

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

**VÝVOJ SERVEROVÉ APLIKAČNÍ LOGIKY PRO
GENEROVÁNÍ GEOREPORTU V TEMATICKÉ
DOMÉNĚ ZRANITELNOSTI KRAJINY**

Diplomová práce

Bc. Adéla PETŘEKOVÁ

Vedoucí práce prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.

Olomouc, 2025

Geoinformatika a kartografie

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá tvorbou aplikační logiky aplikace generující georeporty, které umožňují analýzu a vizualizaci prostorových dat o zranitelnosti krajiny. Cílem aplikace je vytvořit dynamicky generovaný PDF soubor, který umožní komplexní informace o zvolených tématech a území.

Práce zahrnuje návrh a implementaci prostorové databáze, ve které jsou uložena data, vývoj serverové logiky pro zpracování dotazů, výpočtů a generování grafů a map. Aplikace je tvořena z uživatelského rozhraní s mapovou aplikací a formuláře pro zadávání jednotlivých dotazů.

Výstupem je georeport ve formátu PDF, který obsahuje textové informace, grafy, mapy a metadata. Hlavním přínosem je informovat o zranitelnosti krajiny a zjednodušit rozhodování v oblasti ochrany životního prostředí a územního plánování.

KLÍČOVÁ SLOVA

Georeport, zranitelnost krajiny, prostorová data, PDF generování, serverová logika, analýza dat

Počet stran práce: 44

Počet příloh: 5 (z toho 3 elektronické)

ANOTATION

The thesis deals with the creation of application logic for an application that generates georeports that allow the analysis and visualization of spatial data on landscape vulnerability. The aim of the application is to create a dynamically generated PDF file that allows comprehensive information on selected topics and areas.

The work includes the design and implementation of a spatial database in which the data is stored, the development of server logic for query processing, calculations and the generation of graphs and maps. The application consists of a user interface with a map application and a form for entering individual queries.

The output is a georeport in PDF format containing textual information, graphs, maps and metadata. The main benefit is to inform about landscape vulnerability and to simplify decision making in environmental protection and spatial planning.

KEYWORDS

Georeport, landscape vulnerability, spatial data, PDF generation, server logic, data analysis

Number of pages 44

Number of appendixes 5

Prohlašuji, že

- diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.

- jsem si vědom(a), že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, že údaje o mé diplomové práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé diplomové práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé diplomové práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci, dne 7.5.2025

Bc. Adéla PETŘEKOVÁ

Chtěla bych velmi poděkovat svému vedoucímu práce prof. RNDr. Vilému Pechancovi, Ph.D. za velmi přínosné konzultace, cenné rady, podněty a připomínky k práci a důvěru při vytváření celé této práce. Dále bych ráda poděkovala celé výzkumné skupině za poskytnutá data, metodiky a náměty ke zlepšení. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat za poskytnuté zdroje pro implementaci logiky do produkčního prostředí.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přirodovědecká fakulta

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Adéla PETŘEKOVÁ
Osobní číslo: R230717
Studijní program: N0532A330009 Geoinformatika a kartografie
Téma práce: Vývoj serverové aplikační logiky pro generování georeportu v tematické doméně zranitelnosti krajiny
Zadávající katedra: Katedra geoinformatiky

Zásady pro vypracování

Cílem diplomové práce je vývoj aplikační logiky, která umožní v online režimu generovat georeporty z publikovaných prostorových dat. Vstupní prostorová a neprostorová data budou uložena v prostorové databázi a z ní publikována. Aplikační logika bude implementována na straně serveru. Prezenční vrstva bude obsahovat mapové okno, ve kterém bude moci uživatel položit ad-hoc dotaz a kromě získání 1-N návratových hodnot, bude vygenerován strukturovaný georeport ve formátu pdf, obsahující textové informace a informace odvozené z dotčených dat a jejich metadat. Součástí georeportu bude i základní ukazatel věrohodnosti výsledné informace o ohledem na parametry použitých dat. Bude na volbě studenta/ky zda použije open source technologie nebo komerční Esri enterprise technologie či její kombinaci. Tematicky bude georeport orientován do posuzování zranitelnosti krajiny v ČR. Text práce student zpracuje v souladu se závaznou šablonou pro kvalifikační práce KGI. O diplomové práci student vytvoří webovou stránku a poster. Celou práci (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, poster a web) odevzdá student v digitální podobě na datové úložiště katedry. Do evidence STAG student odevzdá úplný text práce s přílohami, které určí vedoucí práce. Fyzicky student odevzdá výtisk posteru ve formátu A2 a přílohy určené vedoucím práce.

Rozsah pracovní zprávy: max. 50 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování diplomové práce: elektronická

Seznam doporučené literatury:

Oficiální dokumentace k technickým parametrům a způsobu práce

<https://enterprise.arcgis.com>

<https://www.w3schools.com/>

<https://webgis.nature.cz/aopkhelp/Georeport>

<https://www.thinkgeoenergy.com/webinar-georeport-geothermal-research-portfolio-optimization-and-reporting-technique/>

<https://catalog.data.gov/dataset/georeport-2-0>

Standardy @ OGC – <https://www.ogc.org/standards/>

indexované databáze

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.
Katedra geoinformatiky

Datum zadání diplomové práce: 8. prosince 2023
Termín odevzdání diplomové práce: 7. května 2025

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan



prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.
vedoucí katedry

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 CÍLE PRÁCE	11
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	12
2.1 Georeport	12
2.2 Aplikace generující georeporty	12
2.3 Zranitelnost krajiny	14
2.3.1 Vymezení základních pojmů	14
2.3.2 Adaptační strategie, metodiky hodnocení a případové studie	16
3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	19
3.1 Použité metody	19
3.2 Použitá data.....	20
3.3 Použité programy	20
3.4 Použité programovací/skriptovací jazyky a knihovny.....	21
4 TVORBA APLIKAČNÍ LOGIKY	22
4.1 Příprava dat a tvorba aplikace Instant Apps.....	22
4.2 Příprava webového prostředí.....	23
4.3 Příprava databáze	23
4.4 Tvorba hlavní stránky	23
4.5 Tvorba formuláře	25
4.6 Tvorba georeportu.....	26
4.6.1 Spuštění procesu generování georeportu.....	26
4.6.2 Zpracování argumentů, připojení k databázi a tvorba dotazů.....	27
4.6.3 Přípravné kódy pro vizualizaci dat a tabulkové výstupy	29
4.6.4 Generování grafů.....	32
4.6.5 Generování map	33
4.6.6 HTML šablona a PDF výstup.....	36
5 VÝSLEDKY	38
5.1 Hlavní stránka	38
5.2 Formulář	39
5.3 Georeport	40
6 DISKUZE	42
7 ZÁVĚR	44

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
API	Application Programming Interface
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
CLC	CORINE Land Cover
ČR	Česká republika
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČSÚ	Český statistický úřad
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DKV	Detailní konsolidovaná vrstva biotopů
DMR 5G	Digitální model reliéfu 5. generace
ESA	European Space Agency (Evropská kosmická agentura)
ESAI	Environmental Sensitivity Area Index
HRL	Human Readiness Level
MEDALUS	Mediterranean Desertification And Land Use
OPRL	Oblastní plány rozvoje lesů
PDF	Portable Document Format
RESTEP	Regional Sustainable Energy Policy
ÚHUL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
UPOL	Univerzita Palackého v Olomouci
VÚMOP	Výzkumný ústav monitoring a ochrany půdy

ÚVOD

V dnešní době se stále více diskutuje o zranitelnosti krajiny, ochraně přírody a efektivním využívání dat, zejména aby byla dostupná a srozumitelná pro širokou veřejnost. Zranitelnost krajiny je komplexní problém, který vyžaduje interdisciplinární přístup a využití různých zdrojů dat. V kontextu klimatických změn se zranitelnost krajiny projevuje například zvýšenou frekvencí a intenzitou extrémních jevů, jako jsou sucha, požáry či povodně (Clarke & Otto, 2022; Cudlín a kol., 2021). Tyto jevy mají negativní dopad na biodiverzitu, zemědělství a infrastrukturu. Efektivní využívání dat z monitoringu biodiverzity a ekosystémových služeb umožňuje identifikovat ohrožené oblasti a navrhnout opatření pro obnovu a ochranu přírodních ekosystémů (Chobot & AOPK ČR, 2020; Stejkorová, 2010).

Tato diplomová práce se zaměřuje na vývoj uživatelsky přívětivé online aplikace pro generování georeportů, která umožní uživatelům interaktivně pracovat s prostorovými daty, získávat komplexní informace a generovat georeporty v oblasti zranitelnosti krajiny bez nutnosti hlubokých znalostí GIS technologií. Cílem je vytvořit nástroj, který bude srozumitelný pro širokou veřejnost, přispěje k lepšímu informování o zranitelnosti krajiny a je nástrojem využitelným v praxi pro snadnější rozhodování v oblasti ochrany životního prostředí a územního plánování.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou informace, o tom, co je to georeoport, aplikacích generujících georeporty, vymezení základních pojmů v oblasti zranitelnosti krajiny a v neposlední řadě adaptační strategie, metodiky hodnocení či případové studie. Dále jsou popsány data, metody a programy, které jsou v této práci využity. V praktické části je popsán postup práce při budování aplikace a celé serverové logiky, která slouží k dosažení cílů práce.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je vytvoření aplikace a serverové logiky pro generování georeportu, který bude reprezentován dynamicky vytvořeným PDF souborem. Ten umožní uživateli efektivní analýzu a vizualizaci prostorových dat zranitelnosti krajiny na příkladu analýzy obce Černovice. Georeport je vytvořen na základě tematických a prostorových uživatelských dotazů, a tím poskytne uživateli přehledné textové informace, grafy, mapy ale také i klíčové informace o metadatech.

K dosažení hlavního cíle je nezbytné realizovat několik dílčích cílů: návrh a implementace prostorové databáze, vývoj funkční aplikační logiky, tvorba uživatelsky přívětivého prostředí s mapovou aplikací, vytvoření formuláře pro zadávání dotazů, generování georeportu v PDF a vytvoření dokumentace. Návrh a implementace prostorové databáze slouží jako základní úložiště pro data, která následně budou využita v georeportu. Dále je vyvinuta aplikační logika na straně serveru, která zodpovídá za zpracování uživatelských dotazů, výpočtu dílčích hodnot, vytváření potřebných grafů a map a následně vygenerovaný PDF soubor.

Důležitou součástí práce je vytvoření uživatelsky přívětivého prostředí, které obsahuje mapovou aplikaci pro zobrazení potřebných dat a získání základních informací v dané problematice. Dále je pro uživatele vytvořen formulář, ve kterém intuitivně zadává dotazy pro zobrazení výsledků jako je výběr území a tématu do konečného georeportu. Výstupem celé aplikace je georeport ve formátu PDF, které obsahuje uživatelem vybraná témata pomocí textových informací, grafů, map a jejich metadat, jakožto ukazatel věrohodnosti. Aplikace je tematicky orientována na zranitelnost krajiny, což umožní její využití v rozhodování v oblasti ochrany životního prostředí či územního plánování.

V neposlední řadě je kladen důraz na dokumentaci a prezentaci výsledků práce, díky vytvořené webové stránce, posteru a digitální dokumentaci, které mohou širokou veřejnost seznámit s výsledky práce.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

2.1 Georeport

Pojem **georeport** nemá prozatím pevně ukotvenou definici. Dle ČÚZK je georeport chápán jako aplikace, která zprostředkovává interpretované informace ze zákonů, doporučení a dat vztažených na zvolenou lokalitu (*Registr Číselníků ČÚZK - INSPIRE PROD*, 2020). Oproti tomu dle Agentury ochrany přírody a krajiny ČR je georeport tvořen PDF souborem se sumárním vyhodnocením překryvu tematických vrstev, které jsou automatizovaně vyhodnocovány (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2022). V kontextu této diplomové práce se pod pojmem georeport rozumí nástroj, který bude generovat informace o zranitelnosti krajiny (příčiny a míra ohrožení), včetně skupin vhodných mitigačních a adaptačních opatření.

Po prozkoumání několika aplikací generující georeporty byla výsledována podobnost, a tím i možné stanovení možných rysů georeportu: i) Mezi základní znaky georeportu patří zobrazení v přehledové mapě již vybraného území při zadávání, kdy se může jednat o předdefinované oblasti například obce či jiné administrativní jednotky nebo uživatelem nadefinovanou oblast pomocí linie či polygonu. ii) Dále jsou zobrazeny uživatelem vybrané tematické vrstvy, ať už pomocí tabulek, grafů či map s danou tematikou. iii) Neopomenutelným znakem je také informativní výpis jako je například časová značka (datum vytvoření georeportu), zdroj dat a další. iv) Mezi rozšiřující znaky může být považován doplňující text či hyperlinkový odkaz, obrázky, loga, grafy, tabulky a jiné informace související s danou oblastí či tematickými vrstvami.

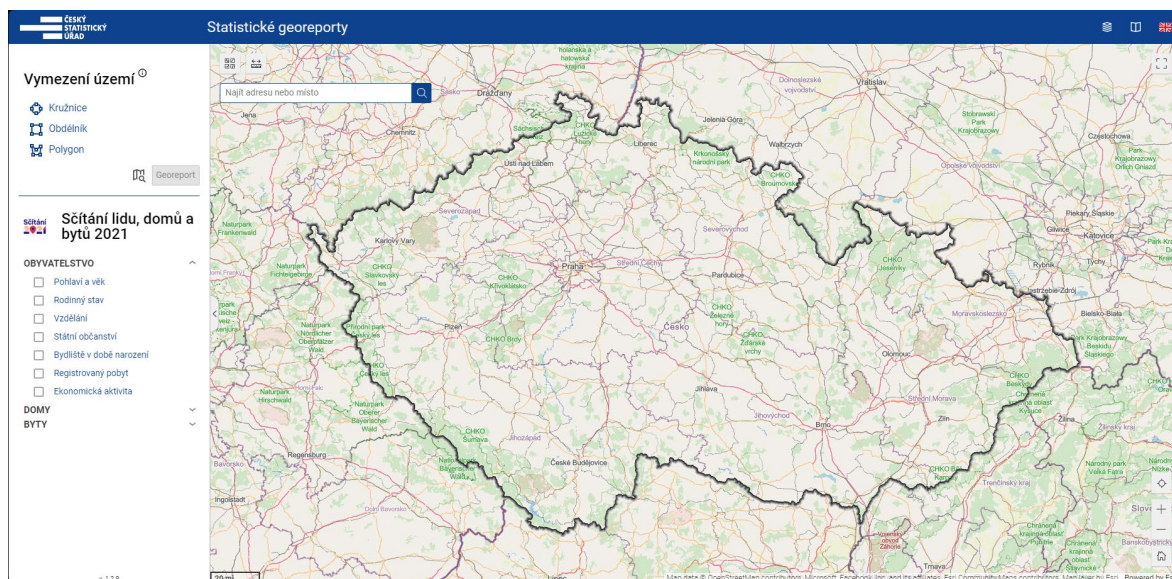
V zahraničí se pojem „georeport“ používá v různých souvislostech, přičemž nejčastěji označuje nástroj pro hodnocení a reportování informací o geotermálních zdrojích. Konkrétně metodika GeoRePORT byla vyvinuta, aby nabídla odborníkům i široké veřejnosti detailní a kvantitativní způsob, jak podávat zprávy o vlastnostech geotermálních nalezišť a posoudit připravenost projektů. Tato metodika zohledňuje dvanáct klíčových aspektů týkajících se geologie, techniky a socioekonomické proveditelnosti (*GDR: GeoRePORT Protocol and Spreadsheet Template*, 2021; Richter, 2018). Dalším příkladem je GeoReport API v2, který umožňuje vývojářům vytvářet aplikace pro zobrazování a hlášení problémů spadajících do kompetence veřejné správy. Toto API se zaměřuje na lokální a urgentní problémy, jako je odstranění graffiti, oprava výmolů nebo zajištění údržby komunikací (*GeoReport V2*, n.d.). V obou případech „georeport“ představuje nástroj nebo metodiku pro sběr, analýzu a prezentaci prostorových dat za účelem poskytnutí informací o specifických charakteristikách daných geografických míst.

2.2 Aplikace generující georeporty

Tato podkapitola je zaměřena na konkrétní webové aplikace, které umožňují vygenerovat georeport, nejčastěji ve formátu PDF.

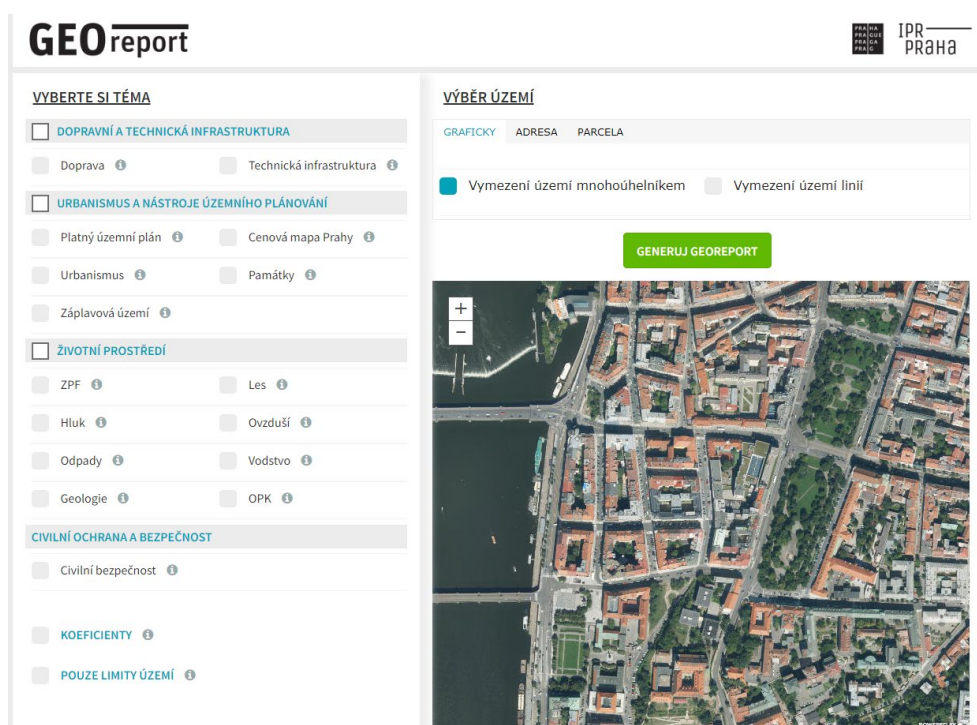
Aplikace Statistické georeporty od Českého statistického úřadu (ČSÚ) je spuštěna od června 2023 a poskytuje uživatelům statistické přehledy, na uživateli vymezené oblasti, a tedy nezávisle na administrativním členění České republiky. Mezi poskytovanými daty jsou především socioekonomické jevy čerpané z posledního sčítání lidu, domů a bytů, které proběhlo v roce 2021. Data v aplikaci jsou sdružována do pravidelné čtvercové sítě (gridu)

o velikosti 1×1 km. (Statistické Georeporty | ČSÚ, n.d.; Statistický Geoportál Přináší Vizualizovaná Data ČSÚ | Produkty, 2023)



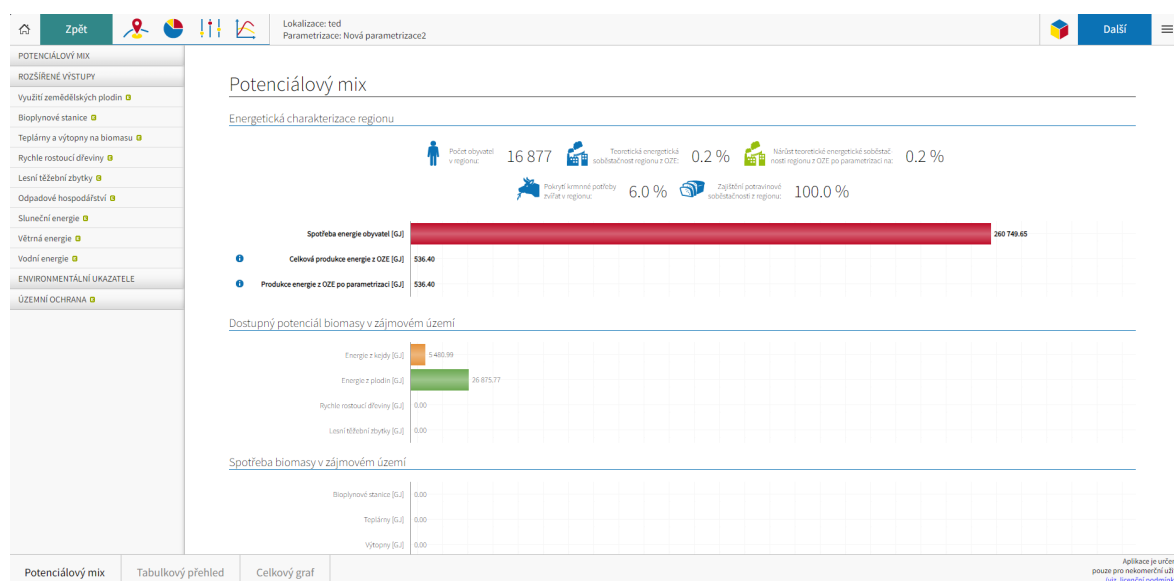
Obrázek 1 Náhled aplikace Statistické georeporty (zdroj: <https://geodata.csu.gov.cz/as/georeporty/ext/>)

Aplikace Georeport je jednou z mapových aplikací poskytovaných Institutem plánování a rozvoje hlavního města Prahy, které má na starost sbírat data o městě, zpracovávat studie a analýzy, vytvářet klíčové dokumenty pro budoucí rozvoj Prahy a zastupovat hlavní město Prahu v územních řízeních. Daná aplikace umožňuje výběr plochy buď pomocí uživatelem definované plochy, nebo pomocí zadané adresy či parcely. Dále si uživatel může vybrat tematické vrstvy, které jsou rozděleny do čtyř skupin (Georeport, n.d.).



Obrázek 2 Náhled aplikace Georeport (zdroj: <https://georeport.iprpraha.cz/>)

Webová aplikace Restep pod záštitou Výzkumného ústavu meliorací a ochrany přírody má oproti výše zmiňovaným aplikacím širší funkcionalitu i větší nabídku tematických vrstev, ale kvůli tomu je i uživatelsky náročnější. Nejdříve má uživatel několik možností výběru oblasti (pomocí polygonu, kruhu, textu, vícenásobného výběru aj.) a zároveň si zobrazit libovolné datové vrstvy a její míru viditelnosti. Následně se v dalším kroku zobrazí tabulky a grafy daných ukazatelů a možnost zvolení s jakou oblastí se bude porovnávat námi dříve vybraná oblast. Poté si uživatel nastaví parametrizaci daných ukazatelů, zobrazí se přehledně potenciálový mix, tabulkový přehled a celkový graf daných výsledků. V posledním kroku si uživatel vybere témata, která budou zahrnuta v reportu a vygeneruje se report buďto v aplikaci, nebo se zašle na uživatelem zadaný email. Nevýhodou oproti výše zmiňovaným aplikacím je nutnost registrace. (RESTEP - Lokalizace, n.d.)



Obrázek 3 Náhled aplikace Restep (zdroj:

<https://restep.vumop.cz/?core=vystupy&render=mix&action=getMix>)

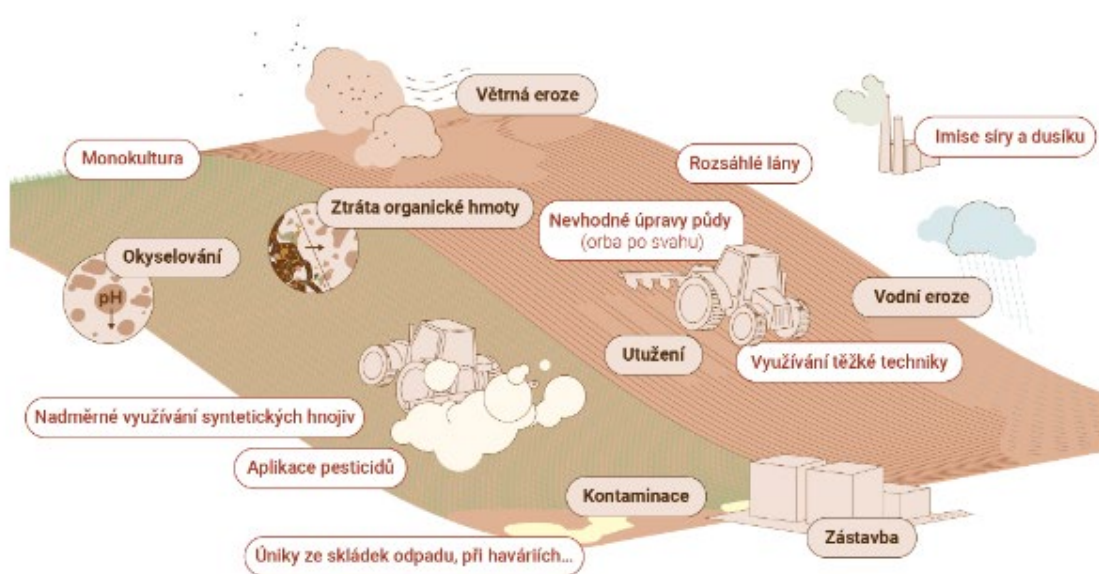
2.3 Zranitelnost krajiny

2.3.1 Vymezení základních pojmů

Zranitelnost krajiny je náchylnost (predispozice) být nepříznivě ovlivněn vůči projevům změn klimatu. Jedná se o metodický koncept vypovídající o vlastnostech systému, který je změně klimatu vystaven. Vyhodnocením míry zranitelnosti jsou získány informace o projevech změn klimatu v daném území, zejména kde jsou rizikové, ale i informace o tom, které ekosystémy, sektory hospodářství, skupiny populace a oblasti jsou nejvíce ohroženy a možnosti vypořádání se s důsledky. To, je možné buď zpomalením změn klimatu, nebo přizpůsobením se jejich projevů. **Mitigace** se zaměřuje na zpomalení rychlosti a intenzity změny klimatu, což vede ke snížení negativních dopadů jejích projevů, oproti tomu **adaptace** se zaměřuje na minimalizaci dopadů změn klimatu na společnost, ekonomiku a přírodu pomocí přizpůsobení se daným změnám. (Hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu k roku 2017, 2019)

Dle dokumentu Hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu k roku 2017, 2019) vytvořeném Českou informační agenturou životního prostředí jsou tři základní prvky zranitelnosti a tím je expozice, citlivost a adaptační kapacita. **Expozicí** je chápáno, do jaké míry (intenzita, délka a rozsah) je daná oblast vystavena projevům změn. **Citlivost** je faktor, zvyšuje či snižuje míru, jakou je systém ovlivněn projevem změny klimatu, avšak dle (Kuchyňková, 2007) citlivost krajiny závisí na charakteru terénu a vegetačním pokryvu, jelikož citlivost je schopnost krajiny odolávat změnám, aniž by ztratila svou kvalitu. Posledním prvkem je **adaptační kapacita**, což je schopnost systému přizpůsobit se na změnu klimatu a minimalizovat negativní dopady.

Mezi často zmiňované pojmy v doméně zranitelnosti krajiny jsou také pojmy práh zranitelnosti, biodiverzita a degradace půdy. **Prahem zranitelnosti** je chápána hranice či specifická hodnota, kdy se krajina stává kriticky zranitelnou a jakmile je tento práh překročen, tak dochází k nevratným změnám krajiny/ekosystému/klimatu. **Biodiverzita** je rozmanitost života i ve všech jeho formách na Zemi. Mezi hlavní důvody úbytku biodiverzity patří znečištění, změny využívání půdy, změna klimatu, přímé vybíjení nadměrným lovem či rybolovem nebo invazivními nepůvodními druhy. (*Ztráta Biologické Rozmanitosti: Důsledky a Příčiny* | *Témata* | *Evropský Parlament*, 2021) **Půdní degradace** je postupné ztrácení půdní struktury, snížení biodiverzity a obsahu organické složky v ní. Kvůli tomu půda ztrácí schopnost efektivně plnit produkční a ekosystémové funkce. Zároveň je důležité dodat, že degradační procesy jsou v přírodě zcela přirozené a často důsledky jedné formy degradace jsou příčinami jiné formy degradace. Mezi nejčastější typy půdní degradace v ČR patří ztráta organické hmoty (dehumifikace), vodní a větrná eroze, okyselování (acidifikace), kontaminace či zástavba. (Otevřená data o klimatu; z. ú. a kol., 2024)



Půda degraduje především v důsledku intenzivního zemědělství (nadměrná aplikace syntetických hnojiv a pesticidů, používání těžké techniky, pěstování monokultur, ...), svou roli ale hrají také znečištění imisemi z továren a dopravy nebo škodlivé látky unikající ze skládek odpadu.

Zdroj: Fakta o klimatu

Obrázek 4 Typy půdní degradace (zdroj: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/zdravi-pudy-degradace#co-je-pudni-degradace-a-proc-k-ni-dochazi>)

2.3.2 Adaptační strategie, metodiky hodnocení a případové studie

Mezi hlavní projevy změn klimatu spojené se zranitelností krajiny jsou zvyšující se teploty, extrémnější počasí, změny ve srážkových vzorcích (častější povodně nebo sucha), nárůst hladin moří a spousta dalších. Z tohoto důvodu vznikají adaptační strategie, metodiky hodnocení zranitelnosti krajiny a případové studie, které se snaží snížit negativní důsledky spojené se změnou klimatu a informovat širokou veřejnost v dané problematice.

Adaptační strategie je soubor opatření, jehož cílem je připravit společnost, ekosystémy a infrastrukturu na změny klimatu a minimalizovat negativní dopady. Česká republika má také vypracovanou adaptační strategii, na které se podílelo několik vládních resortů a další instituce jako je například Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), Univerzita Karlova a další (*Adaptační Strategie České Republiky*, n.d.). Implementačním dokumentem Adaptační strategie ČR je Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, ve kterém plán nastiňuje 33 konkrétních cílů, včetně průřezového cíle zaměřeného na vzdělávání a informovanost. Podporuje ji 52 prioritních opatření a 160 úkolů, které jsou klíčové pro efektivní adaptaci na klima v České republice. Plán identifikuje nevhodná adaptační opatření, která nezvyšují odolnost ekosystémů nebo jsou finančně neúčinná. Zdůrazňuje potřebu koordinace napříč odvětvími, aby se řešily vzájemně propojené dopady změny klimatu. Dokument dále představuje několik klíčových zjištění ohledně změn klimatu jako je zvýšená frekvence povětrnostních jevů (bouře, vlny veder), hydrologických změn (povodně či dlouhodobá sucha) či zranitelnost některých odvětví jako je zemědělství

(poškození plodin či ztráta hospodářských zvířat kvůli extrémním teplotám) či energetika (zvýšená poptávka po chlazení, a tím potencionální kolaps energetické infrastruktury). (Ministerstvo životního prostředí, 2015)

Článek *Adaptation Opportunities, Constraints, and Limits* (Klein a kol., n.d.) popisuje složitou dynamiku adaptace na změny klimatu, kdy se autoři zaměřují na vztah mezi příležitostmi, omezeními a limity adaptační strategie. Autoři poskytují podrobnou analýzu toho, jak různé faktory ovlivňují schopnost lidských a přírodních systémů přizpůsobit se změně klimatu. Mezi klíčové témata a zjištění patří: limity adaptace (identifikovány jsou autory „tvrdé“ i „měkké“ limity adaptace a je zdůrazněna důležitost porozumění limitům pro následné plánování a implementaci adaptačních strategií), transformační adaptace (nezbytná reakce na omezení přírůstkových přístupů, jelikož pouhá úprava stávajících opatření a systému může být nedostatečná), dynamická povaha adaptace (krajina se stále mění a vyvíjí a z tohoto důvodu i opatření se musí průběžně vyhodnocovat a upravovat) a další. Závěrem článek nabízí komplexní pochopení adaptace na změnu klimatu a obhajuje mnohostranný přístup zahrnující transformační změny, uznává limity a zahrnuje řízení rizik do rozvojového plánování.

V článku *Moving toward the north: A country-level classification of land sensitivity to degradation in Czech Republic* (Pechanec a kol., 2021) jde o podrobnou analýzu citlivosti půdy na degradaci v různých oblastech České republiky. Autoři si kladou za cíl klasifikování citlivosti půdy a zároveň nabídnou pohled na sociálně-ekologickou dynamiku, která k tomuto jevu přispívá. Primárním cílem je posouzení citlivosti půdy na degradaci pomocí indexu *Environmental Sensitive Area (ESA)*, který umožňuje klasifikaci půdy do čtyř úrovní citlivosti: „necitlivá“, „potencionálně citlivá“, „křehká“, „kritická“. Studie ukazuje, že velká část území České republiky je označena jako „křehká“ (38 %) a „kritická“ (50 %), zejména v nížinných oblastech s intenzivním zemědělstvím. Autoři zdůrazňují, že nejvýznamnějšími vlivy náchylnosti půdy k degradaci jsou klima a kvalita vegetace. Byla zde využita analýza hlavních komponent (PCA) na 19 proměnných k identifikaci vztahů mezi citlivostí půdy a různými predisponujícími faktory. Byly zohledněny v rámci této analýzy klimatické podmínky, kvalita vegetace, kvalita půdy a postupy hospodaření s půdou. Výsledky ukazují, že Česká republika, i když není tradičně považována za zasaženou desertifikací, vykazuje rostoucí náchylnost půdy k degradaci podobně jako středomořské oblasti. Autoři doporučují zavedení integrovaných politik, které čerpají ze zkušeností středomořských zemí při zvládání rizik a boji proti degradaci půdy. Dále studie zdůrazňuje potřebu průběžného sledování a hodnocení citlivosti půdy a autoři doporučují další výzkum také za cílem zdokonalení rámce ESA a tím i zlepšení jeho použitelnosti.

Egidi a kol., (2022) se zaměřovali na posouzení zranitelnosti půdy vůči degradaci ve středomořské oblasti Itálie. Ve studii identifikují významný nárůst „kritických“ oblastí půdy v Itálii, které jsou obzvláště citlivé na degradaci. Nárůst je prostorově heterogenní, s výraznou dynamikou pozorovanou mezi severními/středními a jižními regiony Itálie. Byl využit pro hodnocení normativní ukazatel odvozený z indexu environmentálně citlivých oblastí (ESAI), kdy byl počítán v dlouhém časovém intervalu a agregován na úrovní správních regionů v Itálii. Výsledky zdůrazňují význam použití vhodných ukazatelů pro informování národních strategií proti desertifikaci a pro vypracování regionálních akčních plánů přizpůsobených konkrétním zranitelnostem.

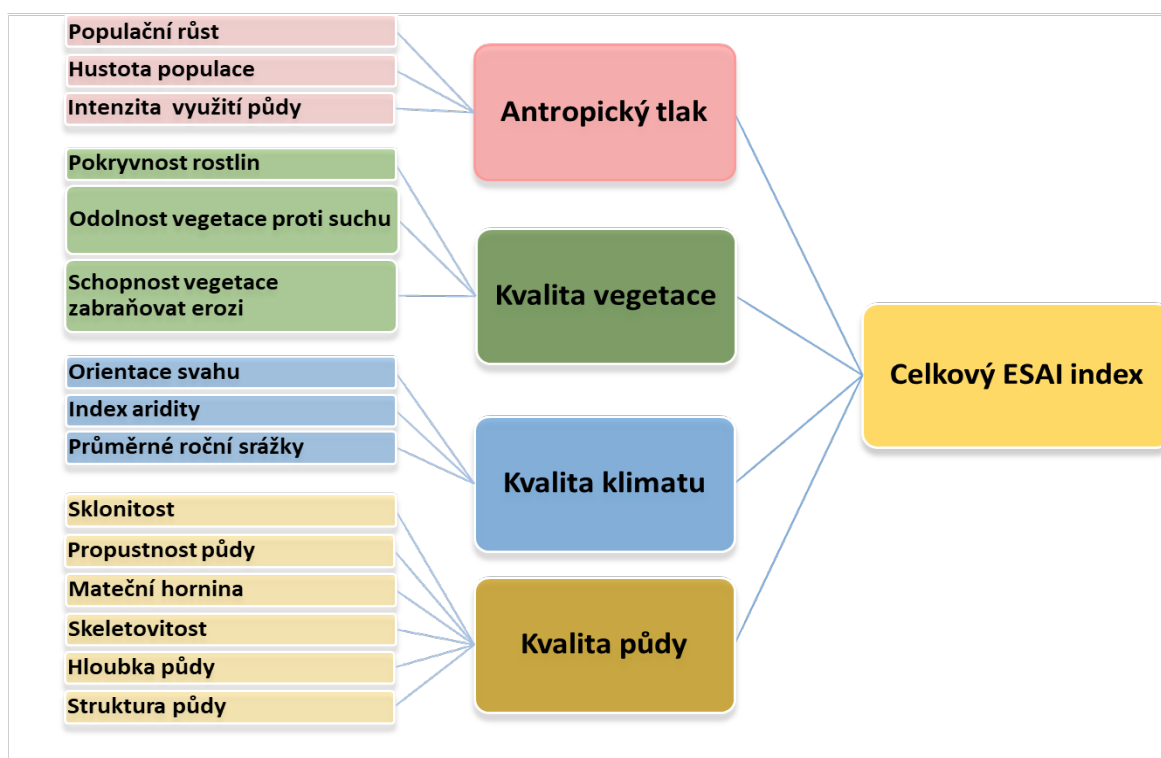
Cacciotti a kol., (2024) se zabývali potřebou standardizovaného přístupu k hodnocení zranitelnosti kulturního dědictví v kontextu klimatických změn. Zdůrazňují, že hodnocení zranitelnosti je zásadní pro posouzení rizik a vývoj strategií pro adaptaci a zmírnění dopadů klimatických změn. Metodika je založena na třech hlavních složkách: citlivosti, expozici a odolnosti, které jsou zásadní pro hodnocení zranitelnosti. Následná validace metodiky byla provedena prostřednictvím 15 případových studií v 7 střeoevropských regionech, které vyzdvihly její silné stránky a zdůraznily její záporné stránky. Metodika využívá přístup multikriteriální rozhodovací analýzy (MCDA), která umožňuje zhodnotit různé faktory ovlivňující zranitelnost. To zahrnuje výpočet citlivosti a expozice jako vážených součtů dílčích kritérií.

3 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

3.1 Použité metody

V této diplomové práci je využito pro hodnocení zranitelnosti krajiny metodiky ESAI+, což je systém pro hodnocení rizika zranitelnosti, funkčnosti a stability krajiny a strukturovaný návrh opatření k její obnově. Jedná se o rozšíření adaptované metodiky ESAI o výpočet rezilience a funkčnosti a výběru mitigačních a adaptačních opatření v krajině výzkumné skupiny IMALBES (<http://www.imalbes.cz>).

Metodika ESAI je konceptuální model k hodnocení náchylnosti území k degradaci. Tato metoda je schopna odhalit případná rizika s předstihem, jelikož kombinuje indikátory environmentální ale také socio-ekonomické. Vznikla ve Středomoří jako nástroj k mapování degradace a desertifikace území v rámci projektu Medallus, který byl zaměřený na identifikaci rizikových oblastí k desertifikaci (Basso a kol., 2010; Kosmas a kol., 1999). Postupně se stala metoda hojně využívaná zejména ve Středomoří a docházelo k drobným modifikacím. Vychází to z několika proměnných a jejich kombinace pravděpodobností degradace území, jsou řazeny do čtyř tematických skupin (stav půdy, stav klimatu, stav vegetace a intenzita lidské činnosti) a ohodnoceny v rozmezí 1 až 2 (Pechanec a kol., 2021).



Obrázek 5 Schéma – HODNOTÍCÍ PARAMETRY ESAI

Samotný ukazatel ESAI slouží k nalezení nejvíce problematické oblasti, oproti tomu ESAI+ nejen že nalezne nejvíce problematickou oblast, ale také nalezne krajinné segmenty, na které bude mít degradace malý nebo velký dopad na fungování krajiny (díky hodnocení funkčnosti, a tedy vrstvám ekosystémových funkcí a služeb), určení reálně hrozby degradace, vzájemnému porovnání a vyhodnocení největšího rizika, jeho příčiny a návrhy jednotlivých opatření (Prokopová a kol., 2023)

3.2 Použitá data

Náchylnost krajiny, jak již bylo zmíněno, vychází z patnácti ukazatelů, které se dále dělí do čtyř tematických skupin, kdy kombinuje ekologické i socio-ekonomické indikátory. Z tohoto důvodu je potřeba vycházet z několika zdrojů dat. Indikátory textura, hloubka půdy, skeletovitost a propustnost vycházely z dat bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ) a oblastních plánů rozvoje lesů (OPRL) garantované Výzkumným ústavem monitoringu a ochrany půdy (VÚMOP) a Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHUL). Indikátory průměrný roční úhrn srážek a index sucha čerpá z klimatických dat od společnosti CzechGlobe, indikátory sklonitost svahu a orientace svahu jsou z digitálního modelu reliéfu 5. generace garantovaným ČÚZK, indikátor matečná hornina vychází z geologické mapy od České geologické služby. Indikátory schopnost vegetace bránit erozi a odolnost vegetace vůči suchu vychází z Detailní konsolidované vrstvy, která vznikla ve spolupráci CzechGlobe – Ústav výzkumu globální změny, AV ČR v.v.i. a Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého. A ze spolupráce těchto dvou zmíněných institucí a kooperací Evropské kosmické agentury (ESA) vznikl z detailní konsolidované vrstvy a vrstvy HRL (Human Readiness Level) indikátor pokryvnost vegetace. Socioekonomické indikátory hustota populace a populační růst vyplývají z ArcČR, které jsou pod záštitou ArcData Praha a Českého statistického úřadu, a v neposlední řadě indikátor intenzita využití půdy je výstupem z modelu CZ GLOBIO – podklad Kombinovaná vrstva biotopů – přírodní biotopy z mapování biotopů v rámci Natura2000 a nepřírodní biotopy Corine Land Cover (CLC) 2012, které má na starosti společnost CzechGlobe s Katedrou geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. (přehledněji viz Příloha 1 Tabulka 1 Zdroje dat ESAI)

Ekosystémové funkce a služby, tedy vrstvy pro vyjádření evapotranspirace, zásoba uhlíku ve vegetaci a ekologická hodnota biotopu, jsou založeny na datovém souboru DKV (Detailní kombinovaná vrstva biotopů ČR, verze z roku 2024, jejímž autorem je CzechGlobe. K této vektorové vrstvě v měřítku 1 : 10 000 byly následně připojeny expertní koeficienty pro kvantifikaci a následnou kategorizaci jednotlivých funkcí (více viz. www.imalbes.cz).

3.3 Použité programy

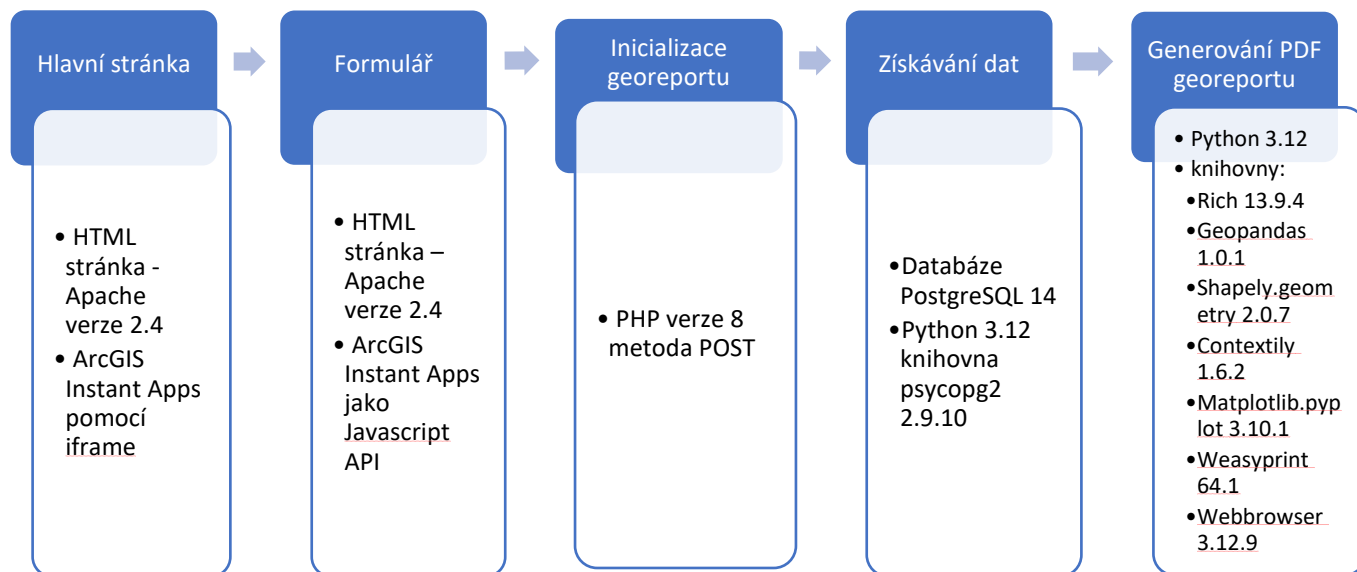
Pro zpracování diplomové práce byla využita řada programů. Pro práci s datovými vrstvami a vytvoření aplikace bylo využito produktů od společnosti Esri a to konkrétně ArcGIS Pro 3.4.0 pro úpravu, zpracování a nahrání dat do online prostředí, dále bylo využito online produktu Instant Apps pro vytvoření uživatelského mapového rozhraní. Nahrání dat bylo provedeno také do PostgreSQL 14 databáze, kdy pro práci se samotnou databází bylo využito prostředí pgAdmin 4. Samotné tvoření celé serverové logiky bylo uskutečněno v programu Visual Studio Code ve verzi 1.99.2, které je uživatelsky přívětivé pro kódování, a zároveň umožňuje propojení s platformou GitHub, do kterého probíhala veškerá průběžná záloha pomocí gitů. Při programování kódů této diplomové práce bylo využíváno nástrojů Copilot a Gemini k usnadnění generování kódů a prozkoumávání různých přístupů k řešení problémů, které při tvorbě celé logiky vznikaly. Přínos těchto nástrojů se projevil i v rámci revize textu, kdy sloužily jako doplňkový nástroj pro identifikaci potenciálních nejasností. Pro vizualizaci výsledného posteru bylo využito programu Adobe Illustrator od společnosti Adobe ve verzi 27.4.1.

3.4 Použité programovací/skriptovací jazyky a knihovny

Vývoj kompletní serverové logiky vyžadovalo také volbu jednotlivých skriptovacích a programovacích jazyků, pečlivý výběr knihoven a jednotlivých verzí. Úvodní stránka, a tedy i hlavní uživatelské prostředí, vyžadovalo pouze základní znalost HTML a CSS, podobně tomu bylo i u vytváření rozhraní formuláře, avšak zde byl využit také Javascript pro implementaci mapového okna a práci s ním. Odeslání uživatelského výběru oblasti a témat je pomocí PHP ve verzi 8. Dále je už logika tvořena pouze v Pythonu ve verzi 3.12, kde dochází k získání informací o výběru území a tématu z PHP, dotazování na PostgreSQL databázi, vytváření obsahu georeportu (vytváření grafů, generování map, vytvoření časové a unikátní značky, seřazování hodnot v tabulce, obarvování jednotlivých kategorií a další) a vytvoření PDF souboru.

V rámci Python kódu byla využita řada knihoven pro zpracování a analýzu dat a generování výsledného PDF. Knihovna **datetime** 3.12.9 byla použita pro práci s daty a časy, což bylo klíčové pro možnost generování časové značky, dále knihovna **uuid** 3.12.9 byla využita pro generování unikátních identifikátorů pro odlišení jednotlivých reportů. Pro připojení k databázi PostgreSQL a manipulaci s daty byla použita knihovna **psycopg2** ve verzi 2.9.10, která dále umožnila provádění SQL dotazů a získání dat pro analýzu. Knihovna **rich** ve verzi 13.9.4 byla použita pro formátování výstupů v terminálu, což usnadnilo ladění kódu a výpis argumentů. Možnost vytvářet grafy ve výsledném georeportu a vizualizace dat byla umožněna pomocí knihoven **matplotlib.pyplot** a **matplotlib.patches** ve verzích 3.10.1. Dále bylo využito knihovny **io** 3.12.9, která pomáhá se čtením a zápisem dat, zpracování souborů nebo síťové komunikaci a knihovny **base64** 3.12.9, která slouží k převodu dat do formátu, který je snadno přenositelný a čitelný, zakódování obrázků a grafů do textového formátu, což bylo využito u map a grafů. Pro práci s geografickými daty a generování map byly využity **geopandas** ve verzi 1.0.1 a **shapely.geometry** ve verzi 2.0.7. Knihovna **contextily** ve verzi 1.6.2 byla použita pro přidání podkladových map do vizualizací a knihovna **json** 3.12.9 pro práci s GeoJSON daty. Pro výsledné generování PDF byly využity knihovny **weasyprint** ve verzi 64.1 a **webbrowser** 3.12.9, kdy první zmíněná knihovna slouží pro generování PDF dokumentů z HTML a CSS a druhá knihovna umožňuje otevírat URL v prohlížeči, zde v případě otevření vygenerovaného PDF reportu. V neposlední řadě knihovna **sys** 3.12.9 poskytla přístup k systémovým funkcím a proměnným, pro zprávu argumentů v příkazové řádce.

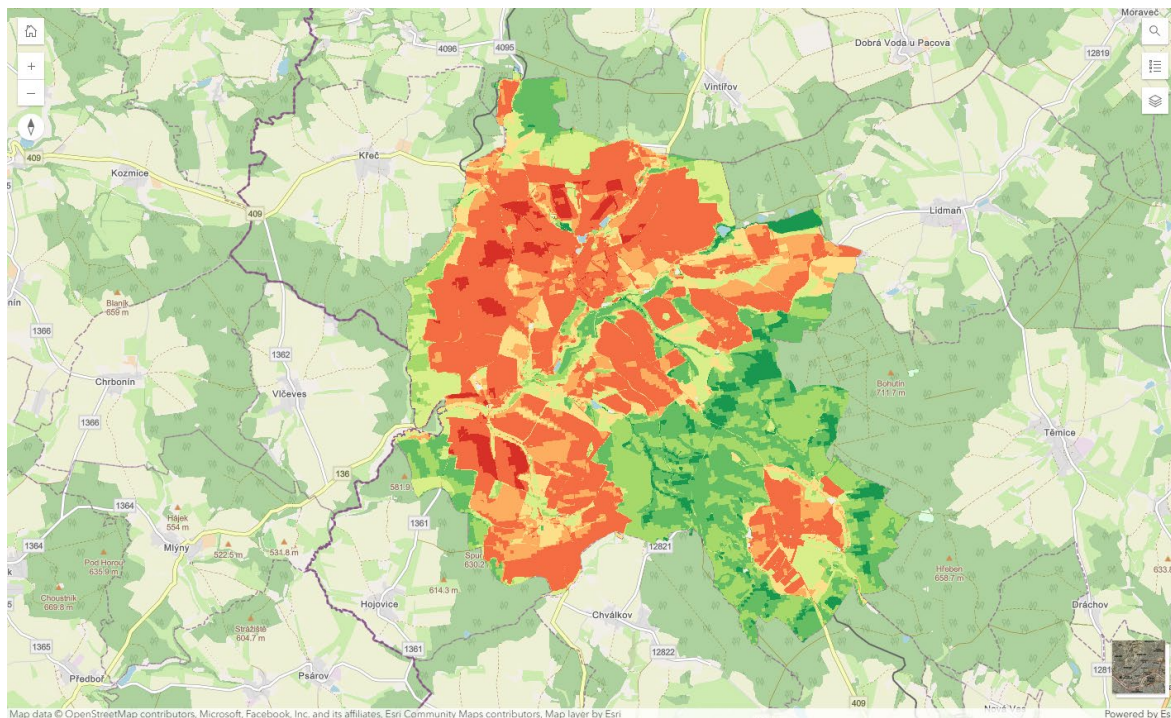
4 TVORBA APLIKAČNÍ LOGIKY



Obrázek 6 Schéma aplikační logiky

4.1 Příprava dat a tvorba aplikace Instant Apps

Pro vytvoření uživatelsky přívětivého prostředí bylo nezbytné zpracovat data a provést několik drobných úprav, jako je přidání nového sloupce do atributové tabulky, úprava symbologie nebo další drobné změny. Všechny tyto úpravy a změny byly provedeny v prostředí ArcGIS Pro. V tomto prostředí byly také vrstvy nahrány do online prostředí, ve kterém dále běží uživatelská aplikace. Pro její tvorbu byl vybrán nástroj Instant Apps od společnosti Esri. Po vložení potřebných vrstev bylo dále provedeno nastavení jednotlivých skupin vrstev, uspořádání vrstev, úprava obsahu vyskakovacích oken z klasického tabulkového výpisu atributové tabulky na uživatelsky přívětivější a srozumitelnější texty, do kterých se dané hodnoty z atributové tabulky dosazovaly.



Obrázek 7 Náhled z aplikace Instant Apps

4.2 Příprava webového prostředí

Pro vytvoření serverové logiky a naplnění cílů diplomové práce bylo potřeba mít funkční webové rozhraní v podobě Apache ve verzi 2.4, nakonfigurované PHP ve verzi 8 a Python prostředí ve verzi 3.12. Po nainstalování potřebných komponent a zjištění funkčnosti bylo nutné nainstalovat knihovny do Pythonu, které jsou nezbytné pro vytváření a generování georeportu a jeho částí. Instalace knihoven byla provedena pomocí příkazu `pip install „název knihovny“`. Knihovny použité v tomto projektu jsou zmíněny výše v kapitole Použité programovací/skriptovací jazyky a knihovny, kde jsou popsány jejich jednotlivé funkce a využití.

4.3 Příprava databáze

Další část, kterou bylo potřeba pro tvorbu celé aplikační logiky, byla databáze, do které bylo potřeba nahrát data, která budou využívány do georeportu pro dosazování hodnot, tvorbu grafů a map. V tomto případě byla využita databáze PostgreSQL ve verzi 14 s prostorovou nadstavbou PostGIS. Pro importování dat a jednodušší práci s databází bylo využito rozhraní pgAdmin 4. Data byla importována z CSV souborů, zejména tabulková data jako jsou metadata, a prostorová data byla jako SHP soubory importována pomocí PostGIS Shapefile Import/Export Manageru. Po naimportování a správě dat bylo potřeba si zapamatovat a zaznamenat základní údaje (název databáze, port, heslo a uživatel) z důvodu pozdějšího využití v Python kódu pro získání přístupu do databáze.

4.4 Tvorba hlavní stránky

Hlavní uživatelské prostředí, ve kterém uživatel získává základní informace o daném tématu, bylo vytvořeno pomocí jednoduché HTML stránky s hlavičkou, ve které se nachází

i proklik na formulář, a vloženou mapovou částí. Mapová část byla implementována pomocí iframe z webové aplikace ArcGIS Instant Apps, a tím nabízí uživateli interaktivní práci s mapou přímo na hlavní stránce, jako je změna podkladových map, možnost zobrazení tematických vrstev či zobrazení vyskakovacích oken (*Configure Iframes to Embed Published Reports—ArcGIS Insights | Documentation*, n.d.).

Kód hlavní stránky:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Portál zranitelnosti krajiny</title>
    <meta charset='UTF-8'>
    <meta name='description' content='HTML stránka georeportu
zranitelnosti krajiny'>
    <meta name='keywords' content='zranitelnost krajiny, georeport,
ekologie'>
    <meta name='author' content='Adéla Petřeková'>
    <style>
        body {
            font-family: Arial, sans-serif;
            margin: 0;
            padding: 0;
        }
        header {
            display: flex;
            justify-content: space-between;
            align-items: center;
            background-color: #4CAF50;
            color: white;
            padding: 10px 20px;
        }
        header h1 {
            margin: 0;
        }
        .button {
            background-color: #f44336;
            color: white;
            padding: 10px 20px;
            text-decoration: none;
            border-radius: 5px;
        }
        #viewDiv {
            height: 750px;
            width: 100%;
        }
    </style>
</head>
<body>
```

```

        footer {
            text-align: center;
            padding: 10px;
            background-color: #f1f1f1;
        }
    </style>
</head>
<body>
    <header>
        <h1>Portál zranitelnosti krajiny</h1>
        <a href="formulář.html" class="button">Georeport</a>
    </header>
    <main>
        <div id="viewDiv">
            <iframe
                src="https://kgi-
                upol.maps.arcgis.com/apps/instant/interactivelegend/index.html?appid=ca2a
                a0c9089b4537a7aed2622e25d774" width="100%" height="750" frameborder="0"
                style="border:0" allowfullscreen>iFrames nejsou na této stránce
                podporovány.</iframe>
        </div>
    </main>
    <footer>
        <p>&copy; Portál zranitelnosti krajiny, Univerzita Palackého v
        Olomouci</p>
    </footer>
</body>
</html>

```

4.5 Tvorba formuláře

Formulář slouží jako přechodná část mezi hlavní uživatelskou stránkou, ve které uživatel zjistí základní informace o daném tématu, a georeportem, ve kterém má výpis jednotlivých hodnot, grafy a mapy. Stránka formuláře byla vytvořena do dvou sloupců, kdy v levé části stránky si uživatel zvolí, která témata chce, aby se zobrazily ve výsledném georeportu a za jaké území (zda se bude počítat s celým zájmovým územím nebo dle uživatelského výběru). V této části byla potřeba nastavit automatické zaškrtnutí všech hodnot a propojení zaškrťování hlavních témat s podřazenými tématy.

Automatické zaškrťování bylo zajištěno přidáním `checked` do kódu:

```

<label>
    <input type="checkbox" id="typizaceMapy" name="typizace_mapy" checked>
    Mapy
</label>

```

Synchronizace nadřazených a podřazených témat je zajištěna pomocí JavaScript funkce `toggleSubOptions`. Funkce je volána při změně stavu nadřazeného checkboxu/tématu

(atribut `onchange`), kdy funkce získá všechny podřazené checkboxy uvnitř daného divu a nastaví jejich stav podle stavu nadřazeného.

Ukázka kódu nadřazeného checkboxu a JavaScript funkce:

```
<label>
    <input type="checkbox" id="temaTypizace" name="tema[]"
value="typizace" checked onchange="toggleSubOptions(this, 'typizace')">
    Typizace prioritních opatření
</label>
<script>
    function toggleSubOptions(mainCheckbox, subOptionsId) {
        var subOptions =
document.getElementById(subOptionsId).querySelectorAll('input[type="checkbox"]');
        subOptions.forEach(function(checkbox) {
            checkbox.checked = mainCheckbox.checked;
        });
    }
</script>
```

Dále bylo potřeba implementovat mapové rozhraní do stránky formuláře, které je v tomto případě vytvořeno na základě ArcGIS Javascript API, které oproti iframe umožňuje výběr území, nastavení výchozí vrstvy bez zásahu do aplikace či skrytí ostatních vrstev a zneaktivnění vyskakovacích oken. V neposlední řadě při zvolení uživatelského území umožnit uživateli vybrat území pomocí kliknutí na jednotlivá čtvercová pole, která se zabarví a opětovným kliknutím odeberou. Tento výběr se následně promítne do výpočtů v georeportu. Při kliknutí na tlačítko odeslat začíná zpracování a generování georeportu (*Samples | Sample Code | ArcGIS Maps SDK for JavaScript 4.32 | Esri Developer*, n.d.).

4.6 Tvorba georeportu

4.6.1 Spuštění procesu generování georeportu

Po stisknutí tlačítka „Odeslat“ ve formuláři dochází k odeslání uživatelských vstupů na server, kdy požadavek je zachycen a zpracován PHP skriptem. Tento skript přistupuje k odeslaným datům pomocí superglobální proměnné `$_POST`, která obsahuje všechny odeslané hodnoty z formuláře pomocí metody `POST`. Mezi tyto vstupy patří výběr území (`$_POST["uzemi"]`), uživatelsky definovaný polygon (`$_POST['userPolygon']`) a vybraná témata (`$_POST["tema"]`) s jejich podtématy. PHP skript provede základní zpracování dat, pokud uživatel definoval vlastní polygon, je řetězec převeden na formát vhodný pro předání Python skriptu.

```
if (!empty($user_polygon_string)) {
    $user_polygon = explode(",", $user_polygon_string);
    $user_polygon_arg = implode(",", $user_polygon);
} else {
```

```

        $user_polygon = [];
        $user_polygon_arg = "";
    }

```

Podobně jsou zpracovány i vybraná témata a podtémata extrahována do proměnných. Viz ukázka na tématu náchylnost:

```

if (in_array("nachylnost", $temata)) {
    if (isset($_POST["nachylnost_hodnoty"])) $podtemata[] =
    "nachylnost_hodnoty";
    if (isset($_POST["nachylnost_grafy"])) $podtemata[] =
    "nachylnost_grafy";
    if (isset($_POST["nachylnost_mapy"])) $podtemata[] =
    "nachylnost_mapy";
}

```

Klíčovou funkcí PHP skriptu je taktéž spuštění Python skriptu pomocí funkce `exec()`, kdy vytvoří příkaz pro spuštění a předává uživatelské výstupy jako argumenty příkazové řádky. Zajištění bezpečnosti argumentů předávaných do shellu je pomocí funkce `escapeshellarg()`. Hlavní logika generování georeportu (připojení k databázi, dotazování, vizualizace a tvorba PDF) je implementována v Python skriptu, kterému PHP předává potřebná data.

```

if (!empty($user_polygon_arg)) {
    $command = "python spousteni_georeportu.py " .
    escapeshellarg($uzemi) . " " . escapeshellarg($user_polygon_arg) . " " .
    escapeshellarg(implode(",", $temata)) . " " . escapeshellarg(implode(",",
    $podtemata));
    exec($command, $output, $return_var);
} else {
    $command = "python spousteni_georeportu.py " .
    escapeshellarg($uzemi) . " " . escapeshellarg(implode(",", $temata)) .
    " " . escapeshellarg(implode(",", $podtemata));
    exec($command, $output, $return_var);
}

```

4.6.2 Zpracování argumentů, připojení k databázi a tvorba dotazů

Po spuštění Python skriptu jsou argumenty načteny z PHP skriptu a uloženy do proměnných `uzemi`, `user_polygon`, `temata` a `podtemata`.

```

# Nastavení výchozích hodnot pro argumenty
uzemi = ""
user_polygon = ""
temata = ""
podtemata = ""

```

Dále je potřeba zkontrolovat počet předaných argumentů, aby se správně přiřazovaly hodnoty k nadefinovaným proměnným, zejména když se počet proměnných liší na základě toho, zda se počítá za celé území nebo uživatelsky zvolené území.

```
if len(sys.argv) >= 2:
    uzemi = sys.argv[1]
    if uzemi == 'uzivatelske':
        if len(sys.argv) >= 3:
            user_polygon = sys.argv[2]
        if len(sys.argv) >= 4:
            temata = sys.argv[3]
        if len(sys.argv) >= 5:
            podtemata = sys.argv[4]
    elif uzemi == 'cele':
        if len(sys.argv) >= 3:
            temata = sys.argv[2]
        if len(sys.argv) >= 4:
            podtemata = sys.argv[3]
else:
    print("Chyba: Neznámý typ území")
    sys.exit() # Ukončíme skript, pokud je typ území neznámý
```

Pro připojení do prostorové databáze, ze které se berou potřebná data, je umožněno pomocí knihovny `psycopg2`. To vše pomocí bloku `try ... except ... finally`. Nejdříve je potřeba nadefinovat do proměnných připojovací parametry (hostitel jako `host`, databázi jako `database`, uživatele jako `user`, heslo jako `password` a port), které prozatím jsou pevně zakódovány. Po úspěšném připojení je vytvořen kurzor (`cursor`) pro provádění SQL dotazů a blok `finally` zajišťuje uzavření kurzoru a připojení v případě že by došlo k chybě.

```
connection = None
cursor = None
try:
    connection = psycopg2.connect(dbname=dbname, user=user,
    password=password, host=host, port=port)
    cursor = connection.cursor()
    # ... (kód pro dotazování a zpracování dat)
except psycopg2.Error as e:
    print(f"Chyba při připojování k databázi: {e}")
    # ... (ošetření chyby)
finally:
    if cursor:
        cursor.close()
    if connection:
        connection.close()
```

Po úspěšném navázání spojení s prostorovou databází je potřeba nadefinovat dotazy pro získání a zpracování potřebných dat. Vzhledem k projektu, ve kterém se využívají prostorová data, je nezbytné využít rozšíření PostGIS. Struktura SQL dotazu je mírně odlišná na základě hodnoty proměnné `uzemi`. Uživatelsky definované území je do části dotazu `WHERE` zahrnuta prostorová podmínka, zatímco pro celé území SQL dotazy neobsahují žádné prostorové omezení. Dále bylo v dotazování využito klauzule `SELECT`, která je zodpovědná za výběr konkrétních sloupců obsahujících jednotlivé záznamy v daných tématech. Ty, jsou dále využívány pro následný výpis hodnot a vizualizaci v georeportu.

Ukázka SQL dotazu:

```
sql_query_esai_hlavni = f"SELECT AVG(w_veget) AS \"Stav vegetace\",  
AVG(w_clim) AS \"Stav klimatu\", AVG(w_soil) AS \"Stav půdy\", AVG(w_mgm)  
AS \"Intenzita lidské činnosti\" FROM cernovice_esai_na_ctverec  
{where_clause};"
```

4.6.3 Přípravné kódy pro vizualizaci dat a tabulkové výstupy

Po získání potřebných dat z databáze je klíčové před generováním grafických výstupů jako jsou mapy a grafy a tabulkových přehledů v georeportu provést přípravné kroky jako je nadefinování barevné škály k datům a další.

Jedním z přípravných kódů je nadefinování kategorií pro data náchylnosti a ekosystémových funkcí. Data náchylnosti jsou rozřazena do osmi kategorií, které mají pevně nadefinován rozsah, barvu i název kategorie. Nadefinované kategorie jsou využívány jak v tabulkovém zobrazení hodnot, tak při vizualizaci mapy.

```
# Rozsahy kategorií pro náchylnost k degradaci  
rozsahy_kategorii = {  
    "N": (1.00, 1.17, "Neovlivněné území", "#1a9850"),  
    "P": (1.17, 1.22, "Velmi nízká náchylnost k degradaci", "#66bd63"),  
    "F1": (1.22, 1.26, "Nízká náchylnost k degradaci", "#a6d96a"),  
    "F2": (1.26, 1.32, "Spíše nízká náchylnost k degradaci", "#d9ef8b"),  
    "F3": (1.32, 1.37, "Střední náchylnost k degradaci", "#fee08b"),  
    "C1": (1.37, 1.41, "Vysoká náchylnost k degradaci", "#fdae61"),  
    "C2": (1.41, 1.53, "Velmi vysoká náchylnost k degradaci", "#f46d43"),  
    "C3": (1.53, 2.00, "Extrémně vysoká náchylnost k degradaci",  
    "#d73027"),  
    "N/A": (None, None, "N/A", "#000000")  
}
```

Další z očekávaných přípravných kódů je nadefinování barev k měřítkům a rokům v tabulce věrohodnosti dat, které ukazují uživateli, jak podrobná data jsou a s jakou aktualizací, jelikož pokud jsou data málo podrobná nebo neaktualizovaná je potřeba data opatrněji interpretovat. Co se týká aktuálnosti dat, tak kód byl vyřešen poměrně

jednoduchou `if` podmínkou, kdy došlo k rozdílu aktuálního roku (získaný pomocí knihovny `datetime`) a roku získaného z SQL dotazu.

```
def urci_barvu_rok(rok):
    aktualni_rok = datetime.now().year
    rozdil = aktualni_rok - rok
    if rozdil < 3:
        return "#1a9641"
    elif rozdil < 5:
        return "#fdae61"
    else:
        return "#d7191c"
```

Oproti tomu u podrobnosti dat bylo potřeba podmínky vytvořit dvě, jelikož se zde nacházejí měřítka jak vektorová, tak rastrová (*m/px*), ale opět řešeno pomocí podmínek `if`.

```
def urci_barvu_klasicke_meritko(meritko):
    meritko_cislo = int(meritko.replace("1:", "").replace(" ", ""))
    if meritko_cislo <= 10000:
        return "#006400", ""
    elif meritko_cislo <= 50000:
        return "#FFA500", "Měřítka má méně přesné rozlišení."
    else:
        return "#FF0000", "Měřítka velmi hrubé - Data je potřeba interpretovat obezřetně."

def urci_barvu_meritko_na_pixel(meritko):
    meritko_cislo = int(meritko.replace("m/px", "").replace(" ", ""))
    if meritko_cislo <= 20:
        return "#006400", ""
    elif meritko_cislo <= 100:
        return "#FFA500", "Měřítka má méně přesné rozlišení."
    else:
        return "#FF0000", "Měřítka velmi hrubé - Data je potřeba interpretovat obezřetně."
```

Mezi nedílnou součástí georeportu je časová a unikátní značka, která zaručuje unikátnost daného dokumentu, aby nedošlo k záměně vygenerovaných PDF souborů. Díky časové značce uživatel přesně ví, kdy se daný dokument vygeneroval. Tyto značky jsou dopředu nadefinovány do proměnných, které se následně dosazují do HTML šablony georeportu.

Nadefinovaná časová značka:

```
timestamp = datetime.now().strftime("%d-%m-%Y %H:%M:%S")
```

Nadefinovaná unikátní značka:

```
id = uuid.uuid1()
```

Dále v záhlaví reportu je využíváno souřadnic, i tato část je dopředu nadefinována do proměnných, které se vkládá do HTML šablony. Nejdříve došlo k prostorovému dotazu

do databáze na základě nadefinovaného území (*není uvedeno v ukázkovém kódu*) a až poté k získání jednotlivých výstupů, které byly zaokrouhleny.

```
# Získání lokality
if sql_query_lokalita:
    try:
        cursor.execute(sql_query_lokalita)
        lokalita_tuple = cursor.fetchone()
        if lokalita_tuple:
            latitude, longitude = lokalita_tuple
            lokalita = f"Zeměpisná šířka: {latitude:.6f}, Zeměpisná délka: {longitude:.6f}"
        else:
            lokalita = "Neznámá lokalita"
    except psycopg2.Error as e:
        print(f"Chyba při provádění SQL dotazu pro lokalitu: {e}")
        lokalita = "Neznámá lokalita"
else:
    lokalita = "Neznámá lokalita"

# Získání MBR souřadnic
if sql_query_mbr:
    try:
        cursor.execute(sql_query_mbr)
        mbr_souradnice = cursor.fetchone()
        if mbr_souradnice:
            min_x, min_y, max_x, max_y = mbr_souradnice
            mbr_str = f"({min_x:.6f}, {min_y:.6f}) - ({max_x:.6f}, {max_y:.6f})"
        else:
            mbr_str = "Souřadnice nedostupné"
    except psycopg2.Error as e:
        print(f"Chyba při provádění SQL dotazu pro MBR: {e}")
        mbr_str = "Souřadnice nedostupné"
else:
    mbr_str = "Souřadnice nedostupné"
```

V neposlední řadě byla potřeba připravit tabulky hodnot pro zranitelnost krajiny, jelikož při výběru podtématu hodnoty ve formuláři se v georeportu vygenerují dvě tabulky, kdy jedna z nich je tabulka čtyř tematických skupin a jejich hodnot a druhá tabulka je patnácti ukazatelů. Před nadefinováním tabulky bylo potřeba u tematických skupin nejdříve zkontrolovat platnost dat, že obsahuje správný počet hodnot a není proměnná prázdná. Následně seřazení hodnot od nejhoršího stavu náchylnosti (nejvyšší hodnota) po nejlepší stav (nejnižší hodnota), v kódu to zaručuje výraz `sorted`, kdy `key=lambda x: x[1]` určuje, že pro porovnání se má použít druhý prvek každého tuple (neboli porovnání hodnot vůči sobě) a `reverse=True` určuje, že se jedná o sestupné řazení.

```

if data_esai_hlavni is not None and len(data_esai_hlavni) == 4:
    hlavni_esai_kategorie = sorted(
        [("Stav vegetace", data_esai_hlavni[0]), ("Stav klimatu",
data_esai_hlavni[1]), ("Stav půdy", data_esai_hlavni[2]), ("Intenzita
lidské činnosti", data_esai_hlavni[3])],
        key=lambda x: x[1], reverse=True
    )
else:
    print("Chyba: data_esai_hlavni jsou neplatná.")
    hlavni_esai_kategorie = [] # prázdný seznam pro vygenerování tabulky

```

Poté bylo možné generovat kód pro samotnou tabulku, ve které je nadefinováno, jak má vypadat, z jakých sloupců se skládá a jaké hodnoty se mají dosazovat. Hodnoty se dosazují pomocí for cyklu. Vytvořená tabulka je vložena do proměnné, která následně vstupuje do HTML šablony georeportu.

```

def generuj_tabulku_hlavni_kategorie(hlavni_esai_kategorie,
urci_kategorii, rozsahy_kategorii):
    tabulka_html =
"<table><tr><th>Téma</th><th>Hodnota</th><th>Kategorie</th></tr>"
    for tema, hodnota in hlavni_esai_kategorie:
        kategorie, kod_kategorie = urci_kategorii(hodnota)
        barva_textu = rozsahy_kategorii[kod_kategorie][3] if
kod_kategorie in rozsahy_kategorii else "#000000"
        tabulka_html +=
f"<tr><td><strong>{tema}</strong></td><td>{hodnota:.4f}</td><td>
style='color: {barva_textu};'{kategorie}</td></tr>"
        tabulka_html += "</table>"
    return tabulka_html

```

```

tabulka_hlavni = generuj_tabulku_hlavni_kategorie(hlavni_esai_kategorie,
urci_kategorii, rozsahy_kategorii)

```

4.6.4 Generování grafů

Pro generování grafu zastoupení jednotlivých kategorií zranitelnosti se využívá knihovna matplotlib.pyplot. Tvorba kódu se dá rozdělit do tří částí: sběr dat pro graf, samotné generování grafu a uložení grafu do paměti. Graf četnosti kategorií zranitelnosti byl počítán z patnácti ukazatelů zranitelnosti z proměnné `podrobne_esai`. Z této proměnné, která obsahuje seřazený seznam hodnot, je pomocí iterace získána kategorie a následně pomocí `kategorie_counts` se spočítá četnost výskytu jednotlivých kategorií. Pokud kategorie ve slovníku ještě neexistuje, je inicializována s hodnotou 1.

```

# Sbíráání dat pro graf (pouze z podrobne_esai)
kategorie_counts = {}
for tema, hodnota in podrobne_esai:

```

```

kategorie, _ = urci_kategorii(hodnota)
kategorie_counts[kategorie] = kategorie_counts.get(kategorie, 0) + 1

```

Po shromáždění dat se přistoupí k samotnému generování grafu. Zde popis jednotlivých funkcí a jejich významů:

- `plt.figure(figsize=(10, 6))`: vytvoří okno pro graf s určenou velikostí (šířka 10 palců, výška 6 palců),
- `plt.bar(kategorie_names, counts)`: vykreslí sloupcový graf, kdy na ose x je `kategorie_names` a výšky sloupců určuje `counts`,
- `plt.xlabel("Kategorie zranitelnosti")`: nastavení popisku osy x,
- `plt.ylabel("Počet výskytů")`: nastavení popisku osy y,
- `plt.title("Zastoupení kategorií zranitelnosti (podrobné ESAI)")`: nastavení názvu grafu,
- `plt.xticks(rotation=45, ha="right")`: otočení popisku osy x o 45° a zarovnání doprava,
- `plt.tight_layout()`: automatické upravení rozložení prvků grafu, aby se předešlo překrývání.

Pro vložení grafu do šablony HTML georeportu, bylo nutné jej uložit do formátu, který lze snadno vložit do webové stránky. V tomto případě bylo uloženo do formátu PNG do paměti a kódovaný do formátu base64. Toho bylo docíleno pomocí funkce `buf = io.BytesIO()`, která vytvoří objekt `BytesIO`, který slouží jako dočasné uložení dat v paměti. Poté funkce `plt.savefig(buf, format="png")` uloží aktuálně vytvořený graf do objektu `buf` ve formátu PNG. Aby se dala číst uložená data je potřeba ukazatel v paměťovém souboru dát na začátek, a to je umožněno pomocí kódu `buf.seek(0)`. Obsah paměťového souboru neboli PNG obrázek se načte a zakóduje do řetězce Base64 pomocí kódu `image_base64 = base64.b64encode(buf.read()).decode()`, což umožní řetězec přímo vložit do atributu `src` značky `<img>` do HTML šablony. A na závěr kód `buf.close()` uzavře paměťový soubor. Výsledkem celé části tohoto kódu je proměnná `image_base64`, která má v sobě obrázek grafu, připravený k vložení do HTML šablony georeportu.

4.6.5 Generování map

Ve vytvořeném georeportu jsou nedílnou součástí mapy, pro jejich vygenerování se využívá kombinace knihoven: `psycopg2` pro komunikaci s databází, `geopandas` pro práci s prostorovými daty, `matplotlib.pyplot` pro vykreslování a `contextily` pro přidání podkladových map. Nejdříve bylo potřeba nadefinovat barvy pro jednotlivé mapy, kdy zde bylo využito dvou přístupů pro mapy zranitelnosti se využívala stupnice, která už byla dříve nadefinovaná podle jejich hodnot a předdefinovaných kategorií.

```

# Funkce pro získání barvy podle kategorie (PRO MAPY ESAI)
def get_color_for_esai_polygon(hodnota, rozsahy_kategorii):
    """Získá barvu pro polygon ESAI na základě hodnoty a sloupce."""
    if hodnota is None:
        return 'gray' # Pro N/A
    # Využití rozsahy_kategorii pro získání barvy

```

```

for kod, (minimum, maximum, _, barva) in rozsahy_kategorii.items():
    if minimum is not None and maximum is not None:
        if minimum <= hodnota <= maximum:
            return barva
return 'gray' # Pro neznámé hodnoty

```

Pro mapy funkčnosti krajiny (mapy evapotraspirace, zásoby uhlíku a ekologické hodnoty biotopu) prozatím nebyla nadefinována barevná stupnice, proto byla potřeba ji doplnit, kdy byly barvy pomocí podmínky `if` přiřazeny k předem definovaným kategoriím.

```

# Funkce pro získání barvy podle kategorie (PRO MAPY)
def get_color_for_category_map(category):
    if category == 1:
        return '#d7191c'
    elif category == 2:
        return '#fdae61'
    elif category == 3:
        return '#ffffbf'
    elif category == 4:
        return '#a6d96a'
    elif category == 5:
        return '#1a9641'
    else:
        return 'gray' # Pro neznámé kategorie

```

Po nadefinování barevných stupnic a před samotným generováním map byla potřeba získat data pro jednotlivé mapy, které byly získány opět pomocí SQL dotazu přijímající sloupce s geometrií, hodnotami a klauzuli `WHERE` pro filtrování dat. Ukázka kódu:

```

def ziskej_data_pro_mapu(connection, sloupec_hodnot, where_clause,
sloupec_geom='geom'):
    """Získá data z databáze pro generování mapy."""
    cursor = connection.cursor()
    sql_query_mapy = f"""
        SELECT ST_AsGeoJSON(ST_Transform({sloupec_geom}, 4326)) as
        geojson_str, {sloupec_hodnot}
        FROM cernovice_esai_na_ctverec {where_clause} WHERE
        ST_IsValid({sloupec_geom});
    """

    if where_clause:
        sql_query_mapy = sql_query_mapy.replace(f" {where_clause} WHERE",
" WHERE")
    else:
        sql_query_mapy = sql_query_mapy.replace(f" {where_clause} WHERE",
" WHERE")

    cursor.execute(sql_query_mapy)
    data_mapy = cursor.fetchall()

```

```
return data_mapy
```

Samotné generování map je vytvořeno v rámci dvou funkcí `generuj_mapu` pro mapy funkčnosti a `generuj_mapu_esai` pro mapy zranitelnosti. Obě tyto funkce mají podobnou strukturu, kdy nejdříve inicializují prázdné seznamy pro geometrii, barvy a hodnoty. Následně proběhne iterace přes data, což znamená že pro každý záznam se načte geometrie pomocí knihovny `shapely`, určí se barva k hodnotě a hodnota se uloží. Tyto získané geometrie a barvy se převedou do objektu pro snadnější práci s prostorovými daty, které se transformují do jiného souřadnicového systému kvůli kompatibilitě s podkladovými mapami. Samotné vykreslení polygonů s určenými barvami a obrysy je pomocí funkce `.plot()`, skrytí os pomocí `ax.set_axis_off()` a přidání podkladové mapy (OpenStreetMap) z knihovny `contextily`.

```
def generuj_mapu(data, nazev_mapy, barvova_funkce):
    """Generuje mapu z dat."""
    geometries = []
    colors = []
    hodnoty = []
    for geojson_str, hodnota in data:
        try:
            geojson_data = json.loads(geojson_str)
            geom = shape(geojson_data)
            geometries.append(geom)
            color = barvova_funkce(hodnota)
            colors.append(color)
            hodnoty.append(hodnota)
        except Exception as e:
            print(f"Chyba při zpracování GeoJSON: {e}")

    gdf = gpd.GeoDataFrame(geometry=geometries, crs="EPSG:4326")
    gdf = gdf.to_crs(epsg=3857)
    gdf['color'] = colors
    gdf['hodnota'] = hodnoty

    fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 10))
    gdf.plot(ax=ax, color=gdf['color'], edgecolor='grey', linewidth=0.2)
    ax.set_axis_off()
    ctx.add_basemap(ax, source=ctx.providers.OpenStreetMap.Mapnik,
alpha=0.5)
```

Nezbytnou součástí mapy a velmi klíčovou pro srozumitelnost tématu je legenda. Pro její vytvoření se používají prvky z knihovny `matplotlib.patches`. Ukázka kódu legendy pro mapy funkčnosti:

```
patches = [mpatches.Patch(color=barva, label=nazev) for kategorie,
(nazev, barva) in kategorie_barvy.items()]
ax.legend(handles=patches, loc='lower right')
```

Stejně jako tomu bylo u grafů i mapy byla potřeba uložit do paměti a zakódovat, tak aby šlo mapu vložit do HTML šablony. Takže mapy byly uloženy jako PNG obrázky pomocí `io.BytesIO()` a zakódovány do formátu Base64.

4.6.6 HTML šablona a PDF výstup

Georeport, který je výsledně reprezentován PDF souborem (ve verzi 1.7, standardizovaný jako ISO 32000-1:2008) (*Weasyprint · PyPI*, 2025), je nejprve tvořen proměnlivou HTML šablonou, u které se obsah tvoří dynamicky na základě uživatelského výběru ve formuláři. Uživatelský výběr je zaznamenán do proměnných `temata` a `podtemata`, kdy pomocí příkazů `if` se mění struktura georeportu, a tedy i finálního HTML kódu, tak aby zahrnovala pouze ty sekce, které si uživatel vybral. Díky tomu není třeba udržovat a vytvářet více statických šablon.

```
# Téma: Odolnost krajiny
if "odolnost" in temata:
    html += "<h2> Krok III: Odolnost krajiny </h2>"
    # Podtéma: Hodnoty
    if "odolnost_hodnoty" in podtemata:
        html += "<p>zde hodnoty odolnosti</p>"
```

Mezi další funkcionalitu dynamické konstrukce HTML šablony je vkládání proměnných do těla kódu jako f-stringy (např. `{timestamp}`, `{id}`, `{data_esai:.4f}`, `{kategorie_esai}`, `{tabulka_hlavni}`, `{image_base64}`). Tyto proměnné obsahují informace o daném území (hodnoty jednotlivých ukazatelů z databáze, přiřazené kategorie, vytvořené a Base64 kódované obrázky grafů a map aj.).

V neposlední řadě u HTML šablony bylo potřeba nastavit stylování pro výsledné PDF pomocí CSS stylů, jako je formát A4, vzhled nadpisů nebo nastavení pravidla pro automatické generování čísla stránky na spodní okraj každé strany.

```
@page {{
    size: A4;
    margin: 10mm 20mm;
    @bottom-center {{
        content: "Strana " counter(page);
        font-family: Arial, sans-serif;
        text-align: center;
    }}
}}
```

Jednou z posledních věcí bylo potřeba naprogramovat převod HTML do PDF, které bylo možné pomocí knihovny `weasyprint`, kdy funkce `HTML("index.html").write_pdf("index.pdf")` provádí daný převod. Pro zjednodušení práce je po úspěšném vygenerování PDF soubor automaticky otevřen pomocí knihovny

webbrowser, což uživateli ihned zpřístupní georeport bez nutnosti manuálního vyhledání a otevření souboru.

5 VÝSLEDKY

Výsledkem diplomové práce je vytvoření funkční aplikační logiky pro generování georeportu, který je tvořen strukturovaným dynamicky generovaným PDF souborem, v doméně zranitelnosti krajiny. Logika je implementována na straně serveru, kdy se uživatelé vytvoří georeport na základě ad hoc dotazů, a je tvořena třemi hlavními komponentami: hlavní uživatelskou stránkou, formulářem a PDF souborem/georeportem.

Celkově se skládá ze sedmi souborů a po vygenerování alespoň jednoho georeportu z devíti souborů, které se musí nacházet ve stejné složce. Před vygenerováním georeportu jsou obsaženy takto: dva HTML soubory (hlavni.html sloužící jako uživatelská stránka a formular.html), jeden soubor s koncovkou ini (config.ini, který obsahuje přihlašovací údaje do databáze), jeden PHP soubor (generate_report_2.php umožňující přesun výběru z formuláře), dva PNG soubory obsahující loga do výsledného georeportu a jeden Python kód (spousteni_georeportu.py). Po vygenerování georeportu je navíc jeden HTML soubor a jeden PDF soubor reprezentující výsledný georeport. Při znovuspuštění formuláře se tyto dva soubory přepíší (viz Příloha 2 Struktura aplikační logiky a tabulek databáze).

Pro bezproblémové spuštění této aplikace je nezbytný server s operačním systémem podporující běh PHP a Python skriptů, minimální doporučená RAM 4 GB (spíše větší) a diskový prostor zejména pro databázi a data v ní (závisí na zvoleném území v případě Černovic přibližně 1,17 MB). Softwarové požadavky zahrnují webový server (Apache), s aktivní podporou PHP, interpret jazyka Python ve verzi 3.12 s nainstalovanými potřebnými knihovnami a v neposlední řadě přístup k prostorové databázi včetně platných přístupových údajů.

	tablename name	size text
1	cernovice_esai_na_ctverec	656 kB
2	cernovice_opatreni_250_cz	464 kB
3	metadata_dat	48 kB

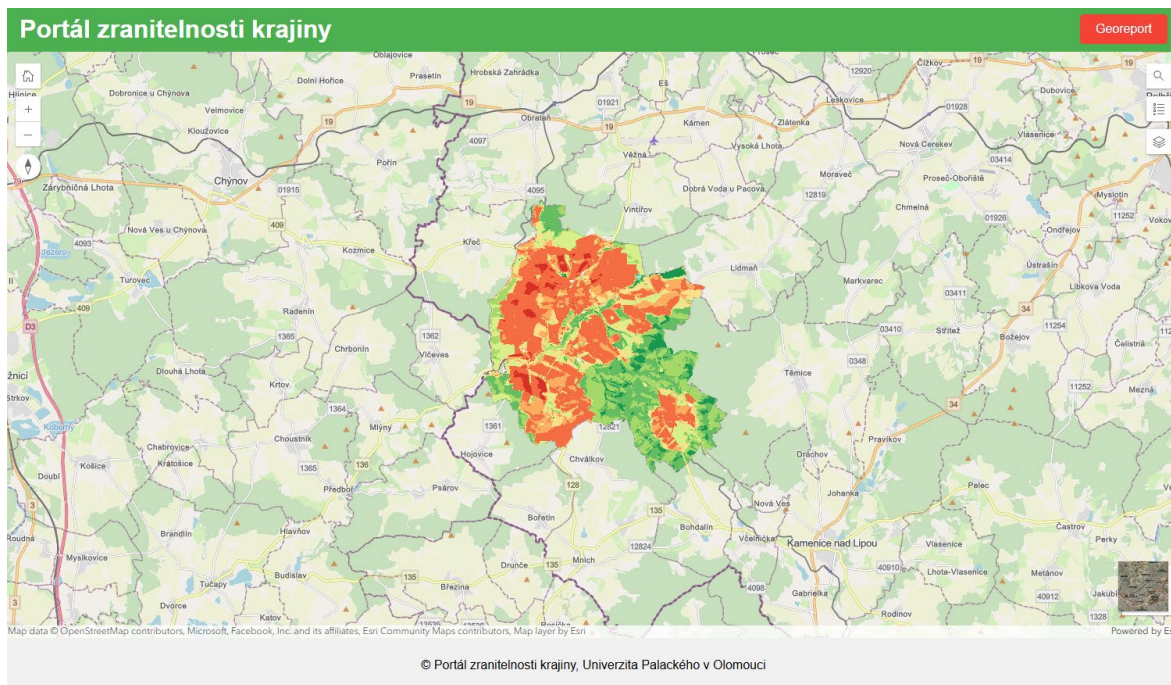
Obrázek 8 Velikost tabulek v databázi

Z hlediska přenositelnosti je řešení navrženo v multiplatformních jazycích PHP a Python, tak aby bylo co nejvíce flexibilní. Pro instalaci na jiném serveru je potřeba přesun relevantních souborů, konfigurace webového serveru, instalace Python knihoven pomocí nástroje pip a napojení na databázi či vytvoření databáze ve stejné struktuře očekávané Python skriptem. Aktualizace řešení vyžaduje přístup k souborovému systému serveru, řešené prostřednictvím FTP, a tedy nahrazením stávajících souborů jejich novými verzemi. V rámci této diplomové práce byla provedena implementace na server CzechGlobe.

5.1 Hlavní stránka

Mezi jeden z dílčích výsledků práce je hlavní uživatelské rozhraní zranitelnosti krajiny, které je tvořeno HTML stránkou, ve které je implementována aplikace Instant Apps formou iframe. Mapová aplikace umožňuje uživateli pohled do řešené problematiky, pomocí tematických vrstev a jejich skupin, které nabízejí i možnost vyskakovacích oken

poskytujících detailnější informace o dané oblasti ve zvoleném tématu. Díky tomu uživatel získá základní informace a přehled o dané problematice v zájmovém území, což nejen zajišťuje větší povědomí o tématu zranitelnosti krajiny, ale pomáhá v rozhodování ochrany životního prostředí a územního plánování. Jedním z klíčových prvků na hlavní stránce je tlačítko umožňující přechod na stránku formuláře.



Obrázek 9 Náhled hlavní uživatelské stránky

5.2 Formulář

Dalším dílčím výsledkem diplomové práce je formulář, který je tvořen HTML stránkou rozdělenou na dvě části. Formulář slouží k tomu, aby si uživatel nadefinoval, jaká témata a za jakou oblast chce vygenerovat výsledný PDF georeport. Výběr území je umožněn pomocí mapové aplikace, která je implementována pomocí Javascript API do pravé části HTML stránky. Uživatel si oblast vybere pomocí výběru uživatelského území a kliknutím na příslušný čtvereček reprezentující danou oblast, který se následně zvýrazní červenou barvou. Lze zvolit i několik oblastí najednou a pokud si rozmyslí svůj výběr před odesláním formuláře, je možné oblast odznačit opětovným kliknutím. Zvolení témat je uživateli umožněno pomocí jednoduchých zaškrtačkových boxů v levé části stránky, kdy je vytvořena i návaznost nadřazených témat s podřazenými pro jednodušší práci. Po dokončení výběru je potřeba pro vygenerování georeportu stisknout tlačítko Odeslat, díky kterému se spustí další kódy (PHP, Python) odesílající požadavky do databáze a zpracovávající data.

Výběr území

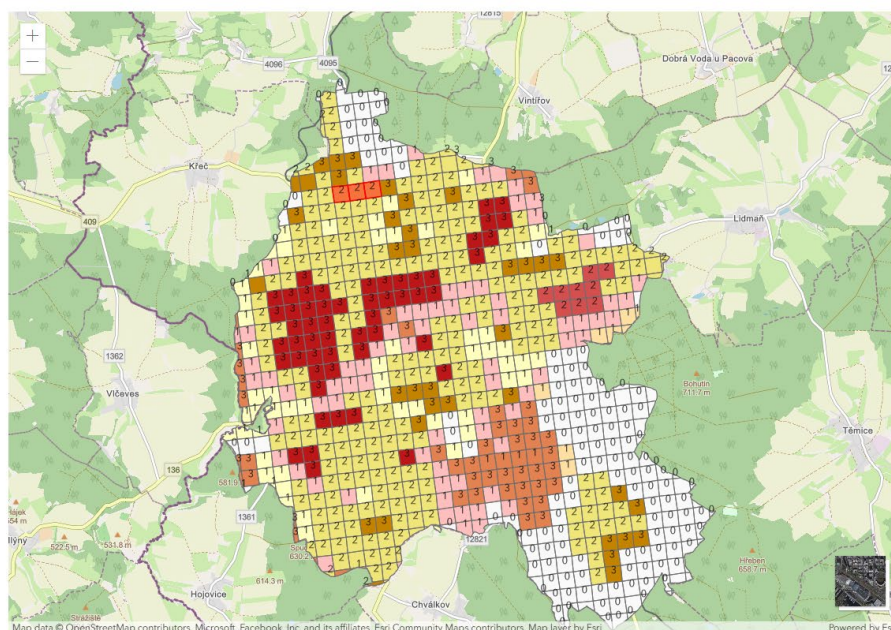
- ☐ Celé území
☒ Uživatelské území

Vybírejte území pomocí kliknutí na jednotlivé čtverce

Výběr tématu

- ☒ Náchylnost území k degradaci
☒ Hodnoty
☒ Grafy
☒ Mapy
- ☒ Funkčnost krajiny
☒ Hodnoty
☒ Grafy
☒ Mapy
- ☒ Odolnost krajiny
☒ Hodnoty
☒ Grafy
☒ Mapy
- ☐ Syntéza/lokalizace prioritních opatření
☐ Hodnoty
☐ Grafy
☐ Mapy
- ☒ Typizace prioritních opatření
☒ Hodnoty
☒ Grafy
☒ Mapy

Odeslat



Obrázek 10 Náhled stránky formuláře

5.3 Georeport

Poslední a hlavní částí je georeport, který poskytuje uživateli podrobnější pohled do dané problematiky. Před samotným vygenerováním PDF souboru je potřeba, po stisknutí tlačítka Odeslat, přenést uživatelem zvolený výběr území a tématu. V této diplomové práci je řešeno PHP souborem, který následně výběr předává do Python kódu a spouští ho. Funkcí Python kódu je na základě uživatelského výběru se dotázat do prostorové databáze, ve které jsou obsažena data, se kterými dále pracuje. Pro ukládání dat je zvolena prostorová databáze implementována pomocí PostgreSQL ve verzi 14 s nadstavbou PostGIS obsahující tři entity: dvě tabulky s prostorovými daty a jednu tabulku s informacemi o zdrojích dat s následující strukturou (viz Příloha 2 Struktura aplikační logiky a tabulek databáze). Tato data se využívají pro tvorbu map, grafů a dosazují se do textových a tabulkových částí georeportu. Další funkcí Python kódu je nadefinování funkcí pro práci s daty a pro tvorbu jednotlivých komponent georeportu (unikátní a časové značky, grafy, mapy, tabulky, přiřazování kategorií aj.). Tyto komponenty se dále dosazují do HTML šablony, která je také obsahem Python kódu, definující, jak bude vypadat výsledný georeport. A v poslední řadě Python kód obsahuje převod HTML šablony do výsledného PDF, které se vygeneruje a otevře.

Název reportu: Zranitelnost krajiny

Lokalita: Zeměpisná šířka: 49.359821, Zeměpisná délka: 14.972277
Souřadnice: (-717927.506000, -1132838.880000) - (-710324.163000, -1123688.801000)
Datum a čas generování: 28-04-2025 00:51:29
Unikátní identifikátor: 281f786b-23ba-11f0-878e-38fc988e2fa0

Krok I: Náchylnost krajiny k degradaci

ESAI je nástroj k hodnocení náchylnosti území k degradaci ve smyslu ztráty produkční schopnosti území. Byl vyvinut v rámci projektu MEDALUS, cíleného na boj s desertifikací v Mediteránní oblasti a přizpůsoben pro podmínky ČR. Díky tomu, že je zaměřený na drivery degradace, umožňuje vytipování zranitelných území dříve, než se plně projeví ztrátou produkční funkce.

Jedná se o kompozitní index, zahrnující 15 parametrů – driverů degradace území, seskupených do čtyř základních témat: a) intenzita lidské činnosti, b) stav půdy, c) stav vegetace a d) stav klimatu. Pro každý parametr je vytvořena vrstva v GIS parametrizovaná do škály 1–2 (1 – nejnížší náchylnost k degradaci, 2 – nejvyšší náchylnost k degradaci). Geometrickým průměrem se vypočítá nejprve hodnota indexů pro jednotlivá témata a následně celkový index ESAI, který je zařazen do jednotlivých kategorií náchylnosti území.

Ve zvoleném území dosahuje výsledná hodnota náchylnosti k degradaci hodnoty **1.335** a je klasifikována jako **Střední náchylnost k degradaci (F3)**.

Téma	Hodnota	Kategorie
Stav vegetace	1.555	Extrémně vysoká náchylnost k degradaci (C3)
Stav půdy	1.366	Střední náchylnost k degradaci (F3)
Stav klimatu	1.265	Spíše nízká náchylnost k degradaci (F2)
Intenzita lidské	1.200	Velmi nízká náchylnost k degradaci (P)

Obrázek 11 Náhled č.1 na georeport

6 DISKUZE

Diplomová práce se zabývala vývojem aplikační logiky pro generování georeportu z prostorových dat. Během vývoje se vyskytla řada omezení, problémů a otázek, které ovlivnily tvorbu samotné aplikace a její finální stav. Cílem této diskuze je kriticky zhodnotit jednotlivé výsledky, okomentovat vzniklé problémy, dovysvětlit volbu jednotlivých řešení a navrhnout změny pro budoucí vývoj.

V práci bylo využíváno jazyka Python zejména pro samotné generování PDF souboru, tento programovací jazyk byl zvolen pro svoji jednoduchost a komplexnost (*Python Knihovny pro Každého | ENGETO Academy*, 2025). U tohoto programovacího jazyku byla potřeba si dát pozor na jednotlivé verze, jelikož některé knihovny fungují jenom s určitými verzemi a na jiných mohou způsobovat problémy (*Pip - How to Know What Python Version a Package Is Compatible with - Stack Overflow*, 2021). Další problém v rámci jazyka Python a PHP nastal při pokusu nasazení na produkční prostředí, kdy jak už bylo zmíněno aplikační logika potřebuje pro správný chod určitou verzi (*Python Environment a Balíčkovací Systémy | Python Programátor*, n.d.). Na produkčním prostředí již existovaly některé projekty a bylo potřeba zajistit, aby změna verzí a případné nasazení logiky nepoškodilo a neovlivnilo fungování daných projektů.

Při návrhu uživatelského rozhraní pro vizualizaci a interakci s prostorovými daty na hlavní stránce a formuláři bylo zvoleno využití ArcGIS Instant Apps, i přesto že finální prezentace probíhá v kontextu HTML (jako iframe a JavaScript API). Hlavní motivací tohoto řešení bylo použití již předdefinovaných funkcionalit ArcGIS jako je stylování, seskupování a správa vrstev a automatické generování interaktivních vyskakovacích oken (pop-up) na základě atributových dat. V porovnání s alternativním přístupem, například s využitím knihovny Leaflet, se toto řešení ukázalo jako časově méně náročné, jelikož u knihovny Leaflet by bylo nutné pokročilé funkce implementovat a stylovat individuálně. (*ArcGIS vs Leaflet | What Are the Differences?*, n.d.; *Leaflet vs ArcGIS API vs ArcGIS Online : R/Gis*, n.d.)

Vytvořená aplikační logika zahrnuje duplicitní uložení klíčových dat pro vrstvy tvořené čtvercovou sítí, jak v platformě ArcGIS, tak v databázi PostgreSQL. Tato redundance s sebou nese zvýšenou složitost správy a aktualizace dat vyžadující synchronizaci mezi oběma systémy, ale byla zavedena z několika důvodů. Uložení dat v ArcGIS ekosystému umožňuje plné využití daného prostředí a pokročilých vizualizací a současně uložení dat v PostgreSQL poskytuje snadnější a flexibilnější dotazování a manipulaci s daty do Python kódu, a tedy i výsledného georeportu. Je důležité poznamenat, že v obou prostředích jsou zároveň i vrstvy, které nejsou duplikovány v tom druhém, konkrétněji v PostgreSQL databázi se jedná o metadatové informace a v prostředí ArcGIS se jedná o prostorové vrstvy, které nejsou uspořádány ve čtvercové síti. Duplicitní uložení některých dat v obou systémech však může sloužit i jako potenciální mechanismus zálohování dat v případě výpadku nebo nedostupnosti jednoho ze systémů.

Mezi jeden ze zásadních nedostatků je rychlost kódu pro generování georeportu. V rámci dalšího vývoje je klíčová optimalizace kódu, která by vedla ke zmíněnému zrychlení a k větší efektivitě kódu. Tohoto lze docílit pomocí odstranění některých částí, které sloužily pro účely testování funkčnosti jednotlivých částí kódu např. výpis některých proměnných a další, kdy pro produkční nasazení již nepředstavují přidanou hodnotu a vedou k zatížení

systému. K promazání těchto proměnných prozatím nedošlo, jelikož skripty nebyly dostatečně otestovány na produkčním serveru. Další vývoj této práce by směřoval k otestování již fungujících kódů, doladění průběhu celé aplikační logiky, optimalizaci kódů, a tím i zrychlení celkového načítání, a zkompletování obsahu šablony georeportu.

7 ZÁVĚR

Obsahem této diplomové práce je vývoj aplikační logiky pro generování georeportů z prostorových dat na posuzování zranitelnosti krajiny. Cílem práce bylo navrhnout serverovou logiku, která na základě uživatelského dotazu vygeneruje strukturovaný georeport ve formátu PDF, obsahující informace o zranitelnosti krajiny.

Pro dosažení tohoto cíle bylo zvoleno použití jazyka Python, jako hlavní programovací jazyk, který komunikuje s prostorovou databází PostgreSQL/PostGIS, zpracovává uživatelské dotazy a generuje výstupní georeport pomocí knihovny `weasyprint`. Klíčovým prvkem vývoje bylo vytvoření dynamické HTML šablony, která se plní daty na základě uživatelských dotazů a s informacemi o věrohodnosti dat, a PHP skriptu, který přenáší informace o výběru uživatele z mapové aplikace a formuláře do Python skriptu.

Výsledkem práce je prototyp aplikace, který umožňuje uživatelům zadávat dotazy na zranitelnost krajiny a získávat strukturovaný georeport ve formátu PDF. Mezi hlavní výstupy celé aplikační logiky patří:

- **Hlavní uživatelské rozhraní:** HTML stránka s mapovou aplikací sloužící pro získání základního povědomí o zranitelnosti krajiny.
- **Formulář:** Stránka tvořená mapovým oknem a zaškrťovacími boxy zachycuje uživatelský výběr a dotazy, které následně pomocí PHP skriptu zasílá do Python skriptu.
- **Generovaný PDF soubor:** Georeport, který obsahuje textové shrnutí, tabulky, grafy a mapové vizualizace klíčových ukazatelů zranitelnosti a hodnocení věrohodnosti použitých vstupních dat.

Hlavní přínosem této práce je vytvoření uceleného nástroje pro automatické generování dynamické georeportu jakožto PDF souboru, který slouží k rozšíření povědomí o zranitelnosti krajiny a usnadnění rozhodování v oblasti ochrany přírody a územního plánování i pro uživatele, kteří nejsou znalí geoinformačních systémů.

Závěrem lze konstatovat, že cíle práce byly naplněny a vytvořená logika představuje nástroj, který má velký potenciál využití a dalšího rozvoje. Mezi jednu z možností rozvoje je rozšíření obsahové stránky georeportu o další informace, analýzy, funkcionality a datové zdroje. Tato práce představuje perspektivní řešení pro širokou škálu uživatelů od odborníků až po veřejnost s využitím nejen v oblasti zranitelnosti krajiny, ochrany životního prostředí a územním plánování.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

- Adaptační strategie České republiky.* (n.d.). Retrieved 29 September 2024, from <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/adaptacni-strategie-cr>
- Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. (2022). *Uživatelská podpora AOPK ČR*. <https://webgis.nature.cz/aopkhelpp/Georeport>
- ArcGIS vs Leaflet | What are the differences?* (n.d.). Retrieved 30 April 2025, from https://stackshare.io/stackups/arcgis-vs-leaflet?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR5ZsglCwVBNTRWLMGsfq3UuiKXXy0S Ug8bozWRlp0dk2qOmsagxLobqv7ualw_aem__3PdsNKg5q67qMG_wl79OQ
- Basso, B., de Simone, L., Ferrara, A., Cammarano, D., Cafiero, G., Yeh, M. L., & Chou, T. Y. (2010). Analysis of contributing factors to desertification and mitigation measures in Basilicata region. *Italian Journal of Agronomy*, 5(SUPPL. 3), 33–44. <https://doi.org/10.4081/ija.2010.s3.33>
- Cacciotti, R., Sardella, A., Drdácý, M., & Bonazza, A. (2024). A Methodology for Vulnerability Assessment of Cultural Heritage in Extreme Climate Changes. *International Journal of Disaster Risk Science*, 15(3), 404–420. <https://doi.org/10.1007/s13753-024-00564-8>
- Chobot, K., & AOPK ČR. (2020). *Monitoring biodiversity: stav a vývoj*.
- Clarke, B., & Otto, F. (2022). *Extrémy počasí a klimatická změna Jak o nich mluvit a psát-Kompas pro novináře*.
- Configure iframes to embed published reports—ArcGIS Insights | Documentation.* (n.d.). Retrieved 3 May 2025, from <https://doc.arcgis.com/en/insights/latest/share/embed-iframe.htm>
- Cudlín, O., Pechanec, V., Prokopová, M., & Cudlín, P. (2021). *Hodnocení zranitelnosti a rizika degradace (nejen) venkovské krajiny*.
- Egidi, G., Bianchini, L., Cividino, S., Quaranta, G., Salvia, R., Cudlin, P., & Salvati, L. (2022). Toward a spatially explicit analysis of land vulnerability to degradation: a country-level approach supporting policy strategies. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(5). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10012-z>
- GDR: GeoRePORT Protocol and Spreadsheet Template. (2021). https://gdr.openei.org/submissions/1177?utm_source=chatgpt.com
- Georeport.* (n.d.). Retrieved 26 August 2024, from <https://georeport.iprpraha.cz/>
- GeoReport v2.* (n.d.). Retrieved 22 April 2025, from https://wiki.open311.org/GeoReport_v2/?utm_source=chatgpt.com
- Hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu k roku 2017.* (2019). <https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2020/03/Hodnocení-zranitelnosti-CR-vuci-ZK-2017.pdf>
- Klein, R. J., Alam, M., Berkhout, F. G., Dow, K., Rebecca Shaw, M., Botzen, W., Buhaug, H., Butzer, K. W., Carina Kesitalo, E. H., Gitay, H., Thurlow, J., Buob, S., Thomas, A., Barros, V., Dokken, D., Mach, K., Bilir, T., Chatterjee, M., Ebi, K., ... MacCracken, S. (n.d.). *6 Adaptation Opportunities, Constraints, and Limits Coordinating Lead Authors: Lead Authors: Contributing Authors: Review Editors.* Paul Watkiss.
- Kosmas, C. ., Kirkby, M. J. ., & Geeson, Nichola. (1999). *The Medalus project: Mediterranean desertification and land use: manual on key indicators of*

- desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification.*
Directorate-General Science, Research and Development.
- Kuchyňková, H. (2007). *INDIKÁTOR VIZUÁLNÍ CITLIVOSTI KRAJINY INDICATOR OF LANDSCAPE VISUAL FRAGILITY.*
- Leaflet vs ArcGIS API vs ArcGIS Online : r/gis.* (n.d.). Retrieved 30 April 2025, from https://www.reddit.com/r/gis/comments/3bfmv2/leaflet_vs_arcgis_api_vs_arcgis_online/?rdt=58724
- Ministerstvo životního prostředí. (2015). *Národní akční plán adaptace na změnu klimatu.*
- Otevřená data o klimatu; z. ú., Holík, P., & Snováková, A. (2024, April 30). *Co ovlivňuje zdraví půdy a proč půda degraduje?*
<https://faktaoklimatu.cz/explainery/zdravi-pudy-degradace#co-je-p%C5%AFdn%C3%AD-degradace-a-pro%C4%8D-k-n%C3%AD-doch%C3%A1z%C3%AD>
- Pechanec, V., Prokopová, M., Salvati, L., Cudlín, O., Procházka, J., Samec, P., Včeláková, R., & Cudlín, P. (2021). Moving toward the north: A country-level classification of land sensitivity to degradation in Czech Republic. *Catena*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105567>
- pip - How to know what python version a package is compatible with - Stack Overflow.* (2021). <https://stackoverflow.com/questions/66627014/how-to-know-what-python-version-a-package-is-compatible-with>
- Prokopová, M., Pechanec, V., Cudlín, O., Včeláková, R., Purkyt, J., Štěrbová, L., Dante, R. A., Plch, R., Edwards, M., & Cudlín, P. (2023). *Postup pro hodnocení degradace krajiny a návrh vhodných opatření.*
- Python environment a balíčkovací systémy | Python Programátor.* (n.d.). Retrieved 22 April 2025, from <https://www.python-programator.cz/clanky/python-environment-balickovaci-systemy>
- Python knihovny pro každého | ENGETO Academy.* (2025). <https://engeto.cz/blog/programovani/python-knihovny-pro-kazdeho/>
- Registr číselníků ČÚZK - INSPIRE PROD.* (2020). <https://services.cuzk.cz/registry/codelist/SpatialDataServiceType/Georeport>
- RESTEP - Lokalizace.* (n.d.). Retrieved 26 August 2024, from <https://restep.vumop.cz/?core=lokalizace>
- Richter, A. (2018). *Webinar: GeoRePORT - Geothermal Research Portfolio Optimization and Reporting Technique | ThinkGeoEnergy - Geothermal News & Insights.*
<https://www.thinkgeoenergy.com/webinar-georeport-geothermal-research-portfolio-optimization-and-reporting-technique/>
- Samples | Sample Code | ArcGIS Maps SDK for JavaScript 4.32 | Esri Developer.* (n.d.). Retrieved 3 May 2025, from <https://developers.arcgis.com/javascript/latest/sample-code/all/>
- Statistické georeporty | ČSÚ.* (n.d.). Retrieved 26 August 2024, from <https://geodata.csu.gov.cz/as/georeporty/ext/>
- Statistický geoportál přináší vizualizovaná data ČSÚ | Produkty.* (2023). <https://csu.gov.cz/produkty/statisticky-geoportal-prinasi-vizualizovana-data-csu>
- Stejkorová, P. (2010). *Biodiverzita a její využití v hodnocení ekologických rizik.*
- weasyprint · PyPI.* (2025). <https://pypi.org/project/weasyprint/>

Ztráta biologické rozmanitosti: důsledky a příčiny | Témata | Evropský parlament.
(2021).

<https://www.europarl.europa.eu/topics/cs/article/20200109STO69929/ztrata-biodiverzity-jake-jsou-jeji-dusledky-a-priciny>

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Tabulka zdrojů dat ESAI

Příloha 2 Struktura aplikační logiky a tabulek databáze

Příloha 3 Poster

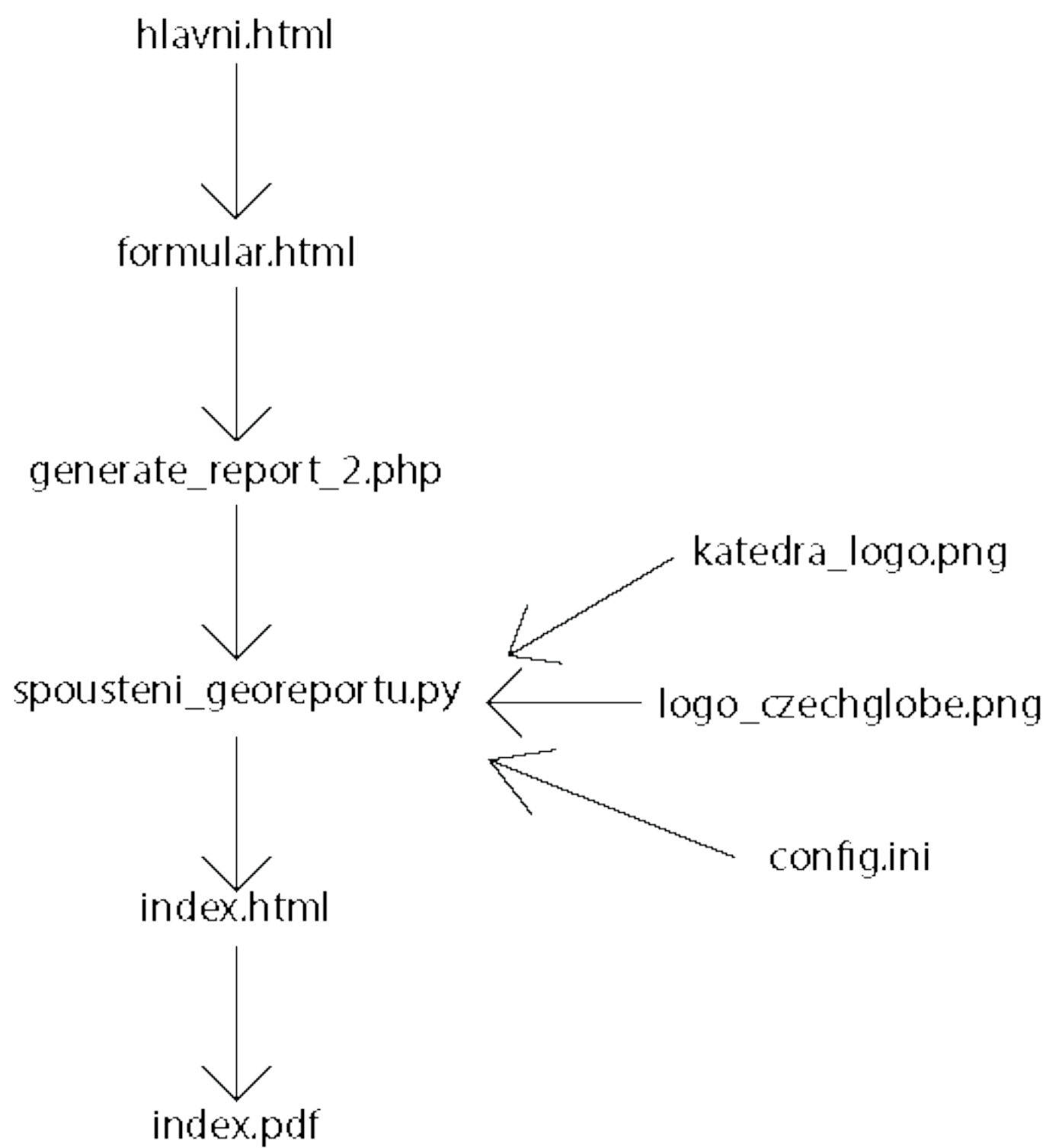
Příloha 4 Aplikace Instant Apps

Příloha 5 Kódy, skripty a data

Príloha 1 Tabulka zdrojů dat ESAI

Tabulka 1 Zdroje dat ESAI

Indikátor	Zdroj dat	Garant dat	Rok aktualizace	Měřítko	Tematická skupina
Textura	BPEJ, OPRL	VÚMOP, ÚHUL	2018	1:10 000	Stav půdy
Hloubka půdy	BPEJ, OPRL	VÚMOP, ÚHUL	2018	1:10 000	Stav půdy
Skeletovitost	BPEJ, OPRL	VÚMOP, ÚHUL	2018	1:10 000	Stav půdy
Matečná hornina	Geologická mapa ČR	Česká geologická služba	2019	1:100 000	Stav půdy
Propustnost	BPEJ, OPRL	VÚMOP, ÚHUL	2018	1:10 000	Stav půdy
Sklonitost svahu	DMR 5G	ČÚZK	2016	5m/px	Stav půdy
Průměrný roční úhrn srážek	Climate data	CzechGlobe	2019	100m/px	Stav klimatu
Index sucha	Climate data	CzechGlobe	2019	100m/px	Stav klimatu
Orientace svahu	DMR 5G	ČÚZK	2016	5m/px	Stav klimatu
Schopnost vegetace bránit erozi	Kombinovaná vrstva biotopů (DKV)	CzechGlobe, UPOL	2019	1:10 000	Stav vegetace
Odolnost vegetace vůči suchu	Kombinovaná vrstva biotopů (DKV)	CzechGlobe, UPOL	2019	1:10 000	Stav vegetace
Pokryvnost vegetace	Kombinovaná vrstva biotopů (DKV), HRL	CzechGlobe, UPOL, ESA	2019	1:10 000	Stav vegetace
Hustota populace	ArcČR	ArcData Praha, ČSÚ	2016	1:10 000	Intenzita lidské činnosti
Populační růst	ArcČR	ArcData Praha, ČSÚ	2016	1:10 000	Intenzita lidské činnosti
Intenzita využití půdy	CZ_GLOBIO:MSA_LU	CzechGlobe, UPOL	2018	1:10 000	Intenzita lidské činnosti



Obrázek 12 Struktura aplikační logiky

V databázi se nacházení 3 tabulky (metadata_dat, cernovice_esai_na_ctverec, cernovice_opatreni_250_cz) bez vzájemné provázanosti.

metadata_dat		
indikator		text
zkratka	character varying(3)	
indikator_cz		text
source_dat		text
last_update		smallint
meritko		text
zkratka_txt		text
datovy_zdroj		text

 dbdiagram.io

Obrázek 13 Tabulka metadata_dat s jejími sloupci a datovými typy

cernovice_opatreni_250_cz	
id 	bigint NN
geom	public.geometry
fid_černo	bigint
fid_čer_1	bigint
fid_q_cern	bigint
shape_leng	doubleprecision
fid500	doubleprecision
ef_gm	doubleprecision
dd_n	doubleprecision
hh_n	doubleprecision
hc_n	doubleprecision
lu_p	character varying(10)
ef_gm_n	doubleprecision
rp_gm_n	doubleprecision
cchr_n	doubleprecision
rp_ok_gm	doubleprecision
shape_le_1	doubleprecision
shi500	doubleprecision
shi500_n	doubleprecision
ef_rp_cch	doubleprecision
opatreni	character varying(150)
urgency	doubleprecision
ef_st	doubleprecision
rp_st	doubleprecision
cchr_s_rev	doubleprecision
cchr_st	doubleprecision
e_c_hb	doubleprecision
ef_opatr	character varying(20)
ef_opatr_u	doubleprecision
dd_hh_hc	doubleprecision
rp_opat	character varying(10)
r_opat_urc	doubleprecision
shape_le_2	doubleprecision
shape_area	doubleprecision
opatreni_c	character varying(254)

Obrázek 14 Tabulka cernovice_opatreni_250_cz s jejími sloupci a datovými typy

cernovice_esai_na_ctverec	
id	bigint NN
geom	public.geometry
shape_leng	doubleprecision
fid500	doubleprecision
shape_le_1	doubleprecision
shape_area	doubleprecision
id_1	doubleprecision
dra_w	doubleprecision
par_w	doubleprecision
dep_w	doubleprecision
fra_w	doubleprecision
tex_w	doubleprecision
slo_w	doubleprecision
den_w	doubleprecision
grw_w	doubleprecision
int_w	doubleprecision
w_rai	doubleprecision
arid_w	doubleprecision
asp_w	doubleprecision
dry_w	doubleprecision
ero_w	doubleprecision
pla_w	doubleprecision
w_soil	doubleprecision
w_mgm	doubleprecision
w_clim	doubleprecision
w_veget	doubleprecision
w_esai	doubleprecision
kat_soil	doubleprecision
kat_mgm	doubleprecision
kat_clim	doubleprecision
kat_veget	doubleprecision
kat_esai	doubleprecision
evap_m	doubleprecision
c_above	doubleprecision
c_below	doubleprecision
c_dead	doubleprecision
c_total_m	doubleprecision
hb_m	doubleprecision
kat_evap_v	doubleprecision
kat_ctot_v	doubleprecision
kat_hb_vyp	doubleprecision
evap_n	doubleprecision
ctot_n	doubleprecision
hb_n	doubleprecision
v1	doubleprecision
v2	doubleprecision
v2_n	doubleprecision
stav_změn	character varying(254)
d2n_mean_n	doubleprecision
d2n_mean_1	doubleprecision
dd_ok	doubleprecision
dd_ok_n	doubleprecision
edge250	doubleprecision
ed250_n	doubleprecision
edge500	doubleprecision
edge500_n	doubleprecision
v11	doubleprecision
v21	doubleprecision
v2_v1	doubleprecision
v1_n	doubleprecision
v2_n1	doubleprecision
v2_v1_n	doubleprecision
msi500	doubleprecision
msi500_n	doubleprecision
msi250	doubleprecision
msi250_n	doubleprecision
shdi250	doubleprecision
shdi250_n	doubleprecision
shdi500	doubleprecision
shdi500_n	doubleprecision
lm_gm	doubleprecision
lm_gm_n	doubleprecision
hh_gm	doubleprecision
hh_gm_n	doubleprecision
rp_gm	doubleprecision
rp_gm_n	doubleprecision
ef_gm	doubleprecision

Obrázek 15 Tabulka cernovice_esai_na_ctverec s jejími sloupci a datovými typy