. Digitální data - zahrnují širokou škálu zdrojů, včetně databází, digitálních map a družicových snímků, která poskytují detailní a aktuální informace.
2. Analogová data - zahrnují tabulky, seznamy, texty, rejstříky, grafy a mapy ve fyzické podobě, která je třeba digitalizovat pro efektivnější zpracování a analýzu.

Je důležité, aby tato sekundární data byla správně pochopena a efektivně využita, aby bylo možné získat relevantní a spolehlivé informace pro daný výzkum či projekt. Správné a efektivní využití těchto dat může výrazně ovlivnit kvalitu výstupů a rozhodovací procesy v různých oblastech, jako je geografický průzkum, plánování městského rozvoje nebo environmentální analýza.

Definice geodetických metod je klíčová pro porozumění sběru dat. Tyto metody jsou nezbytné pro určení tvaru, rozměru a fyzikálních vlastností zemského povrchu a mohou zahrnovat matematické, geometrické a fyzikální techniky měření a výpočtů. Jejich výsledky jsou základem pro tvorbu map a dalších geografických produktů, které jsou klíčové pro mnoho odvětví, od urbanismu po zemědělství.

Geografická data

Dle V. Židka (2004) v oblasti geografických dat dochází v současné době především k převodu z analogových dat do digitálních. Kdy do kategorie analogových dat je zařazena široká škála informací, jako jsou například územní plány plynofikace, telefonní sítě, kanalizace a vodovody. Tyto informace jsou často uchovávány ve formě tištěných map, plánů nebo dokumentů a mají často dlouhou historii.

V dnešní době je však stále více dat ukládáno a zobrazováno v digitální podobě. Digitální formát poskytuje mnoho výhod, včetně snadného přístupu, rychlého zpracování a možnosti efektivního sdílení dat mezi uživateli. Navíc digitální data umožňují snadnou aktualizaci a integraci s dalšími informačními zdroji.

Přestože většina dat nyní existuje v digitální podobě, může být převod těchto informací zpět do analogové formy stále potřebný. To se obvykle děje v případech, kdy je vyžadováno oficiální schválení, například na žádost místní správy nebo úředního orgánu. Takové transformace jsou spíše využívány jako dokumentační a administrativní úkon, než jako standardní způsob uchování a zobrazování geografických dat.

1.5 Nástroje pro správu

V geografickém informačním systému (GIS) hrají klíčovou roli nástroje pro efektivní správu, zpracování a analýzu geografických dat. Tato široká škála nástrojů je zahrnována softwarem, aplikacemi, knihovnami a službami, které umožňují uživatelům pracovat s geografickými daty v různých formátech a na různých úrovních složitosti. Manipulace s daty je nejen usnadňována těmito nástroji, ale také uživatelům umožňují provádět rozsáhlé analýzy a vyvozovat informovaná rozhodnutí na základě prostorových dat.

V následujícím textu se detailněji zaměříme na některé z nejnámějších nástrojů pro správu v GIS a jejich klíčové vlastnosti a funkce budou prozkoumány. Tato studie nám poskytne lepší porozumění tomu, jak mohou jednotlivé nástroje přispět k efektivnímu využití geografických dat v různých oblastech, jako je urbanistické plánování, environmentální management, dopravní analýzy a mnoho dalších.

ArcGIS

„ArcGIS Desktop je sada profesionálních aplikací GIS používaných pro řešení problémů a projektů, zvýšení produktivity práce, podporu rozhodovacích procesů a pro komunikaci, vizualizaci a porozumění myšlenkám, plánům, konfliktům nebo problémům.“ (Esri, 2006)

Program byl vyvinut společností Esri a nabízí širokou škálu nástrojů a funkcí pro sběr, správu, analýzu a vizualizaci geografických dat. Tento software je složen z několika komponentů, včetně:

- ArcGIS Pro: Moderní desktopová aplikace pro tvorbu a analýzu geografických dat.
- ArcMap: Tradiční desktopový GIS software s bohatou sadou funkcí.
- ArcGIS Online: Webová platforma umožňující sdílení, zpracování a analýzu geografických dat v cloudu.
- ArcGIS Server: Serverová aplikace umožňující nasazení GIS služeb v podnikovém prostředí.

Uživatelům je nabízena široká škála pokročilých nástrojů pro tvorbu a editaci map, analýzu prostorových dat, modelování a vizualizaci pomocí ArcGIS. Díky jeho široké funkcionalitě a flexibilitě je ArcGIS oblíbeným nástrojem v mnoha odvětvích, včetně urbanismu, dopravy, zemědělství a ochrany životního prostředí. (Esri, 2006)

QGIS

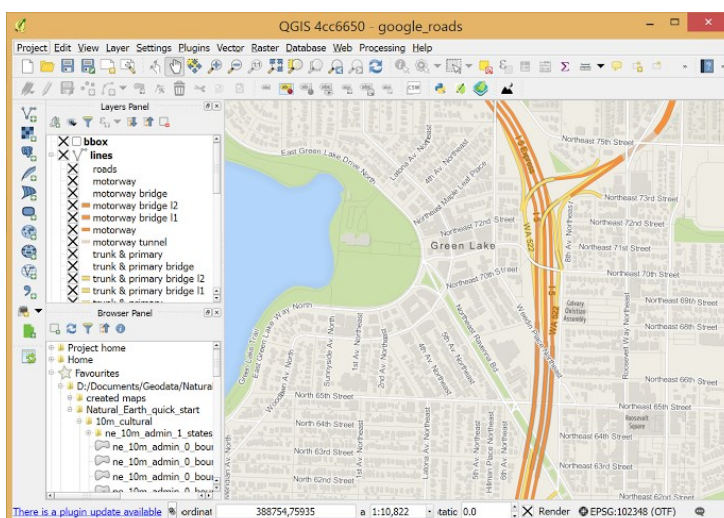
QGIS je open-source GIS software, který poskytuje podobné funkce jako ArcGIS, ale je dostupný zdarma pro širokou veřejnost. Tento software je vyvíjen komunitou dobrovolníků a je k dispozici pro různé operační systémy, včetně Windows, macOS a Linuxu. QGIS je oblíben mezi uživateli díky své snadné instalaci, uživatelsky přívětivému rozhraní a široké podpoře formátů dat. (QGIS, 2024)

QGIS obsahuje širokou paletu nástrojů pro práci s geografickými daty, včetně:

- Základních nástrojů pro tvorbu a editaci map: Nástroje pro tvorbu a editaci geometrických prvků, symboliku a popisky.
- Analýza dat: Funkce pro prostorovou analýzu, včetně spojování vrstev, výpočtu vzdáleností a analýzy prostorových vztahů.

- Vizualizace: Možnosti pro tvorbu atraktivních a informativních mapových vizualizací, včetně různých druhů grafů a diagramů.

QGIS je oblíbeným nástrojem nejen pro jednotlivce a malé organizace, ale také pro vědecký výzkum a akademické účely díky své otevřené povaze a široké podpoře komunity, viz. Obrázek 4.



Obrázek 4 Náhled aplikace QGIS

Zdroj: [Desde Linux]

GRASS GIS

GRASS GIS je dalším open-source GIS softwarem, který je zaměřen na geoprostorové analýzy a prostorové modelování. Tento software je vyvíjen v rámci komunity a je poskytován zdarma uživatelům po celém světě. GRASS GIS je navržen jako modulární a rozšiřitelný systém, který umožňuje, aby prostředí bylo přizpůsobeno uživatelům podle jejich potřeb a požadavků. (Grass Gis, 2024)

Mezi klíčové funkce a nástroje GRASS GIS patří:

- Moduly pro prostorovou analýzu: Široká škála modulů pro analýzu geografických dat, včetně modulů pro výpočet povrchových a hydrologických analýz.
- Podpora formátů dat: Mnoho různých formátů geografických dat je podporováno v GRASS GIS, včetně rastrových a vektorových dat, což umožňuje uživatelům pracovat s různými typy dat.

GRASS GIS je oblíbeným nástrojem mezi vědci, výzkumníky a specialisty v oblasti geografického modelování a analýzy díky své široké funkčnosti a otevřené povaze.

PostGIS

Rozšíření databázového systému PostgreSQL, nazývané PostGIS, je používáno k přidání podpory pro geografické objekty a operace do databázového systému. Uživatelům je tak umožněno ukládat, spravovat a analyzovat geografická data přímo v databázi, což zjednodušuje integraci těchto dat s ostatními daty v organizaci. (PostGis, 2024)

PostGIS poskytuje mnoho funkcí pro práci s geografickými daty, včetně:

- Provedení geometrických operací: Různé geometrické operace, jako je spojování, rozdělování a překrývání geometrických prvků.
- Prostorová analýza: Funkce pro provádění prostorových analýz, včetně výpočtu vzdáleností, oblastí a průsečíků.

PostGIS je oblíbeným nástrojem mezi vývojáři a DBA (Database Administrátory), především díky jeho integraci s existujícími databázovými systémy a široké podpoře prostorových funkcí.

Další nástroje a služby

Kromě výše uvedených nástrojů existuje mnoho dalších nástrojů a služeb pro správu v GIS:

- MapServer: Open-source nástroj pro tvorbu a poskytování mapových služeb.
- GeoServer: Serverová aplikace pro sdílení geografických dat pomocí standardních protokolů, jako je WMS (Web Map Service) a WFS (Web Feature Service).
- Google Earth Engine: Cloudová platforma pro analýzu geografických dat s ohromným množstvím dat a výpočetním výkonem.

Tyto nástroje a služby poskytují uživatelům široké možnosti pro správu, zpracování a analýzu geografických dat v různých odvětvích a oblastech lidské činnosti.

2 GIS analýzy

GIS analýza je procesem zpracování geografických dat za účelem získání užitečných informací a znalostí o prostředí. Zahrnuje sběr, manipulaci, analýzu a vizualizaci prostorových dat. Jedná se o důležitý nástroj pro geografickou analýzu a prostorové rozhodování v mnoha oblastech, od urbanismu až po ekologii. (Smith, J., & Jones, A. 2018)

2.1 Modelování terénu

Modelování terénu je klíčovým prvkem v oblasti geografického informačního systému (GIS) a dálkového průzkumu. Začíná sběrem obrazových dat, která mohou být ve formě rastrových snímků nebo bodových mraků získaných pomocí LiDARu.

Po sběru dat následuje předzpracování, které zahrnuje odstranění šumu, korekci zkreslení a další úpravy k dosažení co nejdokonalšího obrazu terénu. Poté se provádí digitalizace, při které jsou data transformována do digitální formy a vytváří se digitální výškový model (DEM) nebo digitální povrchový model (DSM).

Dle Lillesanda a Kiefera (2008) je nezbytné zohlednit topografii, reliéf, vegetaci a další faktory pro přesné modelování terénu. Tyto informace jsou klíčové pro správné chápání terénních vlastností a nacházejí využití v mnoha aplikacích, jako je urbanistické plánování, zemědělství, lesnictví a další.

Modelování terénu podle této metodologie je důležitým nástrojem pro analýzu eroze, povodňových rizik, tvorbu map využití půdy, plánování infrastruktury a mnoho dalších úloh. Lillesand a Kiefer zdůrazňují, že správná interpretace výsledků je klíčová pro efektivní využití geografických dat pro různé účely. (Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W., 2008)

Nástroje:

ArcGIS 3D Analyst: Možnosti pro vytváření a analýzu 3D modelů terénu jsou poskytovány tímto nástrojem v rámci ArcGIS, včetně vytváření povrchů, analýzy sklonu a vizualizace terénních vlastností.

QGIS GRASS Plugin: Řada nástrojů pro modelování terénu je obsažena v GRASS GIS, včetně modulů pro tvorbu digitálních modelů reliéfu a analýzu sklonu a expozice terénu.

Modely terénu jsou využívány pro další analýzy průchodnosti terénem, jako je identifikace překážek, analýza viditelnosti a vytváření průchodnostních map.

2.2 Vytvoření Překážkových Map

Překážkové mapy jsou klíčovým nástrojem pro analýzu průchodnosti terénem, který umožňuje identifikovat a kategorizovat různé překážky, které mohou omezovat pohyb v daném prostředí. Různé druhy překážek, jednájí se například o vodní toky, lesy, skaliska, silnice a další infrastrukturu, vše je zahrnuto v těchto mapách.

Nástroje:

ArcGIS Spatial Analyst: Funkce pro analýzu prostorových dat jsou poskytovány tímto nástrojem, včetně vytváření a analýzy rastrových dat, což umožňuje identifikaci a kategorizaci překážek na základě jejich prostorových vlastností.

QGIS: Nástroje pro tvorbu a analýzu vektorových a rastrových dat jsou obsaženy v QGIS, které lze využít pro tvorbu překážkových map a jejich další analýzu.

Překážkové mapy jsou poskytovány jako užitečný nástroj pro plánování cestovních tras, identifikaci rizikových oblastí a hodnocení možností pohybu v daném prostředí.

2.3 Analýza Viditelnosti

Analýza viditelnosti je zaměřována na identifikaci oblastí, které jsou viditelné z daného místa, a naopak, oblastí, které nejsou viditelné kvůli terénním překážkám. Tato analýza je užitečná pro plánování polohy budov, komunikací a infrastruktury a umožňuje optimalizaci rozmístění a orientaci v daném prostředí.

Nástroje:

ArcGIS Line of Sight Analysis: Tento nástroj umožňuje identifikovat oblasti viditelné z daného místa a vyhodnotit překážky, které mohou omezovat viditelnost v daném prostoru.

QGIS Visibility Analysis Plugin: Tento plugin poskytuje nástroje pro analýzu viditelnosti v rámci QGIS, včetně funkce pro identifikaci viditelných oblastí z daného místa. Analýza viditelnosti je důležitým prvkem analýzy průchodnosti terénem, který umožňuje identifikovat překážky a možnosti orientace v daném prostředí.

2.4 Cestovní Trasy a Optimalizace Cest

Analýza průchodnosti terénem se také využívá pro vytváření cestovních tras a optimalizaci tras pro různé druhy dopravy. Tato analýza zahrnuje výpočet nejkratších a nejefektivnějších tras vzhledem k terénním podmínkám, dopravním omezením a dalším faktorům.

Nástroje:

ArcGIS Network Analyst: Tento nástroj je využíván pro analýzu sítí a tvorbu cestovních tras v rámci ArcGIS.

QGIS RoadGraph Plugin: Tento plugin je využíván pro tvorbu a analýzu cestovních tras v rámci QGIS, včetně optimalizace tras vzhledem k terénním podmínkám. Analýza průchodnosti terénem v rámci tvorby cestovních tras a optimalizace tras je klíčovým prvkem pro plánování dopravní infrastruktury, zlepšení dopravní efektivity a minimalizaci časových a nákladových nároků.

2.5 Aplikace Analýzy Průchodnosti Terénem

Analýza průchodnosti terénem má široké uplatnění v různých odvětvích a oblastech lidské činnosti:

Urbanismus

Využití analýzy průchodnosti terénem v odvětví urbanismu je možné především k plánování městského rozvoje, umístění infrastruktury a optimalizaci dopravy. Tato analýza umožňuje identifikovat optimální polohy pro nové budovy, komunikace a veřejné prostory.

Doprava

Analýza průchodnosti terénem v dopravě je využívána především k plánování tras, optimalizaci cestovních tras a analýze dopravních toků. Tato analýza umožňuje identifikovat nejefektivnější trasy pro různé druhy dopravy a minimalizovat časové a nákladové nároky spojené s dopravou.

Zemědělství

V zemědělství je analýza průchodnosti terénem využívána k plánování polohy polí, tras zavlažovacích systémů a optimalizaci pohybu zemědělských strojů. Tato analýza umožňuje identifikovat nejefektivnější cesty pro pěstování plodin a minimalizovat ztráty spojené s pohybem strojů.

Ochrana Životního Prostředí

Nejčastější využití analýzy průchodnosti terénem v odvětví ochrany životního prostředí je k monitorování změn krajiny, analýze migrace živočichů a plánování obnovy ekosystémů. Tato analýza umožňuje identifikovat klíčové oblasti pro ochranu a minimalizovat negativní dopady lidské činnosti na životní prostředí.

Analýza průchodnosti terénem je klíčovým nástrojem pro plánování a rozhodování v mnoha odvětvích a oblastech lidské činnosti. Využití specializovaných nástrojů v GIS umožňuje provádění detailních analýz a modelování terénu, které poskytují cenné informace pro efektivní řízení a plánování.

3 UAV

3.1 Úvod do UAV

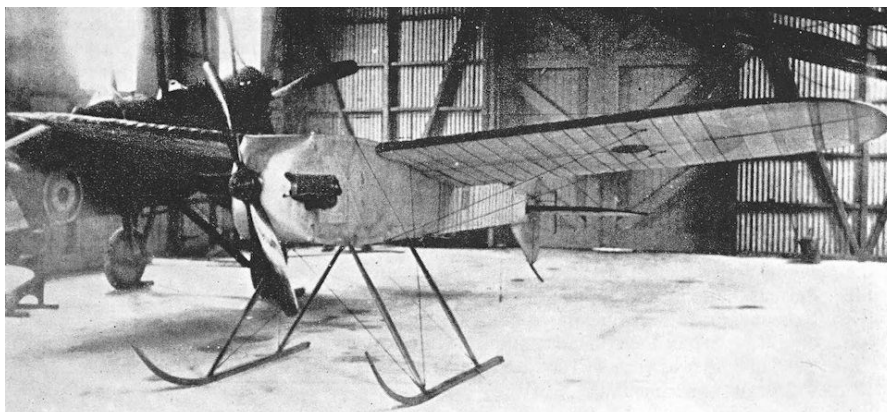
Pojem UAV je zkratkou slov z anglického Unmanned Aerial Vehicle, česky bezpilotní letecký prostředek, který se stal významným prvkem v oblasti geoinformatiky a geografických informačních systémů (GIS) díky své schopnosti sběru obrazových dat z nejrůznějších prostředí a perspektiv. Vyznačuje se jako letoun bez pilota na palubě a může být řízen operátorem přímo na dálku, létat samostatně pomocí předem naplánované letecké cesty nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů bez jakéhokoli lidského zásahu. Bepilotní letecké prostředky, běžně nazývané drony, se staly důležitým nástrojem pro sběr obrazových dat ze vzduchu, což umožňuje získávat detailní informace o prostředí z ptáčích perspektiv. V následujícím textu se zaměříme na úvod do UAV a jeho technické aspekty, aplikace v různých odvětvích a využití obrazových dat z UAV v geografickém informačním systému.

3.2 Historie

Historie bezpilotních letounů sahá až do rané fáze 20. století, kdy průkopníkem v rádiově kontrolovaných systémech byl Archibald Montgomery Low. Postupně se začaly objevovat první koncepty a experimenty s dálkově řízenými modely letadel. I přes jednoduchou konstrukci a omezenou výkonnost, kterou se charakterizovali předchůdci moderních dronů byly položeny základy dnešním bezpilotním letounům.

První bezpilotní letoun profesora Archibalda Montgomeryho Lowa byl vytvořen během první světové války a nazýval se Aerial Target (vzdušný cíl), viz. Obrázek 5. Následovalo mnoho letadel řízených na dálku, včetně Hewitt-Sperry Automatic Airplane, vyrobeného během první světové války v USA. Letouny byly nasazeny také během druhé světové války, kdy Německo vyvinulo a nasadilo

"létající bomby" V-1 a V-2, které byly schopné útočit na cíle vzdálené tisíce kilometrů od startovního bodu. Potenciál bezpilotních letounů pro vojenské účely byl demonstrován i po druhé světové válce. Kdy začaly Spojené státy a další mocnosti investovat do vývoje bezpilotních letounů pro různé vojenské účely, včetně průzkumu, dohledu a útoků. Během studené války byly drony používány pro monitorování nepřátelských území a průzkum, ačkoli technologické možnosti byly stále poměrně omezené. (TAYLOR, John W. R. a Kenneth MUNSON, 1977)



Obrázek 5 První bezpilotní letoun Aerial Target

Zdroj: [Their Flying Machines]

První moderní éra bezpilotních letounů začala v 90. letech a zahrnovala vývoj a nasazení druhé generace dronů, jako například MQ-1 Predator, které měly vylepšené senzory a schopnost provádět cílené útoky, viz. Obrázek 6. Tyto letouny hrály klíčovou roli v operacích proti terorismu po útocích z 11. září 2001 a v následujících konfliktech v Afghánistánu, Iráku a dalších regionech.



Obrázek 6 MQ - 1 Predator

Zdroj: [Wikipedia]

S postupem času došlo k významnému technologickému pokroku v oblasti bezpilotních letounů. Moderní drony jsou vybaveny pokročilými senzory, jako jsou kamerové systémy, infračervená čidla a radar, současně jsou schopny autonomního letu a provádění složitých misí s minimálním lidským zásahem. Kromě vojenských aplikací se bezpilotní letouny staly důležitým nástrojem v civilní sféře. Jsou využívány pro širokou škálu úkolů, včetně průmyslového průzkumu, zemědělských operací, záchranných misí, dokonce i filmování a zábavním účelům.

Nicméně, s rostoucím použitím bezpilotních letounů se objevují i etické a právní otázky ohledně jejich použití, jako je ochrana soukromí, nebezpečí přehnaného dohledu a zneužití těchto technologií pro účely špionáže nebo útoků. Vzhledem k rychlému technologickému vývoji a neustálému zájmu o využití bezpilotních letounů se očekává, že jejich role a význam v oblasti vojenství a civilních aplikací budou nadále narůstat. Současně se otevírají nové možnosti v oblasti průzkumu, dopravy, zemědělství a mnoha dalších odvětvích. (Everaerts, 2008).

3.3 Dělení UAV

Bezpilotní letouny (UAV) jsou často kategorizovány podle několika klíčových kritérií, která zahrnují velikost, dolet, účel a operační prostředí. Tato klasifikace poskytuje ucelený pohled na rozmanitost bezpilotních letounů a jejich možné využití.

Dle dělení, které bylo zveřejněno na portálu tradeCZ (J. Kopečný, 2022) je prvním kritériem velikost, která rozlišuje UAV do několika kategorií.

- **Nano UAV** – jedná se o nejmenší formu letounu. Velikost je v řádu pár jednotek centimetrů.
- **Mikro-UAV** - letouny, jejichž velikost je menší než 1 metr, a jsou často využívány pro speciální úkoly a průzkumy v uzavřených prostorech.
- **Malé UAV** jsou o něco větší a častěji využívány pro průzkum a dohled v blízkém okolí.
- **Střední a velké UAV** mají větší rozměry a jsou schopny provádět složitější úkoly, jako je vojenský průzkum nebo nákladní přeprava.

Druhým důležitým kritériem je dělení dle dosahu a letu.

- High Altitude Long Endurance (HALE) – UAV určené pro výšky větší než 15 km a dobu letu přes 24 hodin
- Medium Altitude Long Endurance (MALE) – určeno pro výšky 5 – 15 km a dobu letu okolo 24 hodin
- Tactical UAV (TUAV) – horizontální dosah 100 – 300 km
- Mini UAV (MUAV) – horizontální dosah do 30 km

Dalším z kritérií je účel UAV, který určuje jejich primární funkce.

- **Průzkumné UAV** jsou zaměřené na sběr informací a monitorování prostředí pomocí různých senzorů a kamer.
- **Vojenské UAV** jsou navrženy pro útočné operace a mohou být vybaveny různými typy zbraní pro cílené útoky.
- **Logistické UAV** jsou určeny k přepravě nákladů, jako jsou lékařské zásoby nebo potraviny, viz. Obrázek 7.
- **UAV jako cíle a návnady** – tyto letouny slouží především proti cvičení zaměřování a sestřelování nepřátelských prostředků.

- **Civilní** – určeno především pro zábavní účely
- **Komerční** – využíváno především filmaři

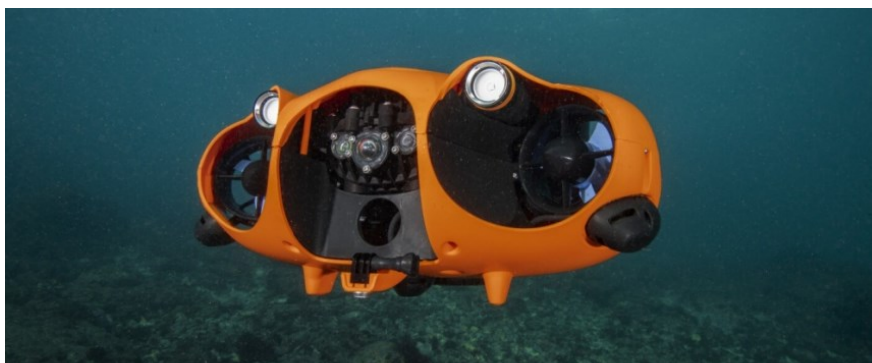


Obrázek 7 Čínské nákladní UAV

Zdroj: [WION]

Posledním kritériem je operační prostředí, které rozlišuje UAV mezi pozemními, vzdušnými a podvodními.

- **Pozemní UAV** jsou přizpůsobena pro operace na zemi, jako je průzkum terénu nebo bezpečnostní kontroly. Pozemní UAV jsou obvykle vybaveny kolovým podvozkem nebo šasi pro pohyb po zemi.
- **Vzdušná UAV** jsou navržena pro operace ve vzduchu a mohou být využita pro průzkum, dohled a bojové mise nad rozsáhlými oblastmi.
- **Podvodní UAV** jsou určeny pro použití ve vodním prostředí, jako jsou oceány, jezera nebo řeky. Jsou využívány pro monitorování stavu vodních zdrojů, sledování biodiverzity v mořích a oceánech, a také pro průzkum podvodních struktur, viz. Obrázek 8.



Obrázek 8 Podvodní UAV

Zdroj: [New Atlas]

Tato klasifikace umožňuje lepší porozumění různorodosti bezpilotních letounů a jejich potenciálního využití v různých oblastech, jako je vojenství, průmysl, zemědělství a mnoho dalších.

3.4 Technologie UAV

Moderní UAV jsou vybaveny pokročilými senzory a kamerami, které umožňují snímání obrazových dat ve vysokém rozlišení a z různých perspektiv. Tato letadla jsou schopna autonomního letu pomocí GPS a dalších navigačních systémů, což umožňuje přesné řízení a sběr dat v terénu. Základní princip fungování každého ze systémů UAV je v podstatě stejný. V literatuře je uváděno, že většinu UAV tvoří 3 základní moduly: letecký, pozemní řídicí a modul na zpracování dat.

Letecký modul

Je tvořen samotným nosičem přístrojů, kdy centrální částí leteckého modulu je letadlový trup, který slouží k upevnění a ochraně dalších subsystémů. Vyroben z lehkých, ale pevných materiálů, jako jsou sklolaminát nebo uhlíková vlákna, je trup navržen tak, aby poskytoval dostatečnou pevnost při minimální hmotnosti.

Další klíčovou součástí je pohon a systémy řízení letu. Pohonný systém může být vybaven spalovacím motorem, elektromotorem nebo jinými alternativními zdroji energie.

Systémy řízení letu, včetně autopilota a řídicích jednotek, umožňují precizní ovládání letounu a udržení stability během letu.

Avionika a senzory představují další klíčové prvky. Avionika zahrnuje navigační a komunikační systémy, které umožňují řídit letoun a udržovat kontakt s řídicím střediskem. Senzory, jako jsou kamery, radar nebo termovize, jsou nezbytné pro sběr dat o okolním prostředí a identifikaci cílů.

Nákladní prostor slouží k přepravě různých zařízení, včetně senzorů, komunikačních zařízení, zbraní nebo jiného nákladu. Křídla a řídicí prvky zajišťují aerodynamický výkon letounu a umožňují řídit jeho pohyb v různých směrech.

Systémy pro start a přistání jsou důležité pro úspěšné provádění misí. Mohou zahrnovat katapultovací zařízení pro start z pozemních stanic nebo přistávací podstavce pro vertikální přistání, které umožňují letounu bezpečně vzletět a přistát.

Celkově je letecký modul UAV navržen tak, aby byl schopen plnit různé úkoly v různých prostředích s minimálním lidským zásahem. Jeho spolehlivost a výkonnost jsou klíčové pro úspěšné provádění misí a dosahování stanovených cílů. (Everaerts, 2008).

Ovládání bezpilotního letounu (UAV)

Je zajišťováno prostřednictvím složitého systému, který umožňuje řídit letoun z dálky, aniž by byl na palubě přítomen pilot.

Klíčovým prvkem tohoto systému je řídicí stanice, která může být buď přenosným zařízením, jako je ovladač s vestavěným displejem, nebo stacionární konzolí s monitorovacím systémem. Řídicí stanice je propojena s UAV prostřednictvím rádiových vln nebo jiných komunikačních kanálů, což umožňuje pilotovi přenášet příkazy a instrukce letounu a zároveň přijímat zpětnou vazbu o stavu a provozu UAV.

Jedním z klíčových prvků ovládání UAV jsou navigační systémy, které zahrnují GPS a další technologie umožňující určování poloh, rychlost a směr letounu. Tyto systémy poskytují pilotovi přesné informace o poloze UAV a umožňují mu plánovat a řídit letové trasy s vysokou přesností.

Další důležitou složkou jsou senzory a kamery integrované do UAV, které umožňují sběr dat o okolním prostředí a identifikaci cílů. Tyto senzory jsou propojeny s řídicím systémem a umožňují pilotovi monitorovat prostředí a provádět průzkumy ze vzduchu.

Moderní UAV mohou být vybaveny také autonomními funkcemi, které umožňují letounu provádět určité úkoly bez přímého ovládání pilota. To může zahrnovat autonomní vzlet a přistání, sledování cílů nebo plnění úkolů dle předem naplánovaných tras.

Bezpečnostní opatření jsou nedílnou součástí ovládání UAV a zahrnují systémy pro detekci překážek a možnost ručního ovládání v případě nouze. To zajišťuje bezpečný provoz letounu i v nepředvídaných situacích a zvyšuje spolehlivost celého systému.

Celkově ovládání bezpilotního letounu vyžaduje důkladné školení a znalost provozních postupů. Piloti musí být schopni efektivně komunikovat s UAV, monitorovat jeho stav, prostředí a reagovat na změny a nepředvídané události během letu s vysokou profesionalitou a zodpovědností.

3.5 Legislativa v České republice

Legislativa týkající se bezpilotních letounů (UAV) v České republice je regulována především Zákonem č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, ve znění pozdějších předpisů a několika prováděcími nařízeními a směrnicemi. Zákon o civilním letectví je obecným rámcem pro provoz civilních letadel v zemi, zahrnujícím pravidla týkající se bezpečnosti letectví, certifikace letadel, kvalifikace personálu a dalších aspektů letového provozu, včetně UAV. (Zákon 49/1997 Sb., ze dne 28.03.1997, Zákon o civilním letectví)

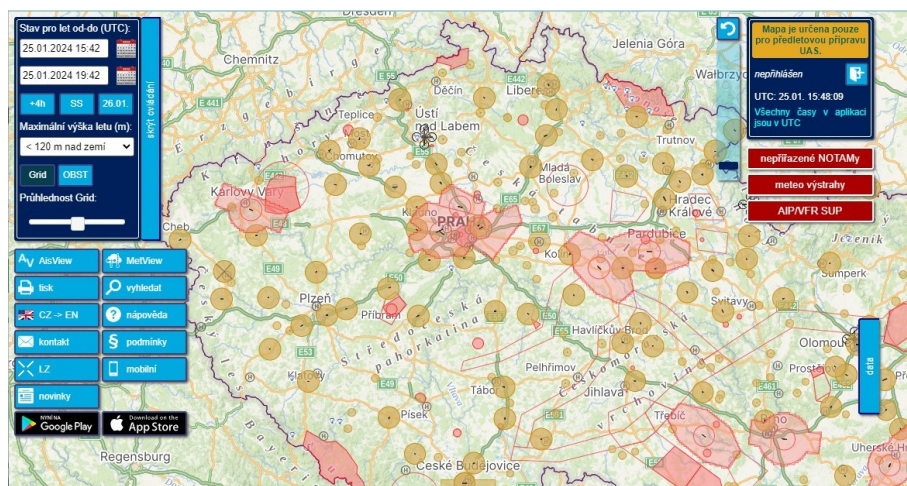
Nařízení Ministerstva dopravy č. 201/2015 Sb. je jedním z klíčových dokumentů, který je podrobně upravován provoz UAV v České republice. Toto nařízení obsahuje ustanovení týkající se registrace letounů, povinností držitelů oprávnění k provozování UAV, zákazů provozu v určitých oblastech (jako je blízkost letišť) a další technické a provozní požadavky.

Česká republika je také vázána na nařízení Evropské unie týkající se provozu UAV, která jsou stanovena harmonizovanými pravidly pro provoz těchto letounů ve všech členských státech EU. Tato nařízení obsahují normy týkající se registrace letounů, kvalifikace personálu, bezpečnostních opatření a dalších aspektů provozu UAV.

Kromě toho Český úřad pro civilní letectví vydává směrnice a předpisy, které upřesňují konkrétní technické a provozní požadavky týkající se UAV. Tyto dokumenty jsou doplněny dalšími detailními pokyny a doporučeními pro provozovatele UAV, aby mohli plně respektovat platnou legislativu.

Je zásadní, aby provozovatelé UAV byli informováni o všech relevantních právních předpisech a normách a aby vždy dodržovali aktuální požadavky týkající se provozu těchto letounů v České republice. Nerespektování těchto pravidel může mít vážné následky, včetně možných právních sankcí a ohrožení bezpečnosti provozu letadel.

K seznámení s leteckým prostorem v České republice můžete využít aplikaci AisView 3.9, kde jsou zobrazovány aktuální zóny s omezeným letovým provozem, a dokonce i bezletové zóny, viz. Obrázek 9. Na mapě jsou oblasti, kde je zakázáno létat (označeno červenou barvou) a k případnému letu v této oblasti jsou potřebná příslušná povolení. Poté jsou zde žlutě vyznačené části, kde je třeba dbát zvýšené opatrnosti. Pokud kliknete na jakoukoli z vyznačených oblastí, zobrazí se v pravé části obrazovky informace o dané oblasti. (AisView 3.9, 2024)



Obrázek 9 Náhled aplikace AisView

Zdroj: [AISView]

3.6 Zpracování UAV dat

Zpracování dat z bezpilotních letounů, často nazývaných také drony, je komplexním procesem, který zahrnuje řadu kroků od plánování mise až po interpretaci výsledků. Tento proces je klíčový pro využití potenciálu UAV v různých oblastech, jako je průzkum a mapování terénu, zemědělství, monitorování životního prostředí, průmyslové inspekce a bezpečnostní operace.

Prvním krokem je plánování mise, což zahrnuje určení cílů a požadavků na průzkum, stanovení oblasti průzkumu a parametrů letu UAV. To zahrnuje například stanovení výšky letu, trasování letové dráhy a volbu senzorů odpovídajících účelu mise. Samotný sběr dat je realizován během letu, kdy senzory na palubě získávají různé druhy dat, včetně fotografií, videí, teplotních map, 3D bodů a dalších informací relevantních pro daný účel průzkumu. Poté následuje přenos dat z UAV na počítačový systém nebo jiné zařízení určené k jejich zpracování.

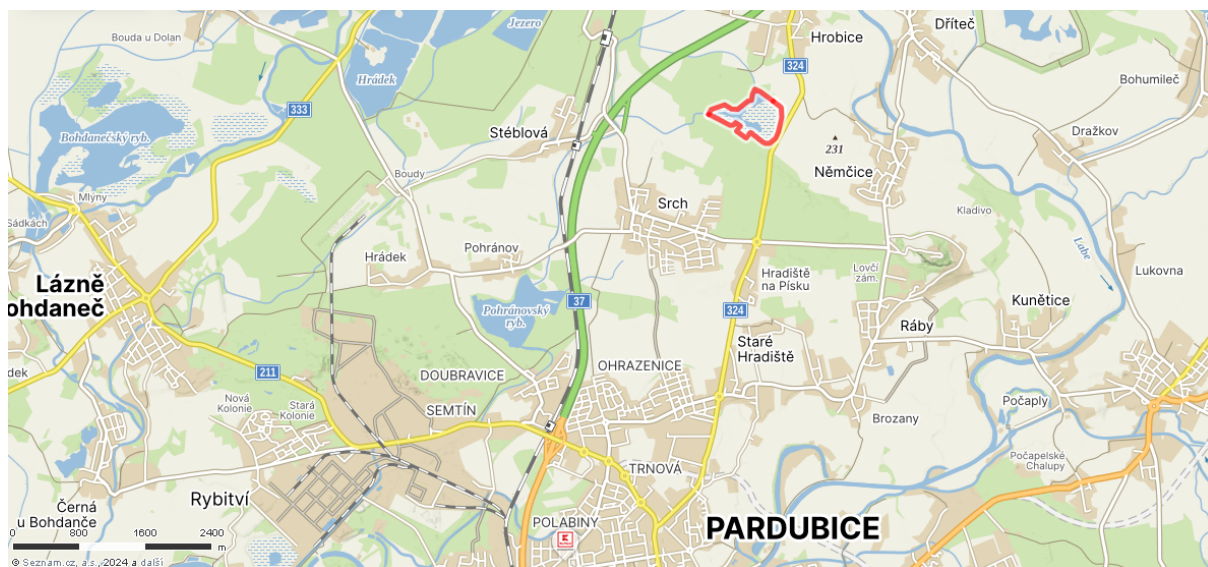
Zde začíná fáze zpracování dat, která zahrnuje několik klíčových podkroků. Prvním je registrace dat, která zajišťuje srovnání a sladění dat z různých zdrojů a časových okamžiků. Dalším krokem je segmentace dat, což je proces rozdělení dat do jednotlivých oblastí nebo tříd na základě určitých kritérií, jako jsou barevné spektrální charakteristiky, textury nebo tvar objektů. Následuje extrakce rysů, během které jsou identifikovány a extrahovány důležité prvky z dat, například objekty, textury, tvar atd. Po extrakci rysů je provedena klasifikace, která přiřazuje kategorie datům na základě extrahovaných rysů.

To umožňuje identifikovat objekty a struktury v datech a přiřadit jim příslušný význam v kontextu původních cílů mise. Poté následuje analýza a interpretace výsledků zpracování dat, která zahrnuje hodnocení výsledků a jejich významu v kontextu původních cílů mise. To může zahrnovat identifikaci klíčových trendů, anomálií nebo vzorců v datech a jejich interpretaci v rámci daného odvětví nebo aplikace.

Vizualizace a prezentace výsledků jsou posledním krokem procesu zpracování dat z UAV. Zahrnuje prezentaci výsledků pomocí různých vizualizačních prostředků, jako jsou grafy, mapy, tabulky nebo 3D modely, které umožňují uživatelům snadno porozumět a interpretovat výsledky zpracování dat. Celkově je zpracování dat z UAV klíčovým krokem pro efektivní využití těchto technologií v různých odvětvích a aplikacích. Poskytuje užitečné informace a poznatky, které mohou být využity k informovaným rozhodnutím a optimalizaci procesů v široké škále oblastí. (VOXCAFE,2017)

4 Vymezení území

Jako oblast zájmu byla zvolena přírodní rezervace Baroch. Tato rezervace je umístěna jen několik set metrů jižně až jihozápadně od zástavby obce Hrobice, ze které je k jejímu severnímu okraji vedena lesní cesta. Z východní a západní strany je obklopena silnicemi, které jsou spojnicemi dvou krajských měst, a to Pardubic a Hradce Králové, viz. Obrázek 10. Důvodem ochrany je téměř zazemněný zarůstající rybník, který je považován za jednu z nejvýznamnějších ornitologických lokalit na Pardubicku. V rákosinách hnízdí nebo jsou zde zastavovány běžné i vzácné druhy ptáků při jejich tažných cestách, viz. Obrázek 11. Jeho celková rozloha je 31,4 ha a leží v nadmořské výšce 225 m n. m.



Obrázek 10 Poloha přírodní rezervace

Zdroj: [mapy.cz]

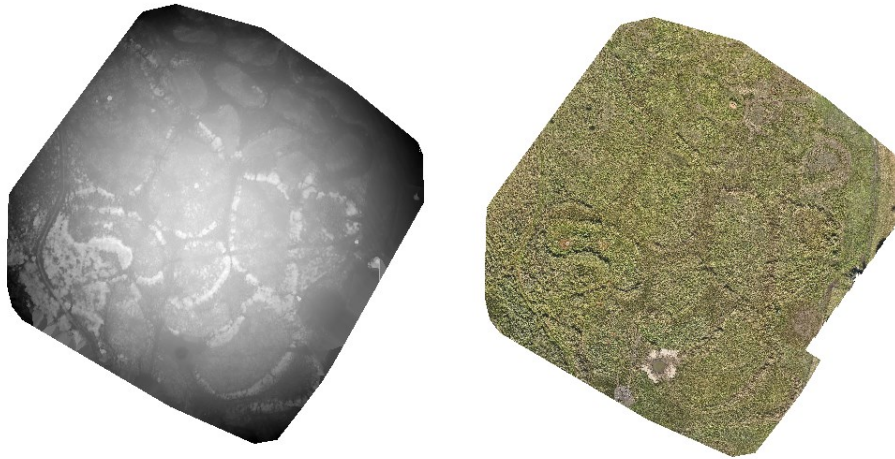


Obrázek 11 Bližší určená polohy přírodní rezervace

Zdroj: [mapy.cz]

5 Data pro zpracování

Oblast Baroch se vyznačuje pestrou a rozmanitou krajinou, která byla dokonale zmapována za využití nejmodernějších technologií. Data o tomto území byla pomocí rastrové mozaiky vytvořené v softwaru Pix4Dmapper za použití snímků pořízených dronem DJI Mavic 3 T. Pořízené snímky mají velmi vysoké rozlišení, což umožňuje zachytit i ty nejmenší detaily terénu a zobrazit tak přesnou a detailní analýzu, viz. Obrázek 12. Díky této vysoké úrovni detailů lze efektivně zkoumat různé aspekty krajiny. Zkoumaná data byla poskytnuta vedoucím bakalářské práce Ing. Jakubem Jechem.



Obrázek 12 Zdrojová data

Zdroj: [Ing. Jakub Jech]

6 Instalace aplikace QGIS

Dalším z bodů je instalace programu QGIS, ve kterém budou zpracována data pořízena pomocí UAV. Aplikaci se stahuje přímo ze stránek QGIS (QGIS.org, 2024) je dostupná na operační systémy Windows, Linux, MacOS, IOS a Android. Aplikace se instaluje skrze průvodce instalace a nevyžaduje žádné zásahy, takže na každém z dialogových oken stačí pouze klikat na kolonku Další, viz. Obrázek 13 až do posledního, kde je kolonka Finish, viz. Obrázek 14.



Obrázek 13 Průvodce instalaci při počátku

Zdroj: [vlastní zpracování]

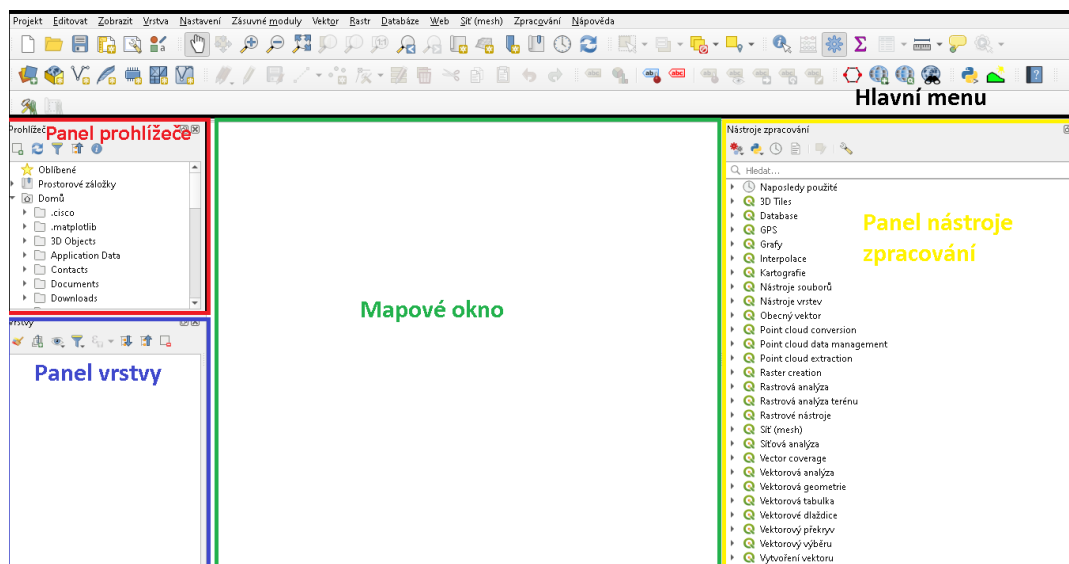


Obrázek 14 Průvodce instalací po dokončení

Zdroj: [vlastní zpracování]

6.1 Prostředí aplikace QGIS

Po zapnutí aplikace vidíme standartní rozhraní softwaru, které se skládá z hlavního menu, mapového okna, stavového řádku a dále zde máme jednotlivé panely, které usnadní práci a zpřístupní vše potřebné, jako např.: panel prohlížeče, panel vrstev a panel nástroje zpracování, viz. Obrázek 15.

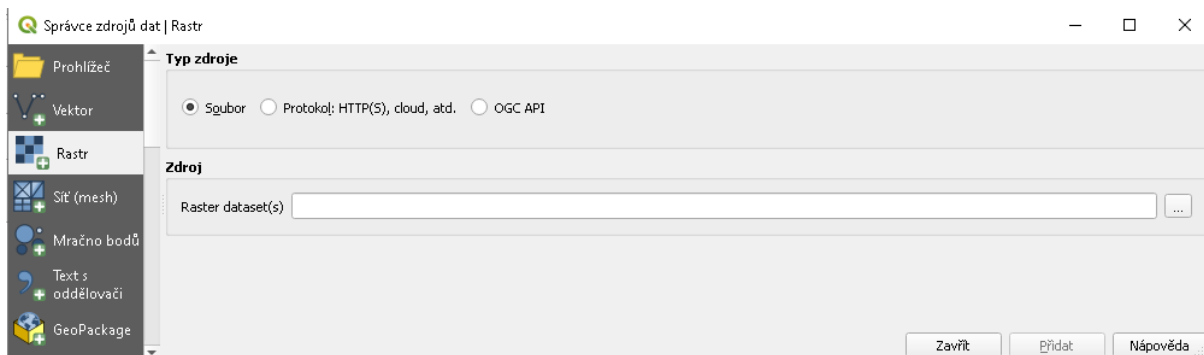


Obrázek 15 Základní komponenty programu QGIS

Zdroj: [vlastní zpracování]

6.2 Import dat

Přidání dat je možné vícero způsoby. Jedním z nich je přidání dat pomocí Hlavního menu → Vrstva → Přidat vrstvu →... a dále vybereme, jakou vrstvu chceme přidat. V dalším kroku vyskočí okno, kde je potřeba vybrat ze souboru vektorová data, která potřebujeme pro naši vrstvu, viz. Obrázek 16.



Obrázek 16 Okno, při vkládání vrstvy

Zdroj: [vlastní zpracování]

Jednodušším způsobem vkládání dat je přímo z panelu prohlížeče, kde si vybereme složku, ve které máme data. Poté jednoduchým přetažením z panelu prohlížeče do panelu vrstvy lze daná data promítnout do mapového okna, viz. Obrázek 17.



Obrázek 17 Výsledná vrstva promítnutá do mapového okna

Zdroj: [vlastní zpracování]

6.3 Instalace zásuvných modulů

Jelikož je QGIS open-source geografický informační systém, který umožňuje uživatelům pracovat s prostorovými daty a provádět analýzy. Tak jedním z hlavních benefitů QGIS spočívá v možnosti rozšířit jeho funkcionality pomocí zásuvných modulů, které poskytují specifické nástroje a funkce pro různé úkoly.

Zásuvné moduly je možné nainstalovat přímo v hlavním menu aplikace v záložce zásuvné moduly → správa a instalace zásuvných modulů → vyhledání potřebných modulů pro práci. Pro zjednodušení analýzy průchodnosti terénu, byly do aplikace QGIS nainstalované moduly: GRASS GIS provider a QuickMapServices pro lepší orientaci v mapovém okně, viz. Obrázek 18.



Obrázek 18 Vizual mapového okna po spuštění OSM

Zdroj: [vlastní zpracování]

6.4 Vytvoření mapsetu

V hlavním menu aplikace QGIS je potřeba přejít na záložku "Zásuvné moduly". Zde je zásuvný modul "GRASS", který je potřeba ke spuštění prostředí GRASS GIS. Dále je třeba založit „Nový mapset“, abyste vytvořili nový pracovní prostor.

V dalším kroku je potřebné vybrat složku, do které se uloží nový mapset. Důležitým krokem je správně nastavit souřadnicový systém, který je používán v České republice. Pro typické aplikace v ČR se používá souřadnicový systém Krovak East North.

Nakonec je potřeba zvolení možnosti pro výpočty z vrstvy DSM. Tímto způsobem bude zajištěno správné nastavení prostředí pro práci s geografickými daty v aplikaci, viz. Obrázek 19.



Obrázek 19 Mapové okno po vytvoření mapsetu

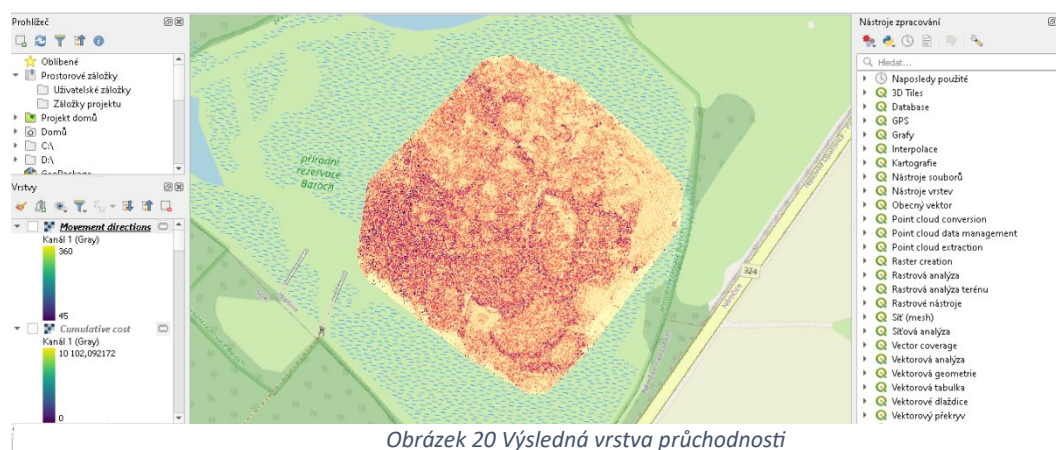
Zdroj: [vlastní zpracování]

6.5 Výpočet sklonu terénu

Určení sklonu terénu je klíčovým úkolem v geografických informačních systémech. Pro provedení tohoto výpočtu v programu QGIS je postup následující: V panelu zpracování je potřeba si vyhledat nástroj `r.slope.aspect`, který umožňuje výpočet sklonu a orientace terénu. Dále je potřeba nastavit jako vstupní rastr vrstvu DEM, dále je možné spuštění nástroje tlačítkem Spustit, následně program provede výpočet. Výsledkem výpočtu je rastrová mapa, která zobrazuje sklon terénu.

6.6 Vrstva průchodnosti

Provedení normalizace sklonu terénu v rozsahu od 0 (maximální sklon) do 1 (rovina) v programu QGIS se provádí skrze hlavní menu v záložce rastr, kde po rozkliknutí záložky klikneme na rastrový kalkulátor. Do pole výraz je třeba zadat „ $1 - (\text{Slope}@1 / 90)$ “. Poté stačí jen soubor pojmenovat, kdy zvolený název je „průchodnost“ a spustit výpočet kliknutím na tlačítko OK. Tímto způsobem vznikne výsledná rastrová mapa, která ukazuje normalizovaný sklon terénu, což usnadní analýzu a vizualizaci terénních charakteristik, viz. Obrázek 20.



Obrázek 20 Výsledná vrstva průchodnosti

Zdroj: [vlastní zpracování]

7 Vyhodnocení a závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracování dat z UAV pro analýzu průchodnosti terénem.

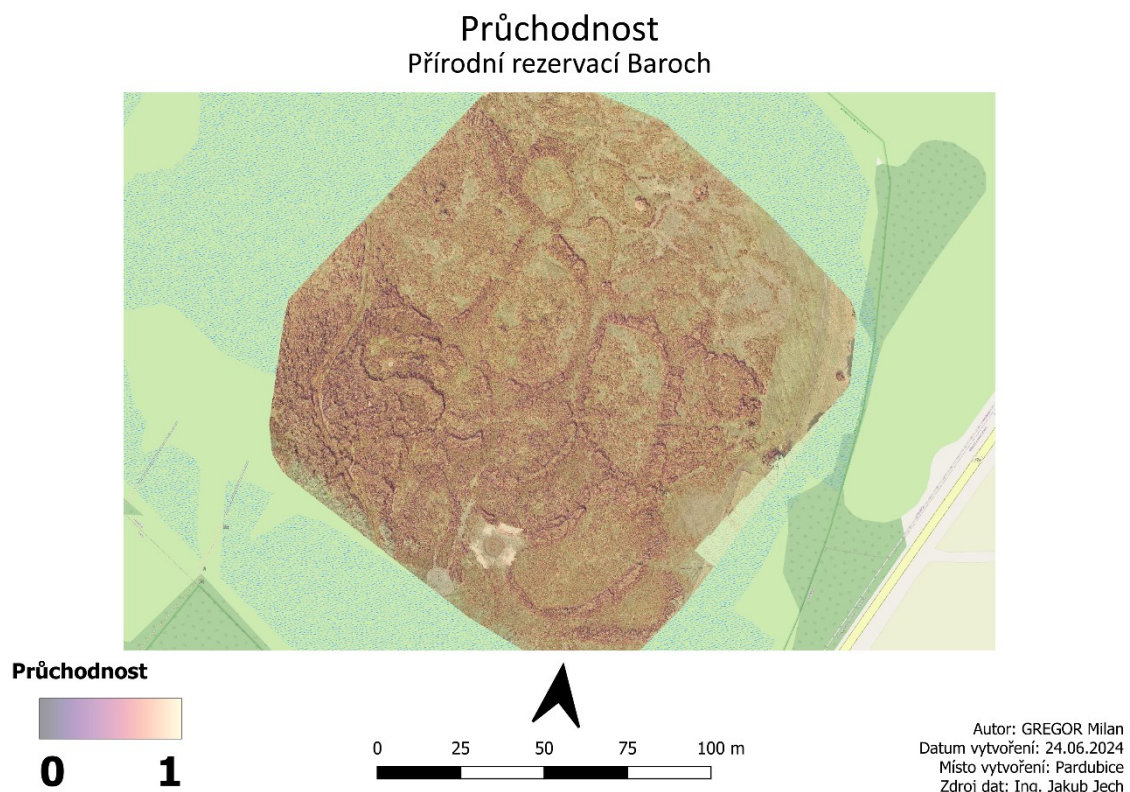
V práci bylo podrobně zkoumáno využití QGIS, což je open-source software určený k práci s prostorovými daty a geografickými informacemi. Tento software je oblíbený pro svou flexibilitu a schopnost provádět různé typy analýz díky široké škále dostupných nástrojů a zásuvných modulů. Jedním z klíčových benefitů QGIS je možnost rozšíření jeho funkcionalit pomocí zásuvných modulů, které poskytují specifické nástroje pro různé úkoly a usnadňují komplexní analýzy dat.

Pro začátek práce s terénními daty v QGIS bylo nejprve nutné vytvořit nový mapset prostřednictvím zásuvného modulu GRASS GIS. Tento krok je důležitý pro správné nastavení pracovního prostoru v souladu se zvoleným souřadnicovým systémem, který je v České republice využíván.

Dalším klíčovým krokem byl výpočet sklonu terénu pomocí nástroje `r.slope.aspect`. Tento nástroj umožňuje generovat rastrovou mapu, která detailně zobrazuje sklon a orientaci terénu na základě vstupních dat z digitálního modelu reliéfu. Tato mapa poskytuje důležité informace pro další analýzy a plánování v geografickém prostoru.

Pro zlepšení přehledu a usnadnění interpretace terénních charakteristik byla následně provedena normalizace sklonu terénu. Tento proces byl realizován pomocí rastrového kalkulátoru v QGIS, kde byl vytvořen výraz "1 - (Slope@1 / 90)". Tento krok umožnil vytvoření rastrové mapy nazvané "průchodnost", která normalizuje sklon terénu do rozsahu od 0 (maximální sklon) do 1 (rovina). Tato normalizovaná mapa je klíčová pro další analýzy, jako je například optimalizace trasy, plánování výstavby nebo ochrana přírodních prostředků.

Na závěr této práce je vhodné zahrnout mapu, která bude zobrazovat průchodnost nad podkladovými daty, viz. Obrázek 21. Tento krok umožní vizuální přehled o přístupnosti jednotlivých oblastí, což může výrazně přispět k lepšímu plánování dalších kroků a rozhodování v dané problematice. Tato mapa tak poskytne cenný nástroj pro detailnější analýzu a interpretaci výsledků.



Obrázek 21 Kartografický výstup z QGIS

Zdroj: [vlastní zpracování]

Celkově lze konstatovat, že QGIS poskytuje uživatelům robustní nástroje pro práci s geografickými daty a umožňuje efektivní provádění složitých geografických analýz.

Tuto práci je možné využít i jako užitečný návod pro studenty i laiky, kteří se zajímají o analýzu průchodnosti terénem.

Seznam citací/referencí

1. LILLESAND, Thomas. Remote Sensing and Image Interpretation. 7th ed. John Wiley, 2015. ISBN 9781118343289.
2. KONEČNÝ, M. Vývojové trendy geografických informačních systémů. CAD, 1994, roč. 4, č. 6, s. 3-6.
3. Vojenský geografický obzor [online], 2020. Dobruška: Ministerstvo obrany, geografická služba AČR, s. 78 [cit. 2024-06-19]. ISSN 2570-6608. Dostupné z: https://vgo.army.cz/sites/vgo.army.cz/files/dokumenty/zakladni-stranka/vgo_2020_02.pdf.
4. VOŽENÍLEK, V. Geografické informační systémy I – pojetí, historie, základní komponenty. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. 173 s.
5. VOŽENÍLEK, V. Aplikovaná kartografie I. – tematické mapy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1999. 168 s.
6. TOLLINGEROVÁ, Dana. GIS. Geografické informační systémy. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. ISBN 80-707-8377-X.
7. CAJTHAML, Jiří; KREJČÍ, Tomáš. 3D GIS technologie v inženýrských aplikacích. [online]. 2008 [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: https://maps.fsv.cvut.cz/gacr/publikace/2008/2008_Cajthaml_Krejci_Ostrava.pdf.
8. LONGLEY, Paul et al. Geografické informace: systémy a věda. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-5008-7.
9. MARTINEC, František. Drony a Letecké Bezpilotní Systémy. 2022. ISBN 978-80-88246-92-3.
10. ZALOGA, Steven J. Unmanned Aerial Vehicles. Bloomsbury Publishing, 2011. ISBN 1849089663.
11. The Evolution and Application of Mini UAV System [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/470647908/The-Evolution-and-Application-of-UAVER-Mini-UAS>.
12. KOMÁRKOVÁ, J. Kvalita webových geografických informačních systémů. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-056-9. [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>.
13. BŘEHOVSKÝ, Martin; JEDLIČKA, Karel. Úvod do geografických informačních systémů [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>.
14. Esri. What is GIS?. [online]. 2024 [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <http://www.esri.com/what-is-gis/index.html>.

15. GRASS GIS. GRASS GIS - Geographic Resources Analysis Support System [online]. 2023 [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://grass.osgeo.org/>.
16. PostGIS. PostGIS [online]. 2023 [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://postgis.net/>.
17. SMITH, T.; PEUQUET, D.; SUDHAKAR, M.; PANKAJ, A. KBGIS-II A knowledge-based geographical information system. *International journal of geographical information systems*, 1987, 1(2), s. 149-172.
18. TAYLOR, John W. R.; MUNSON, Kenneth. *Jane's pocket book of remotely piloted vehicles: robot aircraft today*. New York: Collier Books, 1977. ISBN 002080640x.
19. EVERAERTS, J. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for remote sensing and mapping. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2008, 37.
20. ČÚZK. RÚIAN - Registr územní identifikace, adres a nemovitostí [online]. 2024 [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/RUIAN-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/RUIAN-(1).aspx).
21. TRADECZ. Bezpilotní prostředky: Princip kategorie A a využití dronů – investice do bezpilotních letadel (UAV) [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://www.tradecz.cz/bezpilotni-prostredky-princip-kategorie-a-vyuziti-dronu-investice-do-bezpilotnich-letadel-uav/>.
22. *Zákony pro lidi*. Zákon č. 49/1997 Sb., o veřejných sbírkách zákonů a dalších právních předpisů [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49>.
23. AISView. [online]. Dostupné z: <https://aisview.rlp.cz/>. [Cit. 2024-06-19].
24. VoxCafé. UGCS: Fotogrametrické techniky pro plánování UAV zeměměřických misí [online]. Dostupné z: <https://www.voxcafe.cz/mindblog/clanky/drony/ugcs-fotogrametricke-techniky-pro-planovani-uav-zememericky-misi.html>. [Cit. 2024-06-19].
25. QGIS. About QGIS [online]. 2023 [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://www.qgis.org/en/site/about/index.html>.
26. Mapy.cz. [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?source=base&id=2085356&x=15.7808042&y=50.0957685&z=15>. [Cit. 2024-06-19].
27. GITDOSKOL. Základní pojmy [online]. Dostupné z: <https://gitdoskol.ped.muni.cz/metodika/zakladni-pojmy>. [Cit. 2024-06-19].
28. NEON Science. [online]. Dostupné z: <https://www.neonscience.org/>. [Cit. 2024-06-19].
29. DesdeLinux. QGIS: Bezplatný software pro geografické informační systémy [online]. Dostupné z: <https://blog.desdelinux.net/cs/qgis-bezplatn%C3%BD-software-pro-geografick%C3%A9-informa%C4%8Dn%C3%AD-syst%C3%A9my/>. [Cit. 2024-06-19].

30. Flying Machines. [online]. Dostupné z: <https://flyingmachines.ru/Site2/Crafts/Craft29148.htm>. [Cit. 2024-06-19].
31. Wikipedie. General Atomics MQ-1 Predator [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator. [Cit. 2024-06-19].
32. WION News. Show of indigenous technologies at the 2022 Chinese Airshow [online]. Dostupné z: <https://www.wionews.com/photos/show-of-indigenous-technologies-at-the-2022-chinese-airshow-533358>. [Cit. 2024-06-19].
33. New Atlas. Seasam: Autonomous underwater drone [online]. Dostupné z: <https://newatlas.com/drones/seasam-autonomous-underwater-drone/>. [Cit. 2024-06-19]