

# Využití geografických informačních systémů u Hasičského záchranného sboru České republiky

Adam Solanský

---

Bakalářská práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Adam Solanský  
Osobní číslo: L21660  
Studijní program: B1032A020002 Ochrana obyvatelstva  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Využití geografických informačních systémů u Hasičského záchranného sboru České republiky

### Zásady pro vypracování

1. Definujte základní pojmy předmětné oblasti.
2. Zhodnotte stávající využití geografických informačních systémů.
3. Navrhněte model a popište jeho využití.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. LAVENDER, Samantha a Andrew LAVENDER. *Practical Handbook of Remote Sensing*. Second Edition. CRC Press, 2023. ISBN 978-1-032-21433-7.
  2. LILLESAND, Thomas M., Ralph W. KIEFER a Jonathan W. CHIPMAN. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7th Edition. Wiley, 2015. ISBN 978-1-118-34328-9.
  3. QUATTROCHI, Dale A. et al. *Integrating Scale in Remote Sensing and GIS*. CRC Press, 2017. ISBN 9780367868994.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Červenka**  
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 3. 5. 2024

Jméno a příjmení studenta: Adam Solanský

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá využitím geografických informačních systémů u Hasičského záchranného sboru České republiky. První část práce popisuje Hasičský záchranný sbor a jeho úkoly. Následující část se zabývá úvodem do geografických informačních systémů. Dále popisuje dálkový průzkum země a úvod do technologií ESRI. Na závěr práce jsou prezentována doporučení odvozená z analýzy výsledků dotazníkového šetření. Tyto návrhy představují možnosti pro zlepšení využití geografických informačních systémů, které mohou posílit efektivitu a účinnost práce v daném prostředí.

**Klíčová slova:** Geografický informační systém, dálkový průzkum země, integrovaný záchranný systém, hasičský záchranný sbor,

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the use of geographic information systems in the Fire Rescue Service of the Czech Republic. The first part of the thesis describes the Fire Brigade and its tasks. The following part deals with an introduction to geographic information systems. It also describes remote sensing and an introduction to ESRI technologies. Finally, the thesis presents recommendations derived from the analysis of the results of the questionnaire survey. These suggestions present opportunities for improving the use of geographic information systems that can enhance the efficiency and effectiveness of work in a given environment.

**Keywords:** Geographical Information System, Remote Sensing, Integrated Rescue System, Fire Rescue Service

Chtěl bych vyjádřit mé upřímné díky panu Ing. Zdeňkovi Červenkovi, vedoucímu mé bakalářské práce, za jeho vedení, věnovaný čas a trpělivost během konzultací. Jeho cenné rady a podpora mi byly v průběhu psaní mé práce velmi užitečné.

Rovněž bych rád vyjádřil své díky všem členům Hasičského záchranného sboru, kteří se aktivně zapojili do dotazníkového šetření.

Také bych rád vyjádřil vděk své rodině a přátelům za jejich trpělivost a neustálou podporu během mého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY</b> .....	<b>11</b>
1.1 ÚKOLY HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY.....	11
1.2 STRUKTURA HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY.....	11
<b>2 ÚVOD DO GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>12</b>
2.1 HISTORIE GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ.....	13
2.2 KLÍČOVÉ FUNKCE GIS.....	15
2.3 GEOGRAFICKÉ DATOVÉ PRVKY.....	17
2.4 PŘEVOD DAT Z 3D NA 2D.....	21
<b>3 ÚVOD DO DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ</b> .....	<b>22</b>
3.1 HISTORIE DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ.....	22
3.2 SBĚR DAT A KONCEPCE DIGITÁLNÍHO OBRAZU .....	23
3.3 PRINCIPY DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ.....	24
3.4 AKTIVNÍ SENZORY.....	25
3.5 PASIVNÍ SENZORY.....	27
3.6 TECHNIKY DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ PRO ŘÍZENÍ LESNÍCH POŽÁRŮ .....	29
3.7 MONITOROVÁNÍ POŽÁRŮ V REÁLNÉM ČASE.....	30
<b>4 ÚVOD DO TECHNOLOGIÍ ESRI</b> .....	<b>31</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>33</b>
<b>5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ</b> .....	<b>34</b>
5.1 DOTAZNÍK.....	34
5.2 VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ .....	35
<b>6 SWOT ANALÝZA</b> .....	<b>39</b>
6.1.1 Strategie řízení.....	40
6.2 SWOT ANALÝZA VYUŽITELNOSTI GIS.....	40
<b>7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU U HZS ČR</b> .....	<b>42</b>
7.1 PLÁNOVÁNÍ A KOORDINACE ZÁSAHU.....	42
7.2 ANALÝZA RIZIKOVÝCH OBLASTÍ.....	43
7.3 EVAKUAČNÍ PLÁNY A BEZPEČNÉ TRASY .....	44
<b>8 NÁVRH MODELU</b> .....	<b>45</b>
8.1 ZLEPŠENÍ HARDWAROVÝCH A SOFTWAREVÝCH ZDROJŮ .....	45
8.2 IMPLEMENTACE PROPOJENÍ GEODATABÁZE NA ARCGIS SERVER .....	45

8.3	IMPLEMENTACE CLOUDOVÉHO ÚLOŽIŠTĚ PRO EXPORTY A SDÍLENÍ.....	46
8.4	ŠKOLENÍ A PODPORA UŽIVATELŮ.....	47
8.5	ŠKOLENÍ NA VYUŽITÍ NOVÝCH NÁSTROJŮ.....	47
8.6	HODNOCENÍ EFEKTIVITY IMPLEMENTOVANÝCH OPATŘENÍ.....	48
8.7	HODNOCENÍ SPOKOJENOSTI UŽIVATELŮ.....	49
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>55</b>



## ÚVOD

Geografické informační systémy (GIS) se v dnešní moderní společnosti staly nezbytným nástrojem propojujícím geografické informace s databázovými záznamy. Tato symbióza umožňuje systematické shromažďování, ukládání, analýzu a vizualizaci prostorových dat, což přináší hlubší pochopení a efektivnější správu našeho prostředí. Od svého vzniku v 60. letech 20. století prošly GIS významným vývojem a staly se klíčovým nástrojem v mnoha odvětvích, včetně urbanismu, zemědělství, životního prostředí, dopravy a bezpečnosti.

V dnešní době stoupá význam GIS i v oblasti záchranných služeb, kde zastávají klíčovou úlohu při plánování a řízení záchranných operací, analýze rizik a prevenci havárií. Hasičský záchranný sbor České republiky (HZS ČR) se snaží využít potenciál těchto systémů k vylepšení své efektivity a spolehlivosti v poskytování záchranných služeb. Využití GIS v HZS ČR může nabídnout široké spektrum výhod, od optimalizace tras a distribuce zásahových jednotek až po lepší monitorování rizik a zlepšení koordinace při mimořádných událostech.

V této proměnlivé a neustále se rozvíjející oblasti je klíčové porozumět nejen technickým aspektům GIS, ale také jejich strategickému a praktickému využití v konkrétním prostředí. Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu současného stavu využívání GIS u HZS ČR a navrhování modelů a strategií pro jejich další zdokonalení a efektivní využití v praxi.

Hlavním cílem práce je navrhnout model a popsat jeho využití v praxi. Ke splnění hlavního cíle byly stanoveny dílčí cíle jako definovat základní pojmy dané problematiky a zhodnotit stávající využití geografických informačních systémů.

V práci byly použity metody jako rešerše relevantní literatury, explanace, dotazníkové šetření, analýza, dedukce.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY

Ochrana lidských životů, zdraví a majetku představuje základní úkol státu, s bezpečnostními a záchrannými sbory působícími v rámci svých specifikovaných pravomocí. Hasičský záchranný sbor České republiky (Dále v textu jen „HZS ČR“) figuruje jako klíčová složka Integrovaného záchranného systému (Dále v textu jen „IZS“), jenž koordinuje postup v případě mimořádných událostí a následně provádí záchranné a likvidační práce. Při své činnosti HZS ČR úzce spolupracuje s ostatními složkami IZS, veřejnými a státními institucemi, samosprávami, právníckými i fyzickými osobami, neziskovými organizacemi, mezinárodními organizacemi a zahraničními subjekty. Cílem této spolupráce je především stanovit práva a povinnosti při poskytování pomoci a informací v případě mimořádných událostí, v rámci dodržování právních předpisů a zásad ochrany důvěrnosti informací. (Česko, 2015)

## 1.1 Úkoly Hasičského záchranného sboru České republiky

Úkoly HZS ČR jsou realizovány jeho příslušníky, kteří mohou být státními zaměstnanci nebo občany pracujícími ve sboru. Tyto úkoly jsou definovány služebním zákonem a příslušnými právními normami. Mezi hlavní poslání HZS ČR patří ochrana životů, zdraví a majetku občanů před požáry a poskytování rychlé a efektivní pomoci v případě mimořádných událostí, jako jsou přírodní katastrofy, průmyslové havárie nebo teroristické útoky. V současné době hraje HZS ČR klíčovou úlohu při přípravě státu na mimořádné události. Po sloučení s Hlavním úřadem civilní ochrany v roce 2001 získal HZS ČR rozšířené pravomoci zahrnující i ochranu obyvatelstva, podobně jako v jiných evropských zemích. (HZS ČR, 2024)

## 1.2 Struktura Hasičského záchranného sboru České republiky

HZS ČR tvoří generální ředitelství HZS ČR, které je organizační součástí Ministerstva vnitra, 14 hasičských záchranných sborů krajů, Střední odborná škola požární ochrany a Vyšší odborná škola požární ochrany ve Frýdku-Místku a Záchranný útvar HZS ČR (dislokace Hlučín, Jihlava a Zbiroh). Součástí Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR jsou také vzdělávací, technická a účelová zařízení: Školní a výcvikové zařízení HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, Technický ústav požární ochrany Praha a Skladovací a opravárenské zařízení HZS ČR. (HZS ČR, 2024)

## 2 ÚVOD DO GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

Vyjádření podstaty Geografických informačních systémů (dále v textu jen „GIS“) jednoduchou větou je náročné, protože různí autoři se liší v jejich definicích a přístupech, nicméně všeobecně souhlasí, že GIS je informační systém zaměřený na analýzu a interpretaci dat v prostoru. Je klíčové uvědomit si, co přesně zahrnuje pojem informační systém. (Geletič, 2013)

Informační systémy jsou základními pilíři moderního podnikání, poskytujícími rámec pro sběr, manipulaci a distribuci obrovského množství dat, která jsou nezbytná pro rozhodování a řízení v organizačním prostředí. Technicky vzato, informační systém tvoří soubor propojených komponent, zahrnujících hardware, software a telekomunikační síť, které se společně podílejí na procesech shromažďování, zpracování, uchovávání a distribuce informací. Tyto systémy se staly klíčovými nástroji pro efektivní správu a manipulaci s daty, přičemž propojují různé procesy a funkce organizace, od rozhodování a koordinace až po analýzu a vizualizaci dat. Jsou to skutečně dynamické a integrované síť, které podporují efektivní řízení a optimalizaci výkonnosti v moderním podnikovém prostředí. (OPENTEXTBOOK.SITE, 2019)

Základní principy lokalizace, které zahrnují studium geografie lidských aktivit, interakcí mezi lidmi a přírodou a rozmístění a využití přírodních zdrojů, tvoří nedílnou součást vědeckého bádání. Od pradávna se snažíme konceptualizovat a mapovat geografický prostor, jelikož veškeré lidské aktivity jsou úzce svázány s geografickým kontextem. Zobrazení objektů v prostoru, tedy jejich fyzické umístění, hraje klíčovou roli jak v přírodních, tak v sociálních a aplikovaných vědách. (OPENTEXTBOOK.SITE, 2019)

Historicky bylo vyvinuto mnoho metod k charakterizaci geografického prostoru, včetně map vytvořených umělci, mořeplavci a dalšími průzkumníky, což přispělo k rozvoji oboru kartografie. S nástupem digitálního věku se však začalo intenzivněji využívat geografických dat, nikoli pouze ve formě map. GIS umožňují shromažďování, analýzu a vizualizaci prostorových dat a souvisejících jevů. Možnosti GIS jsou mnohem rozmanitější než pouhé tvorba map, ačkoli tato funkce zůstává jednou z nejvíce využívaných. Aplikace GIS nacházejí uplatnění v široké škále oblastí, od základních geografických průzkumů až po složité simulační modely. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

GIS není jen nástrojem pro vytváření a správu dat, ale také pro jejich analýzu a mapování. Tento systém propojuje prostorová data s mapou a slučuje informace o poloze – kde se objekty nacházejí – s různými popisnými údaji, které detailně charakterizují přítomnost různých objektů na daném místě. To poskytuje pevný základ pro mapování a analýzu, které nalézají uplatnění ve širokém spektru oblastí, od vědeckého výzkumu po průmyslové a obchodní aplikace. Díky GIS mohou uživatelé lépe porozumět vzorcům, vztahům a geografickým souvislostem, což vede k lepší komunikaci, efektivitě a rozhodovacím procesům v mnoha odvětvích. (ESRI, 2024)

## 2.1 Historie Geografických informačních systémů

Komplexní historie vývoje GIS je aktuálně nedostupná a je obecně uznáváno, že její rekonstrukce je obtížný úkol, protože se GIS vyvíjely různými cestami paralelně. Přesto jsou některé hlavní milníky jasně rozpoznatelné. Nejen počítačový vývoj GIS započal v 60. letech 20. století díky práci Rogera Tomlinsona v Kanadě. Tomlinsonův Kanadský geografický informační systém (CGIS) představoval systém postavený na mainframech, který měl primárně sloužit k inventarizaci využití půdy a souvisejících přírodních zdrojů, jako je půda a dřevo. První léta vývoje GIS byla charakterizována převážně tímto typem systémů, které vyžadovaly značné finanční prostředky, závisely na programátorských dovednostech vývojářů, vyžadovaly vývoj digitálních podkladových map od základu a disponovaly pouze omezenými statistickými analytickými funkcemi. Pro podporu vývoje těchto raných GIS, které byly navrhovány spíše pro specifické než obecné účely, byly nezbytné zdroje velkých korporací nebo rozsáhlých vládních agentur. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

Rozvoj GIS se začal rozmáhat v 70. letech, i když v té době se stále uplatňovaly především přístupy založené na mainframech. Přesto už v 60. letech začala Harvardova laboratoř pro počítačovou grafiku a prostorovou analýzu (Harvard Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis) zkoumat možnosti vývoje mapového softwaru pro širší distribuci. Tento software, SYMAP, původně navržený pro mainframové systémy, umožňoval tematické mapování, poskytující hrubý mapový výstup na řádkových tiskárnách. Přestože vývoj SYMAPu začal v 60. letech, získal největší povědomí veřejnosti s vydáním v roce 1980 v souvislosti se sčítáním lidu v USA. Soubory geografických podkladů/duálního nezávislého kódování map (GBF/DIME) poskytovaly základní geografické informace pro mapování. Tyto GBF/DIME soubory byly použity k přiřazení geografických údajů z sčítání lidu, poskytujíc uzly a vektory mezi nimi (tj. oblouky), definici oblastí (tj. bloky) a rozsah adres

pro každou stranu bloku. Tato způsob reprezentace dat představoval významný pokrok využití GIS v demografické analýze ve srovnání s předchozím zaměřením na přírodní zdroje v rámci CGIS. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

V 70. letech 20. století začaly vznikat komerční aplikace GIS, přičemž jednou z nejvýznamnějších bylo první vydání ARC/INFO od společnosti ESRI v roce 1981. Toto období označuje přechod GIS od specializovaných aplikací k obecnějším nástrojům pro analýzu geografických dat a informací. ARC/INFO byl původně navržen pro provoz na minipočítačích, což byly malé víceuživatelské systémy oproti hlavním rámcům a předcházející jednoúčelovým osobním počítačům. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

V 90. letech 20. století následoval vývoj GIS trend směřující k osobním počítačům. Software GIS byl uveden na pracovních stanicích s operačním systémem Windows NT a později se dostal i na osobní počítače. Vydání souborů topologicky integrovaného geografického kódování a referencí (TIGER) amerického sčítání lidu, které byly aktualizovány z původního systému GBF/DIME, spolu s digitálním liniovým grafem amerického geologického průzkumu jako digitálními základními mapami, zdůraznilo zlomovou změnu spojenou s výrazným snížením nákladů a zvýšením dostupnosti základních výpočetních a geografických nástrojů. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

Tento vývoj zapříčinil rapidní nárůst využití GIS v rozmanitých oblastech. Díky levně dostupným osobním počítačům, široké dostupnosti digitálních podkladových map a propojení s hlavními zdroji popisných údajů, jako jsou data ze sčítání lidu a všechna geograficky identifikovatelná data, jako jsou adresy, se demografické údaje o podnicích, mapové trasy a směry, zdravotní analýzy, analýzy trestné činnosti a další demografické a rizikové faktory staly snadno dostupnými. Národní soubor adresních rozsahů TIGER ve spojení s GIS a datovými sadami obsahujícími informace o adresách umožnil snadnou geografickou analýzu. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

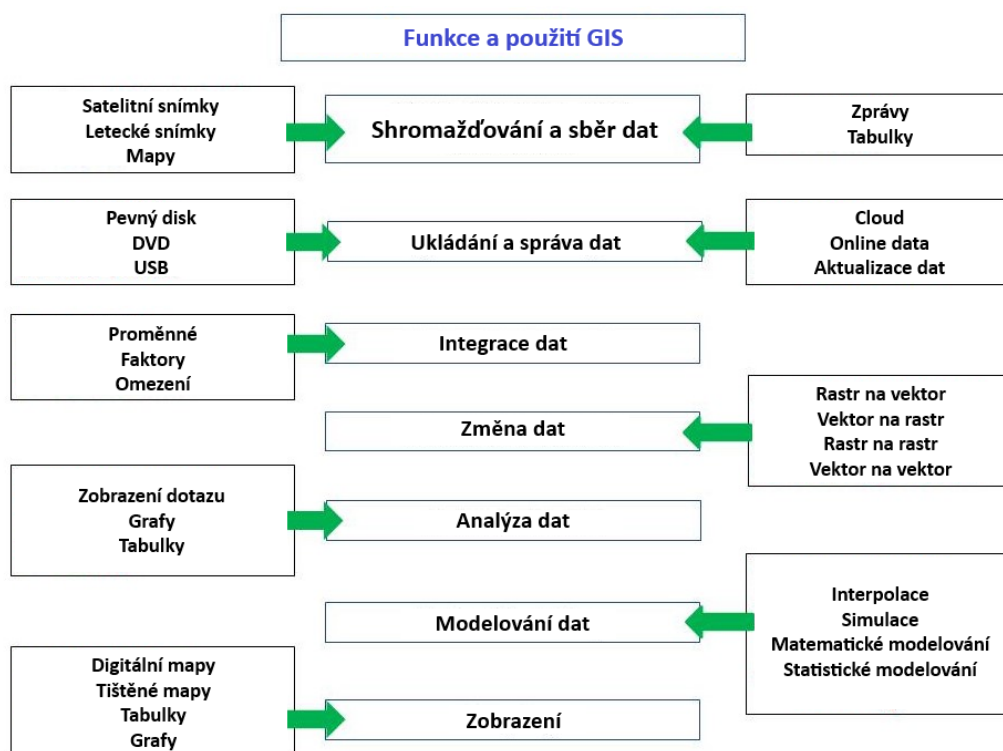
V roce 2000 byly zavedeny distribuované aplikace GIS, které se zaměřovaly na relativně jednoduché postupy, jako je vyhledávání tras a mapování konkrétních míst, především na internetu. I když tyto aplikace přinesly zjednodušenou formu GIS širokému okruhu uživatelů, složitější prostorové a statistické analytické aspekty GIS stále pokračují ve vývoji. Tento vývoj se odráží i v oboru geografické informační vědy, který zkoumá další možnosti využití GIS a jejich dopady. (ESRI, 2024)

## 2.2 Klíčové funkce GIS

Tato část je zaměřena na funkce GIS, které jsou pro prostorovou analýzu nezbytné. Pochopení těchto funkcí poskytuje zázemí potřebné k zahájení používání GIS pro konkrétní aplikaci. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

GIS disponuje širokou škálou funkcí, které lze využít v různých oblastech aplikací. Tyto funkce GIS usnadňují některé základní úkony, které jsou popsány níže. (GISOutlook, 2022)

Proces GIS umožňuje získávat informace založené na poloze, což usnadňuje lokalizaci konkrétních objektů. Poloha může být definována pomocí zeměpisné délky a šířky nebo souřadnic X/Y a může obsahovat další atributové informace, jako je například název místa. Funkce GIS také umožňují vyhledávání míst podle určitých podmínek, jako je například nalezení průmyslových podniků v okruhu 5 km od čistírny odpadních vod. Tyto funkce dále pomáhají sledovat změny na určitém místě v průběhu času a analyzovat prostorové vztahy mezi objekty na základě jejich geografické polohy. GIS také podporuje dotazy založené na modelech, například hledání optimální cesty. (GISOutlook, 2022)



Obrázek 1 – Funkce GIS. (GISOutlook, 2022)

### **Shromažďování a sběr dat**

Pro sběr dat jako vstupních informací pro proces GIS se využívají různé zdroje, jako jsou snímky z dálkového průzkumu Země, stávající mapy, tabulková data, terénní průzkum, internet a další. Tyto zdroje lze následně využít k vytvoření digitálních dat pomocí procesu digitalizace, který probíhá prostřednictvím softwaru GIS a počítačové technologie. (GISOutlook, 2022)

### **Ukládání a správa dat**

GIS umožňuje ukládání databází na různá média, jako jsou pevné disky, DVD, USB disky, online úložiště a také do cloudového prostředí. Prostorová databáze může být pravidelně aktualizována přidáváním nových vstupních zdrojů, což zajišťuje aktuálnost a relevantnost dat. Tato vlastnost je výhodná zejména proto, že veškerá data jsou uložena v digitálním formátu, což zjednodušuje proces aktualizace a minimalizuje redundanci dat. (GISOutlook, 2022)

### **Integrace dat**

GIS umožňuje propojovat a integrovat informace získané z různých zdrojů, což umožňuje vytvářet kombinace pro mapování proměnných a analýzu nových faktorů. Například pomocí technologie GIS lze spojit zemědělské záznamy s hydrologickými údaji k určení hloubky vody a jejich fyzikálních a chemických parametrů. Tento proces pomáhá porozumět potřebám vody a vlivu kvality vody na výnosy plodin. (GISOutlook, 2022)

### **Změna dat**

Tato funkce je klíčová, protože usnadňuje lepší analýzu dat, která jsou sbírána z různých zdrojů. Například je možné převést soubor formátu JPEG na formát TIFF nebo upravit projekci, aby všechna data byla v jednotném geografickém systému prostřednictvím georeferencování. Data mohou být převedena z rastrového na vektorový formát, jako je přeměna obrázku na polygon nebo čáru, a naopak, z vektorového na rastrový formát, například z polygonu na rastrový obraz. Dále lze data konvertovat z rastru na rastr nebo z vektoru na vektor podle potřeby softwaru a provedené analýzy. (GISOutlook, 2022)



## **Analýza dat**

Pro analýzu dat lze využít vhodné matematické nebo statistické algoritmy s cílem vytvořit nové informace nebo mapy. Typ analýzy závisí zcela na požadavku uživatele; může se jednat například o analýzu vyrovnávací paměti, analýzu blízkosti či proces interpolace pro vytvoření digitálního modelu reliéfu (DEM) a další. (GISOutlook, 2022)

## **Modelování dat**

GIS nabízí široké spektrum simulačních modelů, které umožňují analýzu dat a generují užitečné informace pro plánování. Tyto modely zahrnují například simulace odtoku vody nebo předpovědi růstu měst. Dále poskytují nástroje pro vytváření 2D a 3D modelů zemského povrchu, což umožňuje lepší hodnocení daných vlastností. Pro modelování v GIS lze využít mnoho matematických a statistických metod. (GISOutlook, 2022)

## **Zobrazení**

Tato funkce se týká prezentace výsledků různými prostředky, jako jsou digitální mapy, tištěné mapy, tabulky a grafy. Způsob prezentace dat je plně v souladu s požadavkem uživatele na zobrazení dat v různých formátech. (GISOutlook, 2022)

## **2.3 Geografické datové prvky**

Přestože GIS může pracovat jak s rastrovými, tak vektorovými informacemi, rastrová data nejsou v pravém slova smyslu geografická, protože představují pouze pole hodnot. Geografické datové prvky jsou entity, které lze snadno identifikovat v reálném světě nebo na mapě. Mezi tyto prvky patří body, linie a polygony (plochy). Pro reprezentaci těchto geografických objektů GIS využívá souřadnice. Kombinace těchto tří objektů dokáže zobrazit libovolnou geografickou entitu nebo její atributy. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

- Body jsou charakterizovány pouze jednou souřadnicí xy a na obrázku jsou reprezentovány malým symbolem, například vyplněným kruhem. Vrstvy mohou být vytvořeny pro různé prvky, jako jsou města, letiště, pouliční osvětlení, jednotlivé stromy nebo jiné zajímavé body. (Lavender, Lavender, 2023)

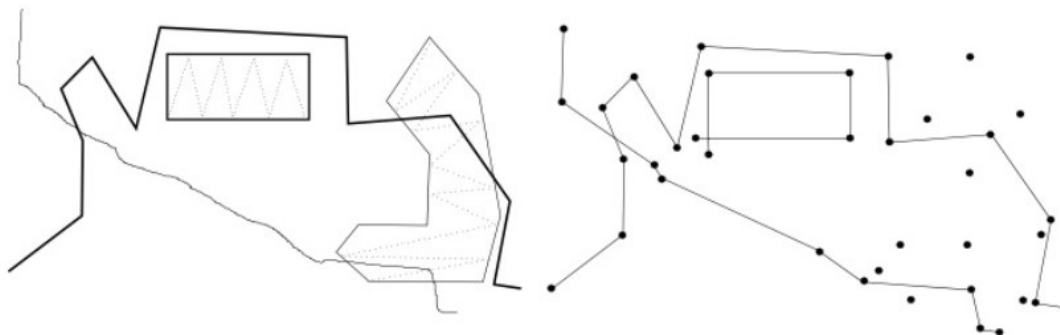
- Linie jsou vytvořeny posloupností alespoň dvou párů souřadnic  $xy$ , což definuje přímku, a několika dalšími páry souřadnic  $xy$  pro zakřivené nebo složitě tvarované linie. Tyto linie jsou využívány pro reprezentaci prvků, jako jsou říční toky, ulice nebo výškové kontury. (Lavender, Lavender, 2023)
- Polygony jsou definovány svými hranicemi, které jsou posloupností souřadnic  $xy$ , kde počáteční bod je totožný s koncovým bodem. Tímto způsobem vznikají dvourozměrné (2D) tvarové prvky s jasně definovanou plochou, které se využívají k zobrazování jezer, budov, a dokonce i územních celků. (Lavender, Lavender, 2023)

Vzhledem k tomu, že data v GIS pocházejí z různých zdrojů, je nezbytné zajistit konzistenci pomocí spolehlivého rámce, který přesně definuje polohu prvků v reálném světě. Tento rámec je známý jako souřadnicový referenční systém. (Lavender, Lavender, 2023)

### Typy vektorových modelů

#### Nespojené modely

Nespojené modely, jako je například "špagetový model" (spaghetti model), pracují s každým geoprvkem na mapě samostatně ve formě vektorů, aniž by se vázaly na okolní prvky. V tomto modelu se linie mohou volně křížit, což je vhodné zejména pro zobrazení a našlo uplatnění v oblastech počítačové grafiky a digitální kartografie. (Bílek, 2013)

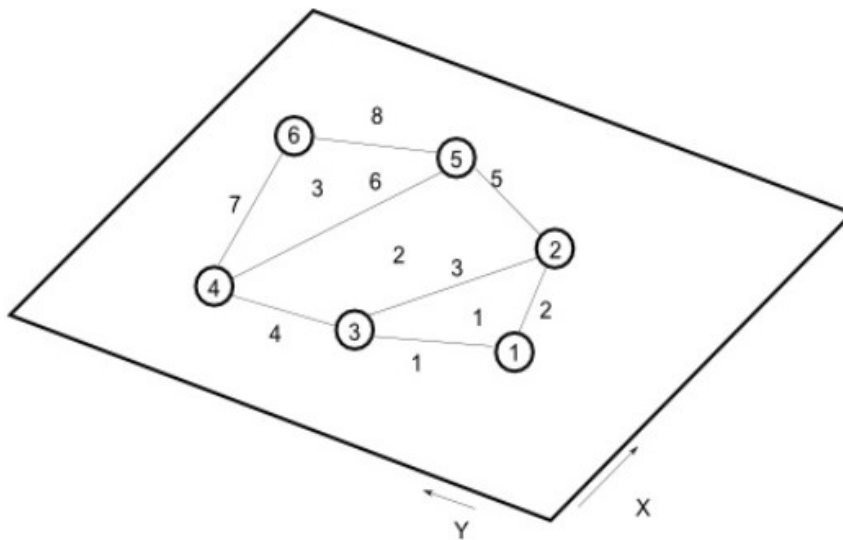


Obrázek 2 – Nespojené modely. (Bílek, 2013)

#### Topologický model

Topologický model se zakládá na záznamu lineárních prvků mapy ve formě rovinného grafu. Každá linie odpovídá hraně tohoto grafu, a její začáteční a koncové body se stávají uzly grafu. V tomto modelu nejsou mezilehlé body linií podstatné. Graf může být uložen

v databázových tabulkách, kde každá tabulka obsahuje informace o jednotlivých liniích (hranách grafu), včetně počátečního a koncového uzlu a případných mezilehlých bodů (jejich pořadí určuje směr linie). Také může obsahovat reference na polygon, který se nachází na levé a pravé straně linie. (Bílek, 2013)



Obrázek 3 – Topologický model. (Bílek, 2013)

### Hierarchický model

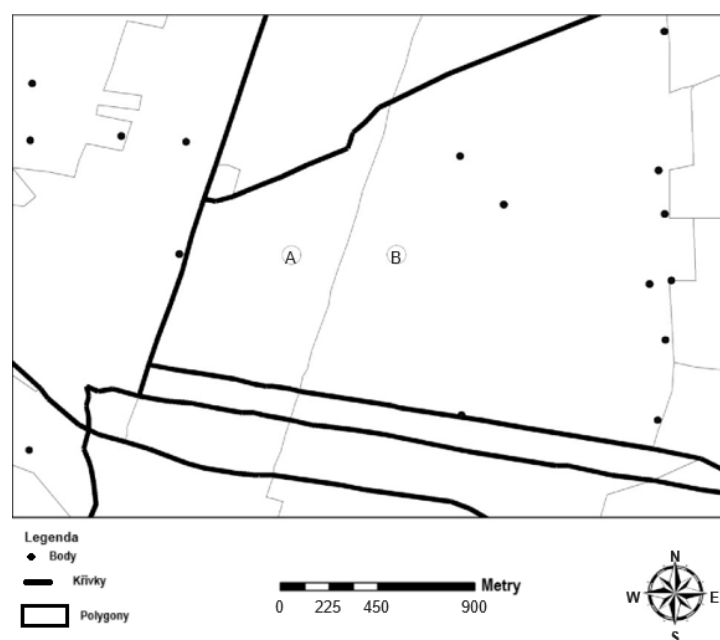
Tento model nabízí efektivnější řešení pro vyhledávání v topologickém prostředí díky jeho logické hierarchické struktuře. Polygony, které tvoří základní prvky mapy, jsou složeny z linií, jež definují jejich hranice, a ty zase zahrnují soubor bodů. V tomto modelu jsou vytvořeny odkazy mezi různými typy objektů (polygony, linie a body), což výrazně usnadňuje vyhledávání jednotlivých prvků oproti topologickému modelu. Hierarchický model zpravidla zahrnuje také topologické informace. (Bílek, 2013)

Obrázek 4 ukazuje příklady tří typů geografických datových prvků. Body znázorňují polohu konkrétního atributu, kterým v tomto příkladu mohou být budovy. Body jsou umístěny pomocí souřadnic x,y a jsou považovány za body s nulovým rozměrem. Mnoho objektů nebo událostí relevantních pro GIS by bylo reprezentováno jako body, například místa trestných činů, poštovní schránky, studny, jednotlivé stromy atd. Měřítko a rozlišení často hrají roli v tom, jak bude entita charakterizována. Například analýza GIS v měřítku Severní Ameriky pravděpodobně zobrazí jednotlivá města a obce jako body, ale pro analýzu kriminality

v rámci jednoho města, kde by místa trestné činnosti byla reprezentována jako body, by takto koncipována nebyla. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

Křivky na obrázku 4 představují silnice. Tloušťka křivky závisí na typu silnice. Linie mají jeden rozměr a v GIS jsou reprezentovány jako body spojené oblouky. Čáry na obrázku 4 definují oblasti. Plochy jsou polygony libovolného tvaru. Polygony jsou v GIS reprezentovány uzavřenou množinou linií, které vymezují určitou oblast. Tyto polygony se zobrazují jako plochy na obrázku 1 označené písmeny A a B. Polygony lze "skládat" na sebe a vytvářet tak trojrozměrná zobrazení, například obrysové čáry znázorňující nadmořskou výšku. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

Klíčovým aspektem GIS je zachování topologických vztahů mezi prvky geografických dat. Topologie, matematika prostorových vztahů mezi sousedními prvky, je klíčová pro modelování, směřování, síťovou analýzu a prostorovou statistiku. Hlavním aspektem topologie v GIS je zachování informace, že linie mají směr (představte si ulici s adresami nebo potok, který teče určitým směrem) a počáteční a koncový bod (známé také jako uzly "od" a "do"). V souladu s tím topologie zahrnuje informaci o tom, které oblasti/polygony jsou na levé a které na pravé straně. GIS také zachovává, zda body mohou ležet na linii nebo v určité oblasti. Systém, který nezachovává topologii, není skutečným GIS, ale je souborem různých čar a bodů, které spolu nesouvisejí, což se někdy nazývá "špagetová" data. Na obrázku 4 tedy GIS rozpozná, že oblast A se nachází vlevo od linie vedoucí na sever (silnice) a že oblast B se nachází vpravo od této linie (silnice). (Wieczorek, Delmerico, 2010)



Obrázek 4 – Mapa. (Wieczorek, Delmerico, 2010)

## 2.4 Převod dat z 3D na 2D

Při převodu 3D dat na 2D projekci není možné zachovat všechny vlastnosti zároveň. Obecně platí, že lze zajistit pouze jednu z následujících vlastností: správné úhly, správné plochy nebo správné vzdálenosti. (Lavender, Lavender, 2023)

**Správné úhly** – Pro globální data se nejčastěji využívá geografická projekce, často označovaná jako nulová projekce. V systémech GIS je tato projekce známá jako "World Geodetic System of 1984 (WGS84)". Jedná se o projekci, která zachovává rovnoběžky zeměpisné šířky a délky. Zachovává správné úhly, ale zobrazuje nesprávné plochy a nelze v ní snadno měřit vzdálenost. (Lavender, Lavender, 2023)

**Správná oblast** – Pokud se data transformují na globální projekci s rovnou plochou, pevninské plochy vysokých zeměpisných šířek se zmenší, aby lépe odpovídaly jejich skutečné velikosti, ale úhly a vzdálenosti jsou zkresleny. Tento přístup je výhodný pro výpočet plochy rozsáhlých geografických oblastí. (Lavender, Lavender, 2023)

**Správné vzdálenosti** – Univerzální příčná Mercatorova projekce (UTM), kterou používá družice Landsat, zajistí správné vzdálenosti a umožní definovat velikost pixelu v metrech. Pro malé oblasti je výpočet plochy přiměřený, avšak s rozšířením plochy se chyby zvětšují. Z tohoto důvodu je Země v rámci projekce UTM rozdělena do několika úzkých pásů, což minimalizuje zkreslení. (Lavender, Lavender, 2023)

Druhým prvkem v souřadnicovém referenčním systému je referenční bod, který poskytuje základ pro měření vzdáleností a výšek na povrchu Země. Typicky se jako výškový referenční bod používá hladina moře, kde se body označují jako nad nebo pod hladinou. Avšak není jednotná dohoda o tom, jaká je skutečná úroveň moře, což vede k rozdílům v jednotlivých zemích a komplikuje použití tohoto vztažného bodu v rámci GIS. Pro družicová data je často používán referenční bod součástí systému WGS84, který vychází z počátku umístěného ve středu Země a umožňuje měření výšek nad globálním sféroidem s přesností až na 0,02 metru. Tento bod je běžně využíván pro GIS, protože jej lze aplikovat globálně. Ačkoli projekce dat na virtuální glóby, jako je Google Earth, může snížit problémy s projekcí, stále zůstává omezením předpoklad, že Země má kulatý tvar. (Lavender, Lavender, 2023)

### 3 ÚVOD DO DÁLKOVÉHO PRŮZKUMU ZEMĚ

Dálkový průzkum je proces získávání informací o objektech bez přímého kontaktu s objektem. Nosičem informací při dálkovém průzkumu je elektromagnetické záření, které se ve vakuu šíří rychlostí světla ve formě vln různých délek. Nejužitečnější vlnové délky v dálkovém průzkumu zahrnují viditelné světlo a sahají přes blízké a krátkovlnné infračervené pásmo až po tepelné infračervené a mikrovlnné pásmo. Pasivní senzory dálkového průzkumu zaznamenávají dopadající záření odražené nebo vyzařované objekty, zatímco aktivní senzory vysílají vlastní záření, které interaguje se zkoumaným cílem a vrací se do měřicího přístroje. (Wójtowicz et al., 2016)

Zahraniční organizace jako National Aeronautics and Space Administration (NASA) či European Space Agency (ESA) používají dálkové senzory umístěné na družicích a letadlech k pozorování Země a dalších planetárních těles. Tyto senzory zachycují a zaznamenávají energii odraženou nebo vyzařovanou z povrchu, což poskytuje bohatý zdroj dat o stavu a dynamice zemských systémů. Tato globální perspektiva umožňuje monitorovat aktuální stav a predikovat budoucí vývoj naší planety, což zase pomáhá při rozhodování v oblastech jako je ochrana životního prostředí a přírodních zdrojů. (Earth Data, 2021)

Obor dálkového průzkumu Země se věnuje analýze speciální třídy snímků, které využívají pohled z výšky (např. mapy, letecké snímky a podobné snímky), včetně mnoha snímků, které jsou založeny na záření, jež není viditelné lidským okem. Tyto snímky mají zvláštní vlastnosti, které nabízejí jedinečné výhody pro studium zemského povrchu: umožňují vidět vzory namísto izolovaných bodů a vidět vztahy mezi prvky, které se jinak zdají být nezávislé. Jsou obzvláště účinné, protože umožňují sledovat změny v čase, měřit rozměry, plochy, hloubky a výšky a obecně získávat informace, které je velmi obtížné získat jinými prostředky. (Campbell, 2023)

#### 3.1 Historie Dálkového průzkumu země

Základy dálkového průzkumu Země se opírají o partnerství letecké fotografie s letadlem. Fotografování začalo na počátku 19. století, letadlo bylo k leteckému snímkování použito v roce 1908. Letecká fotografie začala vznikat již dříve (pomocí balonů a draků), než se fotoaparát stal praktickým prostředkem pro fotografování, bylo zapotřebí mnoha let experimentů. letecké fotografie. Použití letadla pro fotografování vyžaduje proveditelnou

shodu mezi letadlem a letadlem. prvky dálkového průzkumu Země, včetně některých z jeho mnoha praktických aplikací. (Campbell, 2023)

Zkoumání společných prvků v těchto různých definicích umožňuje identifikovat nejdůležitější témata těchto témat. Při zběžném pohledu na tyto definice lze snadno identifikovat ústřední pojem: shromažďování informací na dálku. Tuto příliš širokou definici je však třeba upřesnit, má-li nás vést ke studiu souboru poznatků, k nimž lze přistupovat v rámci jednoho studijního oboru. Praxe dálkového průzkumu Země se věnuje pozorování zemského a vodního povrchu pomocí odražené nebo vyzařované elektromagnetické energie. Tato cílenější definice vylučuje aplikace, které by mohly být rozumně zahrnuty do širších definic, jako je například snímání magnetického pole Země nebo atmosféry nebo teploty lidského těla. (Campbell, 2023)

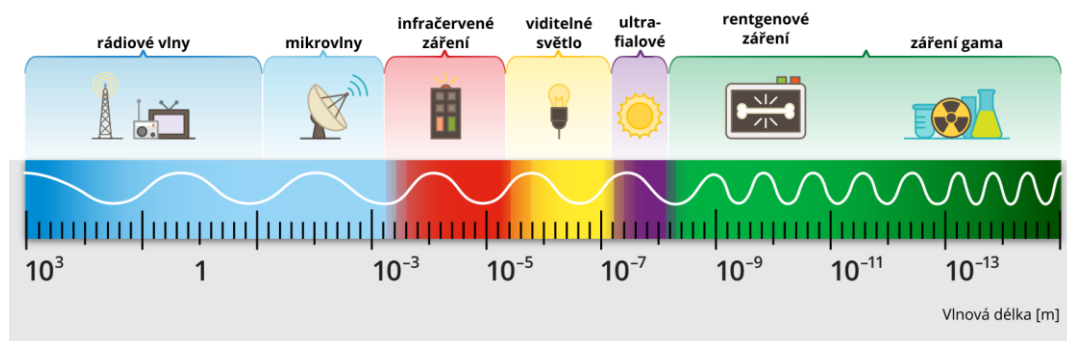
### **3.2 Sběr dat a koncepce digitálního obrazu**

Detekci elektromagnetické energie bylo možné realizovat různými metodami. Před rozšířením elektronických senzorů se k této detekci využívaly analogové filmové kamery, které registrovaly energetické změny ve scéně prostřednictvím chemických reakcí na světlo citlivém filmu. Vyvoláním tohoto filmu bylo možno získat záznam detekovaných signálů, čímž film sloužil jak detekční, tak záznamové médium. Tyto tradiční fotografické systémy nabízely mnoho výhod: byly relativně jednoduché a cenově dostupné, a přesto poskytovaly vysokou úroveň detailů a zachování geometrické integrity. (Lillesand, 2015)

Elektronické senzory produkují elektrický signál, který odpovídá změnám energie v původní scéně. Jedním z dobře známých příkladů elektronického snímače je digitální fotoaparát. Existuje několik typů elektronických senzorů s různými konstrukcemi detektorů, od zařízení s nábojovou vazbou po antény určené k detekci mikrovlnných signálů. Výsledná data se obvykle ukládají na magnetická nebo optická paměťová média, jako jsou pevné disky, paměťové karty, polovodičové paměťové jednotky nebo optické disky. I když mohou být elektronické senzory nákladnější a složitější než filmové systémy, nabízejí širší spektrální citlivost, lepší možnosti kalibrace a schopnost elektronicky ukládat a přenášet data. (Lillesand, 2015)

### 3.3 Principy dálkového průzkumu Země

Dálkový průzkum se primárně opírá o detekci energie, která je odražena nebo vyzařována ze Země ve formě elektromagnetického (EM) záření. Elektromagnetické spektrum zahrnuje rádiové vlny s nejdelšími vlnovými délkami a nejnižšími frekvencemi, následované mikrovlnným, infračerveným, viditelným a ultrafialovým zářením (obrázek 5). Tato různorodá vlnová délka je různě absorbována a rozptýlena v atmosféře a při interakci s povrchem objektů nebo oblastí zájmu. Detekce a interpretace EM energie v těchto rozdílných vlnových délkách představuje jádro dálkového průzkumu Země. Existují dva hlavní přístupy k dálkovému průzkumu – aktivní a pasivní. (Lavender, Lavender, 2023)



Obrázek 5 – Elektromagnetické spektrum. (Svět energie, 2020)

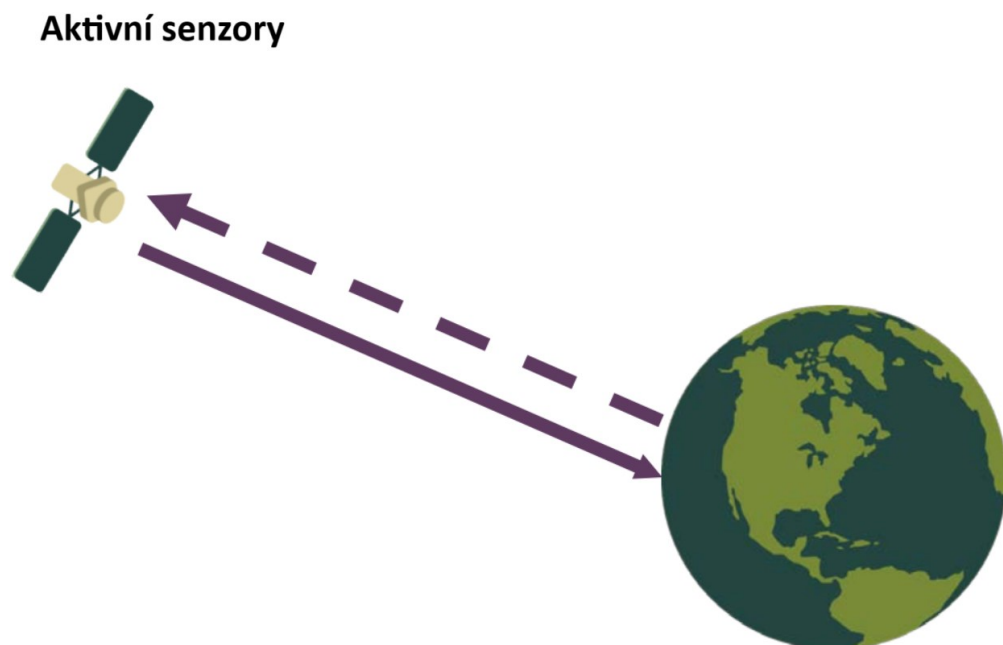
Dalším příkladem pasivního dálkového průzkumu jsou mikrovlnné radiometry, které reagují na teplotu a slanost oceánů či vlhkost půdy na pevnině. Naopak, aktivní dálkový průzkum zahrnuje senzor (nebo platformu), který vysílá energii směrem k objektu nebo oblasti zájmu na Zemi a následně detekuje a měří sílu a časové zpoždění zpětného signálu. Typickým příkladem aktivního dálkového průzkumu je radarový průzkum v mikrovlnné oblasti, který využívá princip rádiové detekce a měření (radar). Aktivní senzory vyžadují více energie než pasivní senzory, což znamená, že družice s aktivními senzory jsou často zapnuty pouze při sběru dat, což může znamenat, že nejsou neustále v provozu a nemusí sbírat úplné globální soubory dat. Znalost interakce objektů nebo zemského povrchu s elektromagnetickým zářením nám umožňuje interpretovat získané údaje. Je však důležité zohlednit také vliv atmosféry, pokud má být analýza provedena s maximální přesností. (Lavender, Lavender, 2023)



### 3.4 Aktivní senzory

Aktivní senzor funguje jako radarový přístroj, který slouží k detekci signálů vyslaných samotným senzorem a následně odražených, lomených nebo rozptýlených zemským povrchem či atmosférou. Kosmické aktivní senzory naleznou široké využití v oblastech meteorologie a sledování zemského povrchu a atmosféry. Například srážkové radary analyzují radarové odrazy od dešťových srážek pro měření intenzity srážek nad zemským povrchem, zatímco radary pro profilaci oblačnosti sbírají radarové signály od mraků, což umožňuje vytvoření trojrozměrného profilu odrazivosti mraků nad zemským povrchem. (Manning, 2012)

Aktivní kosmické senzory operují pod rámeč družicových služeb pro zkoumání Země či pro kosmický výzkum. Frekvenční pásma využívaná aktivními senzory jsou často sdílena s jinými radarovými systémy, protože tyto systémy obvykle splňují kompatibilní požadavky senzorů. (Manning, 2012)



Obrázek 6 – Aktivní senzor. (Earth Data, 2021)

### **Laserový výškoměr**

Laserový výškoměr, fungující za pomoci lidarů, je zařízení, které měří vzdálenost mezi platformou, jako je kosmická loď nebo letadlo, a povrchem země pomocí laserového paprsku. Tato informace o výšce platformy nad středním zemským povrchem je využívána k určení topografie terénu pod ní. (Earth Data, 2021)

### **Lidar**

Jedná se o snímač, který využívá laserový radar k vysílání světelného impulsu a přijímač vybavený citlivými detektory k měření odraženého světla. Princip fungování spočívá v zaznamenání času mezi vyslanými a odraženými impulsy a následném využití rychlosti světla k výpočtu vzdálenosti k cíli. (Earth Data, 2021)

### **Radar**

Radar, jako aktivní senzor pro rádiovou detekci a dálkové snímání, disponuje vlastním zdrojem elektromagnetické energie. Během svého provozu letecký nebo kosmický aktivní radarový snímač vysílá mikrovlnné záření pomocí antény ve formě sérií pulzů. Když tyto pulzy dosáhnou cíle, část záření se odrazí zpět k senzoru. Zaznamenává, měří a časuje toto zpětně odražené mikrovlnné záření. Čas, který potřebuje energie k dosažení cíle a návratu zpět k senzoru, určuje vzdálenost nebo dosah k cíli. Sběrem informací o vzdálenosti a velikosti odražené energie od všech cílů, které radar mívá, lze vytvořit dvojrozměrný obraz povrchu. Metoda radaru se syntetickou aperturou (SAR) představuje pokročilou radarovou techniku. (Earth Data, 2021)

### **Dálkoměr**

Dálkoměr je zařízení, které slouží k měření vzdálenosti mezi ním a cílovým objektem. Metody jako radar a výškoměry pracují na principu měření času, který trvá, než se vyslaný signál (buď mikrovlny nebo světlo) odrazí od cíle a vrátí se zpět k dálkoměru. Další technika využívá identické mikrovlnné přístroje na obou koncích. Signály jsou vysílány z každého přístroje na druhý, a vzdálenost mezi nimi je určena pomocí rozdílu fáze přijatého signálu a fáze vyslaného (referenčního) signálu. Tyto metody jsou příklady aktivních technik, které umožňují zobrazit cíl z obou konců základní linie o známé délce. Změna zdánlivého směru pohledu (paralaxa) je pak spojena s absolutní vzdáleností mezi dálkoměrem a cílem. (Earth Data, 2021)

### **Rozptyloměr**

Rozptyloměr je vysokofrekvenční mikrovlnný radar, je navržen speciálně k měření zpětného rozptylu záření. Při použití nad povrchem oceánů lze tento radar v mikrovlnném spektrálním oboru využít k získání map rychlosti a směru větru na hladině moře. (Active Sensors, 2021)

### **Sounder**

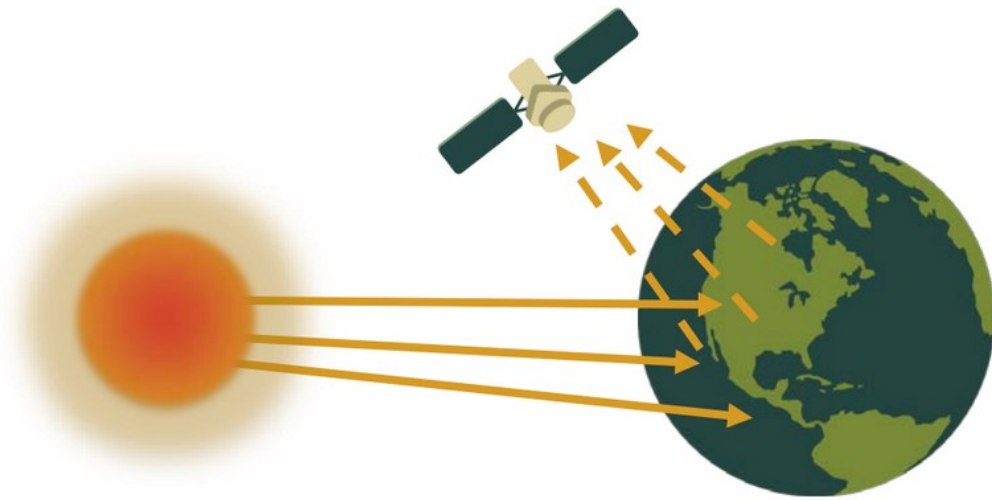
Sounder je zařízení, které analyzuje vertikální rozložení srážek a dalších atmosférických parametrů, jako je teplota, vlhkost a složení oblačnosti. (Active Sensors, 2021)

## **3.5 Pasivní senzory**

Pasivní senzor je zařízení pracující na základě mikrovlnné technologie, navržené k zachycování a kvantifikaci přirozených emisí vyzařovaných ze zemského povrchu a atmosféry. Informace získané pasivními senzory závisí na složení povrchu, fyzikální teplotě, hrubosti povrchu a dalších fyzikálních charakteristikách Země. Tyto senzory pracují v přesně stanovených frekvenčních pásmech, které jsou definovány pevnými fyzikálními vlastnostmi měřených látek, jako jsou molekulární rezonance. Tato frekvenční pásma zůstávají konstantní, a proto nelze informace získané pomocí pasivních senzorů duplikovat v jiných frekvenčních pásmech. (Manning, 2012)

Pasivní senzory vycházejí z konceptu radioastronomických přístrojů, které jsou schopny zachytávat emise s extrémně nízkým výkonem. Tyto senzory jsou mimořádně citlivé na celkové záření z různých zdrojů na Zemi, jak v oblasti frekvencí určených pro měření, tak i mimo ni. Vesmírné pasivní senzory umožňují získávat globální pohled na Zemi a její atmosféru nezávisle na počasí, během dne i noci. Pracují ve frekvenčních pásmech přidělených pro družicové služby pro zkoumání Země či pro kosmický výzkum, což jim umožňuje efektivně mapovat a studovat planetu. (Manning, 2012)

## Pasivní senzory



Obrázek 7 – Pasivní senzor. (Earth Data, 2021)

### Akcelerometr

Akcelerometr je zařízení, které detekuje zrychlení, tedy změnu rychlosti v průběhu času. Existují dva hlavní typy akcelerometrů. Jeden měří translační zrychlení, což jsou změny lineárních pohybů v jednom nebo více rozměrech. Druhý typ je schopen měřit úhlové zrychlení, tedy změny rychlosti otáčení za jednotku času. (Earth Data, 2021)

### Hyperspektrální radiometr

Hyperspektrální radiometr představuje pokročilý multispektrální senzor, který dokáže zachytit stovky velmi úzkých spektrálních pásem napříč celým viditelným, blízkým infračerveným a středním infračerveným spektrem elektromagnetického pole. Díky vysokému spektrálnímu rozlišení tohoto senzoru je možné detailně rozlišit různé objekty na základě jejich spektrální odezvy v každém z těchto úzkých pásem. (Earth Data, 2021)

### Zobrazovací radiometr

Zobrazovací radiometr je zařízení, které umožňuje skenování a poskytuje dvourozměrné pole pixelů, které lze použít k vytvoření obrazu. Skenování může být provedeno buď mechanicky nebo elektronicky pomocí soustavy detektorů. (Earth Data, 2021)

### **Radiometr**

Radiometr je zařízení, které provádí kvantitativní měření intenzity elektromagnetického záření v určitých oblastech spektra. Běžně se radiometry označují podle části elektromagnetického spektra, kterou pokrývají, například viditelné, infračervené nebo mikrovlnné spektrum. (Earth Data, 2021)

### **Spektrometr**

Spektrometr je zařízení, které slouží k detekci, měření a analýze spektrálního obsahu elektromagnetického záření. Typické spektrometry využívají mřížky nebo hranoly k rozptýlení záření s cílem dosáhnout spektrálního rozlišení. (Earth Data, 2021)

### **Spektroradiometr**

Spektroradiometr je radiometr, který detekuje intenzitu záření ve více pásmech vlnových délek, což znamená, že pracuje v multispektrálním režimu. Často se zaměřuje na pásma s vysokým spektrálním rozlišením, která jsou určena pro dálkové snímání specifických geofyzikálních parametrů. (Earth Data, 2021)

## **3.6 Techniky dálkového průzkumu Země pro řízení lesních požárů**

Lesní požáry jsou přirozenou součástí středomořských ekosystémů odpradáвна a představují značný ekologický a sociálně-ekonomický problém. V posledních desetiletích dochází k rostoucí tendenci jak v počtu, tak i průměrné velikosti těchto požárů, což má za následek značné hospodářské a ekologické škody a často i lidské ztráty. Zvýšená aktivita požárů v posledních 30 letech zásadně ovlivnila rozpočty a operační priority lesních správ, civilních ochranných agentur, hasičských sborů a místních subjektů, které mají na starosti řízení požárů v přírodě. (Quattrochi et al., 2017)

V posledních desetiletích došlo především v důsledku socioekonomických změn k výrazným změnám v požárním režimu, které dramaticky zvýšily katastrofický dopad požárů. Navzdory nedávným pokrokům v taktice a prostředcích hašení požárů a zvýšenému množství zdrojů vyčleněných na likvidaci požárů se účinnost přijaté strategie v posledních čtyřech desetiletích snižovala, přičemž se zvyšoval počet požárů i spálená plocha. (Quattrochi et al., 2017)

V této souvislosti je vytvoření vhodných strategií pro potlačování přírodních požárů náročný úkol. Je nezbytné pečlivě přehodnotit stávající přístupy k řízení požárů s cílem minimalizovat jejich ničivé dopady na ekosystémovou integritu, společnost a ekonomickou

činnost v budoucnosti. Rozvoj efektivnějších strategií řízení požárů v přírodě je skutečně nezbytný a vyžaduje dostupnost přesných a prostorově specifických dat, která podpoří rozhodování na základě faktů. (Quattrochi et al., 2017)

Technologie pozorování Země (EO) představuje důležitý zdroj důkazů díky systematickému a standardizovanému zpracování družicových snímků. V rámci projektu BEYOND (Building a Centre of Excellence for EO-Based Monitoring of Natural Disasters) využívá Národní observatoř v Aténách (NOA) rozsáhlé množství EO snímků s různým spektrálním a prostorovým rozlišením ke vytvoření tematických produktů, které pokrývají široké spektrum aplikací pro řízení požárů v přírodě. Tyto produkty odpovídají potřebám krizového řízení před, během a po požárech a jsou v souladu s normami programu Copernicus (GMES) pro reakci na mimořádné události a podporu v krizových situacích. NOA vyvinula široké portfolio produktů, které zahrnuje včasné detekce požárů, monitorování průběhu požárů a rychlé mapování jejich rozsahu, stejně jako týdenní, sezónní a dlouhodobé mapování postpožárních jizev a hodnocení škod na zemědělské půdě a krajinném pokryvu v postižených oblastech. (Quattrochi et al., 2017)

### **3.7 Monitorování požárů v reálném čase**

Během léta 2013 byly shromážděny údaje o aktivních požárech s cílem ověřit proces detekce požárů. Byly zohledněny následující atributy dat: lokace požárů (na úrovni obcí), čas vzniku požáru (první poplach), čas prvního zásahu hasičského sboru, typ spálené oblasti (lesní a nelesní) a rozloha spálené plochy v hektarech podle typu půdy. Tyto informace byly získány ze zpráv poskytovaných řeckým hasičským sborem na denní bázi. Údaje o rozloze spálené plochy a typu půdy byly poskytnuty konkrétní odhady hasičů, které byly zaznamenány během hasičských operací nebo po nich. (Quattrochi et al., 2017)

## 4 ÚVOD DO TECHNOLOGIÍ ESRI

### Mapování

Interaktivní mapy jsou vytvářeny pomocí dynamického mapovacího softwaru ESRI pro vizualizaci a zkoumání dat. Analytické nástroje a různé styly map slouží k odhalení a zpřesnění informací obsažených v datech. Využití bohaté knihovny dat ESRI umožňuje obohatit mapy a personalizovat je pomocí vlastních symbolů a podkladových map. Tyto mapy jsou pak sdíleny s cílem předat příběh dat a podnítit pozitivní změny. (Earth Data, 2024)

Data jsou přenášena do mapy, kde se poprvé odkrývají prostorové vztahy. Mapovací software ESRI podporuje širokou škálu typů souborů, včetně tabulek, KML, GeoJSON a běžných geoprostorových formátů. Hosting dat je kompletně zajištěn společností ESRI, ale umožňuje možnost hostovat data na vlastní infrastruktuře. Geokódování je využíváno k transformaci adres na body na mapě a k nastavení multimodálních tras. Mapy jsou vytvářeny tak, aby dynamicky zobrazovaly data ihned po jejich aktualizaci, a zvyšovaly tak kvalitu rozhodnutí odkazováním na nejaktuálnější data. (Earth Data, 2024)

Interaktivní webové mapy umožňují průzkum a aktualizaci dat. Přiblížením mapy se otevrou další možnosti a poznání. Kliknutím na mapu je možno odhalit specifická data pro danou lokalitu, graficky nebo v infografikách. Filtrováním dat a úpravou symboliky je možno získat nové perspektivy a odhalení vzorců. Mapy mohou být používány i bez připojení k síti nebo k mobilní síti. Je umožněno stahování map, čímž lze k nim přistupovat například na mobilním telefonu či tabletu. Po opětovném připojení se automaticky synchronizují všechna data, která byla přidána. (Earth Data, 2024)

### Práce v terénu

Lokalizace posiluje koordinaci a efektivitu operací v terénu. Využitím terénních aplikací lze snížit či dokonce nahradit používání papíru. Zvyšuje přesnost sběru dat o polních prostředcích prostřednictvím specializovaných aplikací. Síla místa je využívána k porozumění potřebné práce a efektivní koordinaci a nasazení zdrojů. Stávající referenční data jsou základem, na kterém je založeno plánování terénních aktivit. (ARCDATA PRAHA, 2024)

Bez papírových dokumentů je umožněno provádět přesný sběr polohových dat a revizi objektů a zařízení pomocí GIS. Terénní aplikace jsou navrženy tak, aby vyhovovaly potřebám mobilních pracovníků na všech technických úrovních, a data získaná tímto způsobem jsou ihned ukládána do systému, což usnadňuje jejich správu a rychlé využití. (ARCDATA PRAHA, 2024)

Kvalifikovaná rozhodnutí jsou podporována srozumitelnými přehledy a mapami. Ty umožňují snadnou distribuci informací získaných v terénu, stejně jako živých dat z průběžných měření či sledování polohy. Tato data pak umožňují soustředit se na aktivity, které mají nejvyšší prioritu. Mapy a interaktivní přehledy jsou užitečným informačním prostředkem. (ARCDATA PRAHA, 2024)

### **Rastrová data, snímky z družic a dronů**

Díky své aktuálnosti a schopnosti zachytit detaily území jsou družicové a letecké snímky rozšířeným a oblíbeným zdrojem dat pro GIS. Využitím zpracování snímků v GIS lze z každého pixelu získat více informací a přetvořit statické snímky na dynamickou digitální reprezentaci zkoumaného území. (ARCDATA PRAHA, 2024)

Schopnost snímků zachytit situaci na rozsáhlém území v jediném okamžiku je často neocenitelná. Tyto snímky poskytují cenné informace pro mnoho odvětví. Mohou být klíčovým prvkem při mapování a zvládání přírodních katastrof, jako jsou požáry, povodně a znečištění. Rovněž se uplatňují v ochraně životního prostředí pro sledování stavu lesů a vegetace. V oblasti zemědělství a lesnictví pomáhají při mapování zemědělských ploch, identifikaci druhů plodin a plánování těžby dřeva. Tyto snímky mají široké využití i v dalších odvětvích, jako je geologické mapování a mnoho dalších. (ARCDATA PRAHA, 2024)



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

V rámci praktické části bakalářské práce bylo cílem zjistit současný stav využívání GIS u HZS v České republice. S touto problematikou nejvíce pomohlo dotazníkové šetření. Na každé krajské pracoviště HZS byl zaslán dotazník specialistům na GIS v elektronické podobě. Dotazník obsahuje celkem patnáct otázek, rozdělených do čtyř skupin. První skupina obsahovala všechny kraje v České republice, aby bylo přehlednější, z jakého kraje byly odpovědi zaslány. Dále byla první část zaměřena na desktopové aplikace. V rámci této části byly položeny otázky, kolik desktopových programů na GIS využívají a zjištění počtu GIS programů, které využívají a o jaké programy se jedná. Druhá skupina se týkala využívání programů dostupných přes webový prohlížeč. Bylo zjišťováno, jaké webové programy využívají, jejich počet, zda jsou přístupné i veřejnosti nebo pouze pro jejich potřeby a pokud se jedná o veřejné, které to jsou. Třetí skupina byla zaměřena na samotné využívání GIS na jejich pracovišti. Otázky se týkaly počtu zaměstnanců, kteří s GIS pracují, od kterého roku GIS využívají a zda provádějí analýzy dat a jak s nimi dále pracují. Poslední čtvrtá skupina otázek v dotazníku byla směřována k požáru Národního parku České Švýcarsko, kde byly položeny čtyři otázky. Nejprve, zda zasahovali u samotného požáru jako odborníci na GIS. Druhá otázka byla zaměřena na samotné programy využité při tomto požáru. Třetí otázka zjišťovala, jaké nedostatky programům chyběly, jako například licence. Poslední otázka byla zaměřená na návrh GIS odborníků, co by navrhli v případě další takovéto události.

### 5.1 Dotazník

Skupina č. 1. 1. V jakém kraji se nachází Vaše pracoviště?

2. Kolik desktopových programů momentálně využíváte?

3. O které konkrétní programy se jedná?

Skupina č. 2. 1. Využíváte programy dostupné přes webový prohlížeč?

2. Pokud ano, napište počet.

3. Jsou přístupné veřejnosti, nebo jsou určeny pouze pro vaše potřeby?

4. O jaké veřejně dostupné programy se jedná?

- Skupina č. 3.
1. Kdy začala vaše pracoviště Hasičského záchranného sboru využívat GIS?
  2. Kolik zaměstnanců u Vás pracuje s GIS?
  3. Provádíte analýzu dat?
  4. Jaké jsou výsledky těchto analýz a jak s nimi dále pracujete?

- Skupina č. 4.
1. Zasahoval Váš Hasičský záchranný sbor u požáru v Hřensku v roce 2022?
  2. Co bylo za aplikace využito v GISu v případě tohoto požáru?
  3. Co aplikacím chybělo? Např. licence, software, ...
  4. Co byste navrhli, v případě další takové události?

## 5.2 Výsledky dotazníkového šetření

Výsledky dotazníkového šetření byly zpracovány celkem z jedenácti navrácených dotazníků, jelikož některé kraje dotazník nevyplnily.

### **Otázka číslo 1.2 - Kolik desktopových programů momentálně využíváte?**

Odpovědi na tuto otázku byly různorodé. Některé kraje využívají méně programů, jiné kraje jich využívají spoustu. Například Moravskoslezský kraj využívá dva programy, zatímco Plzeňský kraj uvedl v odpovědi, že využívají deset programů. V Průměru po zaokrouhlení je výsledné číslo využívaných programů čtyři.

### **Otázka číslo 1.3 – O které konkrétní programy se jedná**

V této otázce byly odpovědi víceméně stejné. Nejvíce odpovědí bylo na program ArcGIS Pro. Tento program dle odpovědí využívá devět krajů. Mimo ArcGIS Pro, byly několikrát zmíněné i programy QGIS, IZS Admin či Terinos Admin.

### **Otázka číslo 2.1 – Využíváte programy dostupné přes webový prohlížeč?**

Na tuto otázku odpověděly všechny kraje jednoznačně, a to odpovědí ano. Ve všech jedenácti krajích tedy využívají programy dostupné přes webový prohlížeč.

### **Otázka číslo 2.2 – Pokud ano, napište počet**

Tyto odpovědi nebyly tak rozdílné, jako předešlá otázka na počet. Rozmezí čísel se pohybovalo od 1 do 3. Větší půlka odpovědí byla 1, ale jsou i kraje, kde odpověď byla právě 3. Výsledné číslo v průměru po zaokrouhlení na jedno desetinné číslo je 1,6.

**Otázka 2.3 - Jsou přístupné veřejnosti, nebo jsou určeny pouze pro vaše potřeby?**

Otázka měla za úkol zjistit, zda si může některý program spustit i běžný uživatel a seznámit se s ním. Sedm odpovědí bylo, že jsou dostupné veřejnosti ale i pro potřeby HZS. Některé programy jsou dostupné omezeně, některé plně.

**Otázka číslo 2.4 – O jaké veřejně dostupné programy se jedná?**

Zde převažovala odpověď na program Terinos. Tento program funguje v běžném webovém prohlížeči ve stylu moderních webových aplikací, jehož hlavní plochu vyplňuje mapa. Terinos využívá dle dostupných odpovědí 5 krajů. Ostatní kraje uvedly například Mapy.cz či Google Maps.

**Otázka číslo 3.1 - Kdy začala vaše pracoviště Hasičského záchranného sboru využívat GIS?**

Hasičské záchranné sbory začaly využívat GIS v různých letech. Některá začala využívat tuto technologii již v roce 2002, jiná v letech 2003, 2004 nebo 2006. Některá pracoviště už tuto technologii využívala i před rokem 2002, zatímco jiná začala až po roce 2009. Několik odpovědí není přesně určeno.

**Otázka číslo 3.2 - Kolik zaměstnanců u Vás pracuje s GIS?**

Tato otázka byla bohužel špatně definovaná, takže ji každý odborník na GIS pochopil jinak. V rámci pracovišť pracuje s GIS různý počet zaměstnanců. Počty se pohybují od jednotlivce, přes 2, 4, 7 nebo 9 osob až po větší skupiny o velikosti 50, 60, 70, nebo dokonce až 80 členů. Několik odpovědí není konkrétně určeno a uvádí pouze obecný termín "mnoho".

**Otázka číslo 3.3 – Provádíte analýzu dat?**

Odpověď na tuto otázku je jednoznačná. Všechna Krajská pracoviště GIS provádí analýzy dat.

**Otázka číslo 3.4 - Jaké jsou výsledky těchto analýz a jak s nimi dále pracujete?**

Prostorové analýzy a výpočet dojezdových časů jsou prováděny s cílem tvorby plánovacích dokumentací a optimalizace zásahů. Výsledky těchto analýz jsou také klíčovým prvkem při tvorbě krizových a havarijních plánů, které jsou následně publikovány pro veřejnost a využívány pro operační řízení.

Další analýzy jsou zaměřeny na počty obyvatel v postižených oblastech pro účely krizového řízení a na analýzu dojezdnosti pro pokrytí silniční sítě jednotkami požární ochrany.

Síťové analýzy jsou důležité pro počítání dojezdů a tvorbu poplachových plánů, rozhodování o vhodných lokalitách pro nové stanice a rozmístění technického vybavení. Dále jsou splněny zákonem stanovené povinnosti analýzy rizik na žádost fyzických nebo právnických osob. Zpracovány jsou ohrožené zóny objektů, zasažené objekty a vytvořeny jsou mapové přílohy. Části obcí jsou klasifikovány podle stupně nebezpečí pro tvorbu poplachových plánů. Provedeny jsou také analýzy dat při požárech v NP České Švýcarsko.

Jsou využívány webové aplikace, tištěné mapy a podklady pro prezentace a při krizovém řízení jsou analyzovány široké škála faktorů včetně počtu obyvatel, zasažených území, chovu prasat a dalších. Kontrola a validace dat jsou prováděny pravidelně a jsou zpracovány překryvné analýzy, například počítání počtu obyvatel v zaplavených oblastech nebo síťové analýzy pro určení dojezdových časů jednotek.

#### **Otázka číslo 4.1 - Zasahoval Váš Hasičský záchranný sbor u požáru v Hřensku v roce 2022?**

Tyto otázky byly především směřovány na Ústecký kraj, Karlovarský kraj a Liberecký kraj, které zasahovaly přednostně. Tyto kraje zasahovaly i v rámci GIS, jiné GIS nevyužily.

#### **Otázka číslo 4.2 - Co bylo za aplikace využito v GISu v případě tohoto požáru?**

V případě tohoto požáru bylo v GISu využito několik aplikací. Konkrétně byly použity aplikace ArcGIS Pro, ArcMap, TerinosAdmin, IZS Operator a Mapy.cz. Tyto aplikace umožnily účinné zpracování dat a koordinaci akcí v rámci záchranných operací.

#### **Otázka číslo 4.3 - Co aplikacím chybělo? Např. licence, software, ...**

Pokud jde o nedostatky aplikací, některé informace nebyly k dispozici, protože nebyl přítomen na místě události. Bylo také zaznamenáno, že inženýři zřejmě nebyli schopni poskytnout dostatečné zdroje nebo licence pro některé aplikace, což mohlo ovlivnit účinnost jejich využití v terénu.

Za situace, kdy se aplikace nechovají podle očekávání, byly problémy řešeny operativně. Například hromadný přenos GPS souřadnic ohnisek z dronů do GIS aplikací a vlastních projektů byl řešen bezprostředním operativním přístupem. Přestože některé nedostatky byly identifikovány, aplikace ArcGIS Pro plnila svůj účel a byla úspěšně využívána v rámci záchranných operací.

**Otázka číslo 4.4 - Co byste navrhli, v případě další takové události?**

Za prvé, je zapotřebí zvýšení počtu specialistů na informatiku a analýzy, kteří by mohli podporovat naše zásahy v případě krizových situací. Důležité je, aby tito odborníci byli vybaveni dostatečnými znalostmi GIS technologií a měli schopnost efektivně analyzovat data, což by umožnilo lepší porozumění situaci a rozhodování na základě informací získaných z terénu. Dále je nutné si uvědomit, že při zásahu je nezbytný nejen GIS, ale i další podpůrný software pro koordinaci a řízení operací. Tento software musí být navržen tak, aby efektivně spolupracoval s GIS aplikacemi a umožňoval přesné a rychlé rozhodování.

Co se týče technických aspektů, navrhujeme zřízení společného krizového počítačového systému, který by byl k dispozici vždy při střídání techniků GIS. Tento systém by měl obsahovat společnou geodatabázi, která by uchovávala všechna data ze zásahu, a měl by být propojen s ArcGIS serverem pro snadnou publikaci dat. Cloudové úložiště by umožnilo snadný export a sdílení dat s dalšími stranami, což je klíčové pro koordinaci akcí a spolupráci s ostatními týmy. Rozhodně by měl být zvážěn provoz ve dvousměnném režimu, aby byla minimalizována únava techniků a zajištěna kontinuální dostupnost odborníků v klíčových okamžicích.

Kromě analýzy stávajícího stavu a navrhování strategií pro optimalizaci využití geografických informačních systémů (GIS) u Hasičského záchranného sboru České republiky (HZS ČR) je důležité zvážit i další možnosti, které by mohly přinést zlepšení v praxi. Jednou z těchto možností je nasazení tenkého webového klienta s možností offline provozu.

Takové řešení by umožnilo pracovat s GIS i v situacích, kdy není k dispozici dostatečně spolehlivé internetové připojení. To je zásadní zejména v prostředích, kde se často setkáváme s omezeným přístupem k internetu, jako jsou odlehlé oblasti, nebo při zásazích v terénu mimo dosah síťového pokrytí. Možnost offline provozu by tak zajišťovala kontinuální a plynulý průběh našich operací i za obtížných podmínek, což je klíčové pro efektivní a bezpečné plnění úkolů a poskytování záchranných služeb. Implementace tenkého webového klienta s funkcí offline provozu by tak představovala další krok k optimalizaci využití GIS u HZS ČR a posílení jeho schopnosti reagovat na různé situace a podmínky v terénu. Tím by se zvýšila celková efektivita a spolehlivost práce záchranných složek a přispělo by to k posílení ochrany životů a majetku občanů.

## 6 SWOT ANALÝZA

SWOT analýza je vhodná pro zhodnocení silných stránek, slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Tato analýza pomáhá identifikovat klíčové faktory, které mohou ovlivnit úspěch a rozvoj daného subjektu. SWOT analýza může být velmi užitečným nástrojem pro hodnocení využívání GIS.

### **Analýza interního prostředí**

Silné stránky – Síly jsou pozitivní interní charakteristiky nebo aktiva, která mohou přinést konkurenční výhodu nebo přínos organizaci. Mohou zahrnovat silnou značku, kvalifikovaný personál, efektivní procesy, nebo technologickou převahu.

Slabé stránky – Slabosti jsou negativní interní charakteristiky nebo omezení, která mohou bránit úspěchu organizace. Slabosti mohou zahrnovat nedostatečné zdroje, nedostatek odborných znalostí, neefektivní procesy nebo neadekvátní technologickou infrastrukturu.

### **Analýza externího prostředí**

Příležitosti – Příležitosti jsou vnější faktory nebo situace, které mohou přinést organizaci výhodu nebo nové možnosti. Mohou zahrnovat změny na trhu, nové technologie, změny ve spotřebitelském chování nebo rozšíření do nových trhů.

Hrozby – Hrozby jsou vnější faktory nebo situace, které mohou představovat rizika nebo ohrožovat úspěch organizace. Hrozby mohou zahrnovat konkurenční tlak, změny v legislativě, ekonomické nestability nebo rizika spojená s technologickým vývojem.

### **Ohodnocení jednotlivých parametrů**

Po určení všech těchto parametrů, je důležité přiřadit body. Body se nejčastěji přiřazují od 0 do 5 nebo od 0 do 10. Po přiřazení bodů následuje určení váhy, kdy konečná hodnota po sečtení vah v dané skupině musí vyjít 1. Jako poslední se vynásobí body a váhy a konečné číslo je výsledek.

### **Tvorba grafu**

Prvním krokem je vytvoření grafu. Graf obsahuje dvě osy, jednu pro faktory interní a druhou pro faktory externí. Po sestavení grafu vzniknou čtyři kvadranty.

### 6.1.1 Strategie řízení

**Ofenzivní strategie** představuje optimální strategickou alternativu. Je to volba, kterou může zvolit podnik, jehož silné stránky převyšují slabiny a příležitosti převyšují nad hrozbami. Díky své síle má schopnost využít všechny příležitosti, které se nabízejí.

**Defenzivní strategie** představuje plánování silného podniku, který se ocitá v nepříznivém prostředí. Tato strategie využívá silné pozice k blokování nebezpečí, zastrašení konkurence nebo případnému úniku do bezpečnějšího prostředí.

**Strategie spojenectví** si volí podnik, ve kterém převažují slabosti nad silami, nachází se však v atraktivním prostředí. Aby podnik využil otvírající se příležitosti, pro kterých zvládnutí nemá dostatek vnitřních schopností, snaží se postupně posilňovat svou pozici a odstranit nedostatky.

**Strategie úniku** je vhodná pro podnik, který je slabý a navyšuje se nachází v neatraktivním prostředí. Takový podnik musí uvažovat v lepším případě o odchode z daného podnikání a pokusit se etablovat v příznivějším prostředí, kde by jeho slabosti neboli tak výrazné, anebo v horším případě bude své podnikatelské aktivity redukovat a likvidovat.

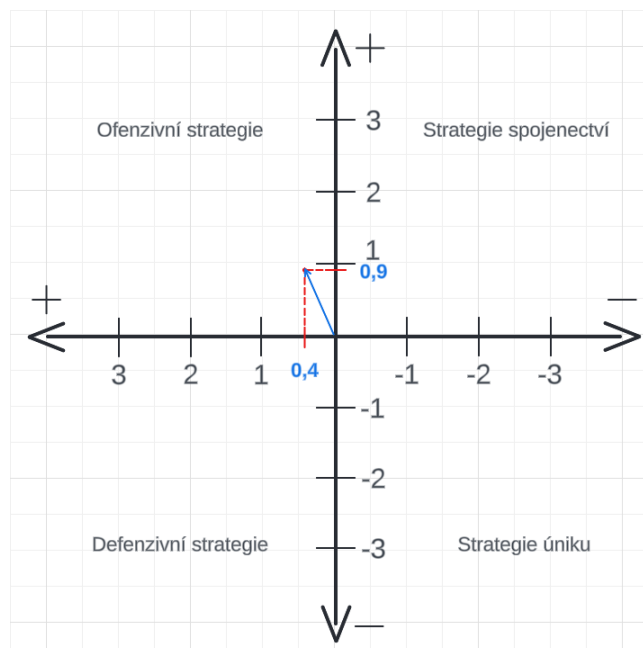
## 6.2 SWOT analýza využitelnosti GIS

Následná SWOT analýza se zaměřuje na využitelnost GIS, kdy rozebírá všechny kritéria důležitá pro vytvoření této analýzy. Poté byly přiřazeny body a vypočítány celkové výsledky. Z konečných výsledků byl vytvořen graf, který jednoznačně ukazuje, do jaké strategie se řadí využívání GIS. V této SWOT analýze byly ke každé skupině přiřazeny 4 parametry. Maximální počet bodů byl stanoven od 0 do 5, součet vah je roven 1.



Tabulka 1 – SWOT Analýza

	Body	Váha	Výsledky
Rozsáhlá kapacita pro zpracování a analýzu geografických dat	4	0,2	0,8
Vysoká schopnost provádět složité prostorové analýzy a modelování.	5	0,4	2
Integrovaná podpora pro různé datové formáty a technologie	3	0,2	0,6
Silná podpora od vývojářské komunity a pravidelné aktualizace.	3	0,2	0,6
			<b>4</b>
<b>Slabé stránky</b>			
Omezené znalosti uživatelů v organizaci o možnostech GIS	-4	0,3	1,2
Finanční náročnost při implementaci a udržování systému	-4	0,3	1,2
Závislost na školení a podpoře pro efektivní využívání potenciálu	-3	0,2	0,6
Nutnost pravidelných aktualizací a správy dat	-3	0,2	0,6
			<b>3,6</b>
<b>Příležitosti</b>			
Rostoucí poptávka po prostorových analýzách v různých odvětvích	4	0,3	1,2
Možnost vytvoření nových aplikací a služeb založených na GIS.	4	0,3	1,2
Globalizace dat a šance na mezinárodní spolupráci	3	0,1	0,3
Zavádění moderních technologií, jako je umělá inteligence, pro posílení GIS	4	0,3	1,2
			<b>3,9</b>
<b>Hrozby</b>			
Kybernetické bezpečnostní hrozby a riziko neoprávněného přístupu k datům	-4	0,4	1,6
Legislativní změny omezující sběr a využívání geografických dat	-3	0,2	0,6
Konkurence na trhu zvyšující tlak na inovace a kvalitu služeb.	-2	0,2	0,4
Rychlý vývoj technologie a nutnost udržet krok s novými trendy.	-2	0,2	0,4
			<b>3</b>



Obrázek 8 – Graf SWOT analýzy. (Zdroj vlastní, 2024)

## 7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU U HZS ČR

HZS ČR využívá GIS jako klíčový nástroj pro plánování, koordinaci a řízení záchranných operací v rámci České republiky. Následuje analýza konkrétních oblastí, kde je využití GIS v HZS ČR patrné.

### 7.1 Plánování a koordinace zásahu

GIS umožňuje hasičskému záchrannému sboru plánovat a koordinovat záchranné akce na základě geografických dat. Analýza terénu a prostoru může být využívána pro efektivní rozmístění zásahových týmů a zdrojů v rámci různých scénářů mimořádných událostí.

#### **Analýza terénu a prostorových vztahů**

GIS poskytuje možnost detailní analýzy terénu, topografie a prostorových vztahů. Hasiči mohou využívat digitální modely terénu a mapy při plánování záchranných operací. Identifikace přírodních a umělých prvků, jako jsou cesty, vodní toky, či zástavba, může být klíčová pro strategické rozmístění zásahových týmů.

#### **Optimalizace cest a přístupových tras**

GIS může být využíván k nalezení optimálních cest a přístupových tras k místům mimořádných událostí. To může zahrnovat analýzu dopravní infrastruktury a plánování efektivních tras pro zásahová vozidla.

#### **Rozmístění zásahových týmů**

Na základě prostorových analýz a modelování rizik může GIS pomoci při rozhodování o optimálním rozmístění zásahových týmů. To může zahrnovat určení strategických stanovišť, výchozích bodů pro evakuaci nebo stanovišť pro monitorování situace.

#### **Integrace systému GPS**

S využitím technologií GPS může HZS ČR v reálném čase monitorovat polohu zásahových týmů a vozidel. Tato informace může být integrována do GIS, což umožňuje lepší koordinaci a řízení operací v terénu.

#### **Modelování šíření nebezpečí**

GIS může posloužit k modelování šíření různých nebezpečí, jako jsou požáry, úniky chemických látek nebo povodně. Tato prediktivní analýza může být klíčová pro předvídaní možných scénářů a přijímání informovaných rozhodnutí.

## **Plánování místní evakuace**

Při mimořádných událostech, kde je evakuace nutná, může GIS pomoci při plánování evakuačních tras a identifikaci bezpečných míst pro obyvatele. To zahrnuje analýzu dopravních kapacit, dostupnosti útočišť a možných rizikových oblastí.

## **7.2 Analýza rizikových oblastí**

Analýza rizikových oblastí prostřednictvím GIS v rámci HZS ČR zahrnuje systematické hodnocení geografických faktorů a podmínek, které mohou přispět k vzniku mimořádných situací.

### **Identifikace rizikových faktorů**

GIS umožňuje HZS ČR identifikovat a mapovat různé rizikové faktory, jako jsou topografie, hydrografie, geologie a klimatické podmínky. Identifikace těchto faktorů je klíčová pro předvídání potenciálních hrozeb a přípravu na ně.

### **Historická data a analýza událostí**

Historická data o mimořádných událostech jsou integrována do GIS, což umožňuje HZS ČR provádět analýzy trendů a vzorů. To poskytuje vhled do historických rizikových oblastí a umožňuje lepší přípravu na budoucí situace.

### **Modelování šíření rizik**

GIS umožňuje modelování potenciálního šíření rizik, jako jsou požáry, povodně nebo chemické úniky. Tato prediktivní analýza je klíčová pro posouzení rozsahu vlivu a přijímání informovaných rozhodnutí.

### **Vyhodnocení zranitelnosti a exponovanosti**

Zranitelnost oblastí a exponovanost obyvatelstva a majetku jsou analyzovány v rámci GIS. To pomáhá identifikovat oblasti s vyšším potenciálem pro škody a umožňuje cíleněji zaměřit preventivní opatření.

### **Rozsah ovlivněných oblastí**

GIS poskytuje HZS ČR nástroje pro mapování rozsahu ovlivněných oblastí v případě mimořádných událostí. To je klíčové pro plánování a provedení záchranných operací, zejména pokud je nutné evakuovat obyvatelstvo.

### **Dynamické aktualizace dat**

GIS umožňuje HZS ČR dynamicky aktualizovat prostorová data, aby byla zohledněna aktuální situace. To poskytuje pružnost a schopnost rychle reagovat na nové rizikové faktory nebo měnící se podmínky.

## **7.3 Evakuační plány a bezpečné trasy**

Proces vytváření evakuačních plánů a analýza bezpečných tras prostřednictvím GIS v HZS ČR je klíčový pro bezpečné a efektivní evakuace obyvatelstva během mimořádných událostí.

### **Identifikace bezpečných zón a tras**

GIS umožňuje HZS ČR identifikovat bezpečné zóny a trasy pro evakuaci obyvatelstva. Analýza terénu a infrastruktury hraje klíčovou roli při rozhodování o bezpečných trasách, které mohou vést obyvatele mimo rizikové oblasti.

### **Zohlednění dopravní infrastruktury**

GIS integruje informace o dopravní infrastruktuře, jako jsou silnice, mosty a tunely. Tímto způsobem HZS ČR může plánovat evakuační trasy tak, aby byly co nejefektivnější a minimalizovaly riziko zácp a překážek.

### **Dynamické mapování evakuačních cest**

GIS umožňuje dynamické mapování evakuačních tras v reálném čase. To znamená, že v případě mimořádné události může HZS ČR rychle aktualizovat a sdílet informace o bezpečných trasách s obyvatelstvem.

### **Analýza kapacity a dostupnosti**

GIS může být použit k analýze kapacity cest a dostupnosti evakuačních tras. Tato analýza zahrnuje i zohlednění přítomnosti a kapacity útočišť, parkovišť nebo dalších bezpečných míst, kam lze obyvatele evakuovat.

### **Vyhodnocení dynamických faktorů**

Dynamické faktory, jako jsou změny v dopravní situaci nebo přítomnost překážek, jsou průběžně monitorovány a aktualizovány v GIS. To umožňuje HZS ČR reagovat na aktuální události a poskytovat aktuální informace obyvatelstvu.

## 8 NÁVRH MODELU

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu a návrh opatření pro zlepšení GIS s ohledem na potřeby uživatelů a požadavky organizace. GIS je klíčovým nástrojem pro zpracování, analýzu a vizualizaci geografických dat, který hraje stěžejní roli v mnoha odvětvích od správy území až po krizové management. Aby byl GIS efektivní a odpovídal potřebám uživatelů, je nezbytné pravidelně provádět analýzu jeho funkcionality a provozních procesů a přijímat opatření pro jeho neustálé zlepšování.

### 8.1 Zlepšení hardwarových a softwarových zdrojů

Jedním z klíčových cílů vylepšení GIS je optimalizace dostupných hardwarových a softwarových zdrojů pro efektivní práci techniků GIS. V rámci tohoto opatření bylo navrženo zavedení společného krizového počítače, který bude umístěn v síti a bude disponovat předinstalovaným softwarem vhodným pro techniky GIS. Tato iniciativa je zaměřena na zefektivnění procesu střídání techniků GIS a minimalizaci času potřebného k přípravě pracovního prostředí pro každého nového uživatele.

**Zjednodušení procesu střídání techniků GIS:** Standardizovaný software na společném PC umožní rychlou a bezproblémovou výměnu techniků při práci na různých úkolech a projektech.

**Minimalizace časové náročnosti přípravy pracovního prostředí:** Díky předinstalovaným softwarům budou technici moci okamžitě přistoupit k práci bez nutnosti instalace a konfigurace potřebných aplikací na každém počítači zvlášť.

**Zajištění konzistence pracovního prostředí:** Standardizované pracovní prostředí na společném PC pomůže zajistit konzistenci nastavení a verzí softwaru, což sníží riziko chyb a kompatibilních problémů mezi jednotlivými pracovními stanovišti.

### 8.2 Implementace propojení geodatabáze na ArcGIS server

Dalším klíčovým krokem v procesu zlepšení GIS je implementace propojení geodatabáze na ArcGIS server. Toto opatření má za cíl vytvořit centralizované úložiště geografických dat, které bude propojeno s ArcGIS serverem pro publikaci a sdílení dat s ostatními uživateli.

### **8.3 Implementace cloudového úložiště pro exporty a sdílení**

Dalším důležitým krokem v procesu zlepšení GIS je implementace cloudového úložiště pro exporty a sdílení dat. Toto opatření umožní uživatelům ukládat exportovaná data a různé přílohy do cloudového prostoru, což usnadní přístup k nim z libovolného místa a umožní snadnější sdílení dat s ostatními stranami.

#### **Výběr vhodného cloudového poskytovatele**

Výběr vhodného poskytovatele cloudových služeb je jedním z hlavních kroků. Ideální poskytovatel je takový, který splňuje požadavky organizace na bezpečnost, dostupnost, výkon a další faktory. Bude provedena analýza dostupných možností a vyhodnocení jejich vhodnosti pro potřeby uživatelů GIS.

#### **Konfigurace a nasazení cloudového úložiště**

Po výběru poskytovatele bude provedena konfigurace a nasazení cloudového úložiště pro exporty a sdílení dat. To zahrnuje nastavení správných oprávnění, vytvoření potřebných adresářů a složek pro organizaci dat a zajištění bezpečného a efektivního přístupu uživatelů.

#### **Integrace s GIS aplikacemi**

Součástí implementace bude také integrace cloudového úložiště s existujícími GIS aplikacemi, aby uživatelé mohli snadno exportovat data přímo do cloudového prostoru a přistupovat k nim prostřednictvím svých pracovních nástrojů. To zahrnuje nastavení synchronizace dat mezi lokálními úložišti a cloudem a zajištění konzistence a aktuality dat.

#### **Zabezpečení dat**

Zásadním hlediskem při implementaci cloudového úložiště bude zabezpečení dat. Bude provedena analýza rizik a implementovány vhodné bezpečnostní opatření, jako jsou šifrování dat, dvoufaktorová autentizace, pravidelné zálohy a další, aby byla zajištěna ochrana citlivých informací uložených v cloudu.

## **8.4 Školení a podpora uživatelů**

Školení a podpora uživatelů je klíčovým prvkem při zavádění nových technologií a systémů, včetně GIS. Toto opatření má za cíl zajistit, aby uživatelé byli řádně seznámeni s novými nástroji a systémy a aby měli dostatečnou podporu pro správné využívání GISu.

### **Identifikace školicích potřeb**

Prvním krokem bude identifikace školicích potřeb uživatelů GIS na základě jejich znalostí, dovedností a potřeb pracovního procesu. Bude provedena analýza současné úrovně znalostí a schopností uživatelů a identifikovány oblasti, ve kterých je potřeba dalšího školení a podpory.

### **Návrh školení a vzdělávacích programů**

Na základě identifikovaných potřeb budou navrženy školení a vzdělávací programy zaměřené na specifické potřeby uživatelů GIS. Tyto programy budou obsahovat jak základní, tak pokročilé kurzy a budou pokrývat širokou škálu témat, včetně práce se softwarem, správy dat, analýzy a vizualizace geografických dat.

### **Realizace školení**

Školení budou realizována formou prezenčních kurzů, online školení, webinářů, praktických cvičení a dalších vzdělávacích metod. Bude se dbát na to, aby školení byla interaktivní, zajímavá a efektivní a aby umožnila uživatelům získat potřebné dovednosti a znalosti pro práci s GISem.

### **Poskytování kontinuální podpory**

Kromě školení bude poskytována kontinuální podpora uživatelů GIS prostřednictvím helpdesku, online diskusních fór, FAQ, uživatelských manuálů a dalších informačních zdrojů. Uživatelé budou mít možnost konzultovat své problémy a dotazy s odborníky a získat potřebnou pomoc a podporu.

## **8.5 Školení na využití nových nástrojů**

Specifickým prvkem školení a podpory uživatelů GIS bude školení využití nových nástrojů a systémů implementovaných v rámci zlepšení GISu. Toto školení bude zaměřeno na seznámení uživatelů s novými funkcemi, možnostmi a postupy pro práci s novými nástroji.

### **Seznámení s novými nástroji**

První fáze školení bude zaměřena na seznámení uživatelů s novými nástroji a systémy implementovanými v rámci zlepšení GISu. Budou představeny nové funkce, možnosti a postupy pro práci s novými aplikacemi a nástroji.

### **Praktické cvičení a simulace**

Školení bude obsahovat praktická cvičení a simulace, které umožní uživatelům procvičit si práci s novými nástroji a systémy v reálných situacích. Budou poskytnuty praktické příklady a scénáře, které pomohou uživatelům lépe porozumět novým procesům a postupům.

### **Sledování výsledků a hodnocení**

Bude prováděno sledování výsledků školení a hodnocení úrovně osvojení nových nástrojů a systémů uživateli. Na základě těchto hodnocení budou identifikovány případné nedostatky a provedeny další kroky pro zlepšení efektivity školení.

## **8.6 Hodnocení efektivity implementovaných opatření**

Hodnocení efektivity implementovaných opatření je klíčovým prvkem v procesu zlepšování GIS a poskytuje zpětnou vazbu o úspěšnosti a přínosu provedených změn. Toto opatření má za cíl analyzovat a vyhodnotit dopad implementovaných opatření na výkonnost, efektivitu a uživatelskou spokojenost s GISem.

### **Sběr dat**

Prvním krokem v procesu hodnocení efektivity bude sběr relevantních dat a informací souvisejících s implementovanými opatřeními. To zahrnuje kvantitativní a kvalitativní data o výkonnosti GISu před a po provedení změn, zpětnou vazbu od uživatelů a další relevantní informace.

### **Analýza výsledků**

Na základě sběru dat bude provedena analýza výsledků a dopadu implementovaných opatření na různé aspekty výkonnosti GISu. Bude se zkoumat změna v efektivitě práce, zvýšení produktivity, snížení chyb, zlepšení uživatelské spokojenosti a další ukazatele výkonnosti.



### **Identifikace úspěchů a nedostatků**

V rámci analýzy budou identifikovány úspěchy a nedostatky implementovaných opatření, stejně jako faktory ovlivňující jejich účinnost. Bude se zkoumat, která opatření přinesla největší přínos a které byly méně úspěšné, a budou identifikovány příčiny jejich úspěchu či neúspěchu.

### **Závěry a doporučení**

Na základě analýzy výsledků budou vyvozeny závěry o účinnosti implementovaných opatření a budou formulována doporučení pro další postup. Budou navrženy kroky pro zlepšení opatření, případně pro další změny v GISu na základě zjištěných nedostatků a potřeb uživatelů.

## **8.7 Hodnocení spokojenosti uživatelů**

Součástí hodnocení efektivity implementovaných opatření bude také hodnocení spokojenosti uživatelů s provedenými změnami a s celkovým fungováním GISu. Toto opatření má za cíl získat zpětnou vazbu od uživatelů o jejich vnímání a hodnocení provedených změn. Níže jsou popsány hlavní body tohoto opatření.

### **Analýza odpovědí**

Po sběru odpovědí bude provedena analýza dat a identifikovány hlavní trendy a vzory ve spokojenosti uživatelů s GISem. Budou zkoumány pozitivní i negativní ohlasy, případné stížnosti a návrhy na zlepšení, aby bylo možné identifikovat klíčové oblasti, ve kterých je potřeba dalšího úsilí.

### **Závěry a doporučení**

Na základě analýzy odpovědí budou vyvozeny závěry o spokojenosti uživatelů s provedenými změnami a s celkovým fungováním GISu. Budou formulována doporučení pro další zlepšení GISu na základě zjištěných potřeb a přání uživatelů.

## ZÁVĚR

V teoretické části práce byl proveden důkladný úvod do problematiky Hasičského záchranného sboru ČR. Součástí tohoto úvodu bylo i přiblížení základních principů geografických informačních systémů (GIS), jejichž využití je stále důležitější v moderním záchranném systému.

Dále byla představena problematika dálkového průzkumu země a technologií ESRI, což rozšířilo obzory v oblasti technologií, které mohou být využity v rámci Hasičského záchranného sboru.

V praktické části práce bylo provedeno důkladné dotazníkové šetření, jehož výsledky poskytly přehled o aktuálním stavu využití GIS u Hasičského záchranného sboru ČR. Poté byla provedena SWOT analýza, která identifikovala silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby v souvislosti s využitím GIS. Dále byla provedena analýza současného stavu využití GIS u Hasičského záchranného sboru.

Závěry práce potvrzují, že geografické informační systémy představují klíčový nástroj pro optimalizaci činností Hasičského záchranného sboru ČR. Jejich využití umožňuje lepší monitorování a řízení záchranných operací, zvyšování efektivity hašení požárů a zlepšování navigace v terénu. Doporučený model využití GIS přináší perspektivní možnosti dalšího rozvoje a zdokonalení pracovních postupů, což má potenciál vést ke zvýšení bezpečnosti a ochrany občanů České republiky v situacích mimořádných událostí.

Výsledky práce ukazují, že návrh modelu a navrhované změny a opatření míří směrem zlepšit využívání geografických informačních systémů. Zjištění stavu používání zmíněných systémů v ČR by mohlo vést k efektivnějšímu využívání těchto systémů v ČR. Závěrem lze konstatovat, že cíle v práci byly splněny.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARCDATA PRAHA, 2024. Online. Práce v terénu. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/cs-cz/produkty/funkce/pouziti-v-terenu>. [cit. 2024-05-01].

ARCDATA PRAHA, 2024. Online. Zdroje rastrových dat. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/cs-cz/produkty/funkce/pouziti-v-terenu>. [cit. 2024-05-01].

BÍLEK, Ondřej, 2013. *Geografické informační systémy*. Diplomová práce, vedoucí Ing. STANISLAV UCHYTIL, Ph. D. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.

CAMPBELL, James B., Randolph H. WYNNE a Valerie THOMAS, 2023. *Introduction to Remote Sensing*. Sixth edition. New York: The Guilford Press. ISBN 9781462549405.

ČESKO, 2015. Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru). In: [Zákony pro lidi.cz](http://www.zakonyprolidi.cz) [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 30. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>

*Earth Data*, 2021. Online. Active Sensors. Dostupné z: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/active-sensors>. [cit. 2024-04-30].

*Earth Data*, 2021. Online. Passive Sensors. Dostupné z: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/passive-sensors>. [cit. 2024-04-30].

*Earth Data*, 2024. Online. Mapping. Dostupné z: <https://www.esri.com/en-us/capabilities/mapping/overview>. [cit. 2024-05-01].

*Earth Data*, 2019. Online. What is Remote Sensing? Dostupné z: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/remote-sensing>. [cit. 2024-04-30].

ESRI, 2024. Online. History of GIS. Dostupné z: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis>. [cit. 2024-05-01].

ESRI, 2024. Online. What is GIS? Dostupné z: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>. [cit. 2024-04-22].

GELETIČ, Jan, 2013. *Úvod do ArcGIS 10*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3390-5.

GISOutlook, 2022. Online. What are the Functions and Uses of GIS. Dostupné z: <https://gisoutlook.com/2020/05/what-are-the-functions-and-uses-of-gis.html>. [cit. 2024-04-30].

HZS ČR, 2024. Online. Hasičský záchranný sbor České republiky. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/uvod-hasiesky-zachranny-sbor-cr-zakladni-poslani.aspx>. [cit. 2024-04-30].

LAVENDER, Samantha a LAVENDER, Andrew, 2023. *Practical Handbook of Remote Sensing*. Second Edition. CRC Press. ISBN 978-1-032-21433-7.

MANNING, Catherine G., 2012. *Passive and Active Sensors*. Online. Nasa. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/general/what-are-passive-and-active-sensors/>. [cit. 2024-04-30].

OPENTEXTBOOK.SITE, 2019. Online. Chapter 1: What Is an Information System? Dostupné z: <https://opentextbook.site/informationssystem2019/chapter/chapter-1-what-is-an-information-system-information-systems-introduction/>. [cit. 2024-04-30].

*Svět energie*, 2020. Online. Záření. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/obnovitelne-zdroje-energie-pro-deti/sluncni-energie-pro-deti/o-slunci-a-zareni/zareni>. [cit. 2024-05-01].

QUATTROCHI, Dale A.; WENTZ, Elizabeth; LAM, Nina Siu-Ngan a EMERSON, Charles W., 2017. *Integrating Scale in Remote Sensing and GIS*. CRC Press. ISBN 9780367868994.

WIECZOREK, William F. a DELMERICO, Alan M., 2010. *Geographic information systems*. Online. WIREs Computational Statistics. Roč. 2, č. 5, s. 167–186. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wics.21>. [cit. 2024-04-30].

WÓJTOWICZ, Marek; WÓJTOWICZ, Andrzej a PIEKARCZYK, Jan, 2016. *Application Of Remote Sensing Methods In Agriculture*. Online. COMMUNICATIONS IN BIOMETRY AND CROP SCIENCE. Roč. 11, č. 1, s. 31-50. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Application-Of-Remote-Sensing-Methods-In-W%C3%B3jtowiczW%C3%B3jtowicz/5a120c0c5cc2ae572989320a62a4600bbcbfad4c?sort=relevance&citationIntent=methodology>. [cit. 2024-04-30].

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

FAQ	Frequently Asked Question – Často kladené otázky
GIS	Geografický informační systém
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém
KML	Keyhole Markup Language

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1 – Funkce GIS. (GISOutlook, 2022)</i> .....	15
<i>Obrázek 2 – Nespojené modely. (Bílek, 2013)</i> .....	18
<i>Obrázek 3 – Topologický model. (Bílek, 2013)</i> .....	19
<i>Obrázek 4 – Mapa. (Wieczorek, Delmerico, 2010)</i> .....	20
<i>Obrázek 5 – Elektromagnetické spektrum. (Svět energie, 2020)</i> .....	24
<i>Obrázek 6 – Aktivní senzor. (Earth Data, 2021)</i> .....	25
<i>Obrázek 7 – Pasivní senzor. (Earth Data, 2021)</i> .....	28
<i>Obrázek 8 – Graf SWOT analýzy. (Zdroj vlastní, 2024)</i> .....	41

## SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – SWOT Analýza .....</i>	<i>41</i>
---------------------------------------	-----------

