Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství

Diplomová práce

Analýza prostorových dat a rozvoj regionu

Bc. Kryštof Uzel

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kryštof Uzel

Systémové inženýrství a informatika
Informatika

Název práce

Analýza prostorových dat a rozvoj regionu

Název anglicky

Spatial Data Analysis and Regional Development

Cíle práce

Cílem diplomové práce je navrhnout v programu ArcGis nový systém cyklotras ve městě Roztoky a okolí, který by využil stávající cyklotrasy (8100 a 0082) a zahrnul také významné hradiště Levý Hradec. Na základě analýzy variant a dotazníkového šetření navrhnout a vytvořit webovou aplikaci pomocí ArcGis online, kde bude nejlepší navržená cyklotrasa prezentována.

Metodika

Metodika je zaměřena na studium odborné literatury a internetových zdrojů, sběr dat a návrh systému cyklotras, který bude splňovat zadané podmínky. Bude provedeno zmapování, návrh, vícekriteriální analýza a vyhodnocení navržených variant cyklotras. Bude vytvořena webová aplikace,kde budou výsledky práce prezentovány.

Doporučený rozsah práce

50 – 60

Klíčová slova

cyklotrasa, Roztoky, Levý Hradec, webová aplikace, arcgis

Doporučené zdroje informací

KLIMEŠOVÁ, D. Geografické informační systémy a zpracování obrazců. 2. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2006. 92s. ISBN 80-213-0834-6.

KLIMEŠOVÁ, D. GIS Technology Courses. Praha: PEF ČZU, 2006. 109s. ISBN 80-213-1473-7.

LACINA, K. Regionální rozvoj a veřejná správa. 1. vyd. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2007. 69 s. ISBN 978-80-86754-74-1.

LONGLEY, P., et. al. Geographical information system and science. 2. vyd. Chichester: John Wiley & Sons, 2005. 517 s. ISBN 0-471-42028-X.

TUČEK, J. Geografické informační systémy: principy a praxe. 1. vyd. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. RNDr. Dana Klimešová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra informačního inženýrství

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza prostorových dat a rozvoj regionu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4.2020 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce doc. RNDr. Daně Klimešové, CSc. za její rady a připomínky k mé diplomové práci

Analýza prostorových dat a rozvoj regionu

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je navrhnout nový systém cyklotras v Roztokách, který využije stávající cyklotrasy v okolí, povede přes hradiště Levý Hradec a splní předem stanovené funkční požadavky. Úvod práce je zaměřen na geografický informační systém (geografická data, historie, geoinformační technologie, nástroje, funkce, typy map a software). V praktické části je nejdříve stručně popsáno město Roztoky a hradiště Levý Hradec, kde jsou nové cyklotrasy navrhovány. Dále je proveden sběr dat týkajících se města Roztoky. Pomocí těchto dat jsou vytvořeny mapy a analýzy, které hrají důležitou roli pro nové návrhy cyklotras. Pomocí mapy funkčních požadavků a náčrtků jsou vytvořeny dva nové návrhy cyklotras. Na základě vyhodnocení analýz cyklotras, vícekriteriální analýzy a dotazníkového šetření je vybrán jeden návrh cyklotrasy, který je prezentován ve vytvořené webové aplikaci pomocí ArcGIS online. Mapové výstupy jsou vypracovány v programu ArcGIS 10.6.

Klíčová slova: GIS, geografický informační systém, geoinformační technologie, geografická data, Roztoky, ArcGIS, ArcGIS online, cyklotrasy, cyklistika, hradiště Levý Hradec, rozvoj města, rozvoj regionu

Spatial Data Analysis and Regional Development

Abstract

The aim of this diploma thesis is to propose a new system of cycle routes in Roztoky, which will use current cycle routes in the neighbourhood, will lead through hillfort Levý Hradec and meet the predetermined functional requirements. The introduction focuses on geographic information system (geographic data, history, geoinformation technologies, tools, functions, types of maps and software). In the practical part, the town of Roztoky and hillfort Levý Hradec are briefly described, this is where the new cycles routes are designed. Furthermore, are collected data concerning Roztoky. Based on these data are created maps and analyses that play an important role in designing the new cycle routes. With the use of functional requirements map and sketches, two new cycle routes are created. Based on evaluation of the cycle routes analyses, multicriteria analyses and questionnaire survey, one cycle route proposal is selected, which is presented in created web application with the use of ArcGIS online. Map outputs are created in the program ArcGIS 10.6.

Keywords: GIS, geographic information system, geoinformation technologies, geographic data, Roztoky, ArcGIS, ArcGIS online, cycle routes, cycling, hillfort Levý Hradec, city development, regional development

Obsah

1 Úvod **12**

2 Cíl práce a metodika **13**

2.1 Cíl práce 13

2.2 Metodika 13

3 Teoretická východiska **14**

3.1 Geografický informační systém 14

3.1.1 Geografická data, topologie a metadata 16

3.1.2 Historie geografických dat 21

3.1.3 Dnešní pohled na GIS 23

3.1.4 Seznam oblastí, které využívají GIS 24

3.1.5 Geoinformační techniky a technologie 25

3.1.6 Nástroje a funkce 27

3.1.7 Typy map 34

3.1.8 GIS software 40

4 Vlastní práce **42**

4.1 Roztoky 42

4.2 Hradiště Levý Hradec 43

4.3 Mapování a analýza Roztok 44

4.3.1 Stávající cyklotrasy 44

4.3.2 Územní rozdělení 45

4.3.3 Územní plán 46

4.3.4 Nadmořská výška 47

4.3.5 Analýza sklonitosti 48

4.3.6 Seznam občerstvovacích zařízení 50

4.3.7 Seznam zajímavých míst 51

4.3.8 Seznam ostatních důležitých míst 54

4.4 Návrh cyklotrasy se zaměřením na rozvoj regionu 57

4.4.1 Vymezení funkčních požadavků pro nově navržené cyklotrasy 57

4.4.2 Mapa měřitelných funkčních požadavků 58

4.4.3 Náčrtky nových cyklotras 59

4.4.4 Návrhy nových cyklotras 59

4.5 Analýzy navržených cyklotras 62

4.5.1 Analýza bodů zájmu v okolí podle zadaných funkčních požadavků 62

4.5.2 Délky cyklotras 67

4.5.3 Analýza sklonitosti navržených tras 70

4.5.4 Analýza bezpečnosti 71
4.5.5 Analýza společného úseku okruhů nově navržených cyklotras 74
4.6 Vyhodnocení cyklotras 76
4.6.1 Dotazníkové šetření 76
4.6.2 Vícekriteriální analýza 80

5 Výsledky a diskuse 84
5.1 Výsledné cyklotrasy a okruhy 85
5.1.1 Okruh s cyklotrasou 1 86
5.1.2 Okruh s cyklotrasou 2 87
5.2 Vyhodnocení nejlepší cyklotrasy 88

6 Závěr 91

7 Seznam použitých zdrojů 92

Seznam obrázků

Obrázek 1: Obory GIS 14
Obrázek 2: Geografická data 17
Obrázek 3: Vrstvy v GIS 17
Obrázek 4: Reprezentace vektoru a rastru 18
Obrázek 5: Mapa cholery 21
Obrázek 6: Nástroj buffer na bodech 28
Obrázek 7: Nástroj clip 28
Obrázek 8: Nástroj merge 29
Obrázek 9: Nástroj dissolve 29
Obrázek 10: Nástroj intersect 30
Obrázek 11: Nástroj union 30
Obrázek 12: Nástroj erase 31
Obrázek 13: Topografická mapa 34
Obrázek 14: Navigační mapa 35
Obrázek 15: Katastrální mapa 35
Obrázek 16: Mapa kontur (Isolines) 36
Obrázek 17: Teplotní mapa 36
Obrázek 18: Chloropleth mapa 37
Obrázek 19: Geologická mapa ČR 37
Obrázek 20: Mapa toků sítě 38
Obrázek 21: Mapa hustoty 38
Obrázek 22: Vektorová směrová mapa 39
Obrázek 23: Isochrone mapa 39
Obrázek 24: Mapa aktuálních cyklotras v okolí Roztok 45
Obrázek 25: Mapa územního rozdělení Roztok 45
Obrázek 26: Mapa územního plánu Roztok 46

Obrázek 27: Mapa nadmořské výšky 47
Obrázek 28: Mapa sklonitosti 48
Obrázek 29: 3D pohled Levý Hradec 48
Obrázek 30: Průběh převýšení Levý Hradec 49
Obrázek 31: Mapa restauračních a občerstvovacích podniků 50
Obrázek 32: Mapa zajímavých míst 51
Obrázek 33: Mapa ostatních důležitých míst 54
Obrázek 34: Mapa měřitelných podmínek 58
Obrázek 35: Mapa náčrtků 59
Obrázek 36: Návrh cyklotrasy 1 60
Obrázek 37: Návrh cyklotrasy 2 61
Obrázek 38: Mapa obou nově navržených cyklotras 62
Obrázek 39: Analýza měřitelných podmínek na cyklotrase 1 63
Obrázek 40: Analýza měřitelných podmínek na cyklotrase 2 65
Obrázek 41: Analýza sklonitosti a převýšení cyklotrasy 1 v okolí Levého Hradce 71
Obrázek 42: Analýza sklonitosti a převýšení cyklotrasy 2 v okolí Levého Hradce 71
Obrázek 43: Mapa kritických bodů 72
Obrázek 44: Mapa zájmových bodů na společném úseku okruhu 74
Obrázek 45: Mapa okruhu s cyklotrasou 1 86
Obrázek 46: Mapa okruhu s cyklotrasou 2 87
Obrázek 47: Ukázka webové aplikace s nově navrženou cyklotrasou 90

Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam restauračních a občerstvovacích podniků 50
Tabulka 2: Seznam zajímavých míst 52
Tabulka 3: Seznam vlakových nádraží 55
Tabulka 4: Seznam lékáren 55
Tabulka 5: Seznam nemocnic 55
Tabulka 6: Seznam cykloservisů 56
Tabulka 7: Občerstvovací zařízení do 400 m od cyklotrasy 1 63
Tabulka 8: Zajímavá místa do 500 m od cyklotrasy 1 64
Tabulka 9: Vlaková nádraží do 700 m od cyklotrasy 1 64
Tabulka 10: Občerstvovací zařízení do 400 m od cyklotrasy 2 65
Tabulka 11: Zajímavá místa do 500 m od cyklotrasy 2 66
Tabulka 12: Vlaková nádraží do 700 m od cyklotrasy 2 66
Tabulka 13: Vyhodnocení funkčních požadavků pro obě cyklotrasy 67
Tabulka 14: Délka cyklotrasy 1 68
Tabulka 15: Rozdělení cyklotrasy 1 68
Tabulka 16: Délka cyklotrasy 2 69
Tabulka 17: Rozdělení cyklotrasy 2 69
Tabulka 18: Kritické body 73
Tabulka 19: Délka cyklotras po silnicích 73
Tabulka 20: Společné občerstvovací zařízení na okruhu 75
Tabulka 21: Společná zajímavá místa na okruhu 75
Tabulka 22: Společná vlaková nádraží na okruhu 75
Tabulka 23: Hodnoty daných cyklotras 81
Tabulka 24: Vyhodnocení navržených cyklotras 82
Tabulka 25: Upravené vyhodnocení navržených cyklotras 82

Tabulka 26: Normalizovaná kriteriální matice 82
Tabulka 27: Funkce užitku 83
Tabulka 28: Délky okruhu s cyklotrasou 1 86
Tabulka 29: Délky okruhu s cyklotrasou 2 88
Tabulka 30: Funkce užitku 89

Seznam grafů

Graf 1: Uzemní plán 47
Graf 2: Rozdělení cyklotrasy 1 68
Graf 3: Rozdělení cyklotrasy 2 70
Graf 4: Délka cyklotras po silnicích 73
Graf 5: Ježdění na kole po okolí 77
Graf 6: Váha občerstvovacích zařízení 77
Graf 7: Váha zajímavých míst 78
Graf 8: Váha vlakových nádraží 78
Graf 9: Váha bezpečnosti 79
Graf 10: Preference nově navržených cyklotras 79
Graf 11: Využití nově navržených cyklotras 80

Seznam použitých zkratek

GIS – Geografický informační systém

ESRI – Environmental System Research Institute

ArcGIS – Geografický informační systém od společnosti ESRI

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

GPS – Global Positioning Systém – globální polohovací systém

1 Úvod

Geoinformační technologie velmi silně ovlivňují všechny aspekty našeho života. V současné době je cyklistika také stále více probíraným tématem, ať už se jedná o využívání kol na cestu do práce nebo na cyklistické výlety. I Evropská unie podporuje strategický rozvoj cyklistické turistiky a dopravy. Její cyklostrategie již není vnímána jen pro svůj přínos životnímu prostředí ale i pro své ekonomické přínosy. Navíc se jedná o zdraví prospěšnou aktivitu, která může být spojena i se zajímavými výlety.

Při výběru tématu diplomové práce pro mě hrály důležitou roli dva aspekty. První je, že studuji informatiku a geoinformační technologie jsem si oblíbil. Druhý aspekt je, že jsem 10 let bydlel v Roztokách, které mají velice pěknou krajinu a také několik významných míst. Nejvýznamnější pro mě je určitě hradiště Levý Hradec, na který jsme jezdívali na kole. Jelikož neexistuje žádná oficiální cyklotrasa vedoucí na Levý Hradec, tak jsem se rozhodl navrhnout dvě různé cyklotrasy v geografickém informačním systému, které propojí cyklotrasy 8100 a 0082 přes hradiště Levý Hradec, a tak pomoci k rozvoji města. Tyto cyklotrasy by mohly zvýšit návštěvnost Roztok hlavně kvůli tomu, že nové cyklotrasy povedou přes hradiště Levý Hradec, který je považován za první křesťanské sídlo v Čechách.

Teoretická část je zaměřena na geoinformační technologie a je zde vysvětlena úloha a využívání geografických dat. Dále na geografický informační systém, jeho historii, k čemu se dá využít, jeho komponenty, funkce, nástroje, analýzy, typy dat a map. A také na konkrétní geografický informační systém ArcGIS od společnosti ESRI, ve kterém je vypracována praktická část.

V praktické části je mapování a analýza města Roztoky. Na základě analýz a zadaných funkčních požadavků jsou navrženy dvě cyklotrasy. Tyto nově navržené cyklotrasy jsou analyzovány a vyhodnoceny pomocí vícekriteriální analýzy a dotazníkového šetření pro občany Roztok a okolí. Na základě výsledků vyhodnocení je vybrána jedna varianta cyklotrasy, která je prezentována pomocí webové aplikace ArcGIS online.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce je navrhnout v geografickém informačním systému ArcGis nový systém cyklotras ve městě Roztoky a okolí, který by využil stávající cyklotrasy (8100 a 0082), zahrnul významné hradiště Levý Hradec a splnil předem stanovené funkční požadavky. Na základě analýzy variant nově navržených cyklotras a dotazníkového šetření je vybrána jedna cyklotrasa, která je prezentována ve webové aplikaci, vytvořené pomocí programem ArcGIS online.

2.2 Metodika

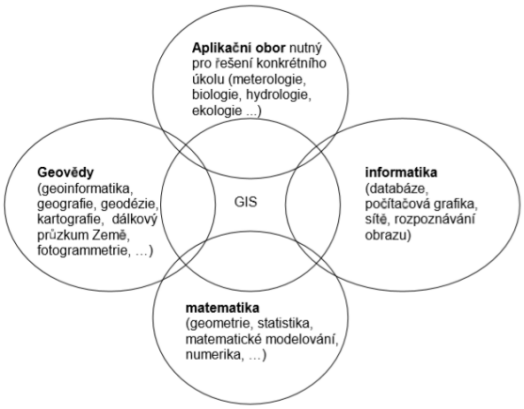
Teoretická východiska vychází ze studia odborné literatury a internetových zdrojů. Pro praktickou část jsem nejprve provedl sběr dat z online zdrojů, jako je ESRI, portál města Roztoky, Google Maps, Středočeský kraj a ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální). Pomocí těchto dat byly v programu ArcGIS 10.6 (školní edici) vytvořeny a naeditovány mapy územního rozdělení, územního plánu, stávajících cyklotras v okolí, zájmových bodů, nadmořské výšky a sklonitosti. Dále byly vymezeny funkční požadavky pro nové cyklotrasy. Na základě zmapování zájmových bodů je pomocí geoprocesovacích nástrojů vytvořena mapa vzdálenostních funkčních požadavků. Z mapy vzdálenostních podmínek byly navrženy náčrtky nových cyklotras. Z těchto náčrtků byly navrženy 2 nové cyklotrasy. Nové návrhy cyklotras byly otestovány geoprocesovacími a dotazovacími nástroji, jestli splňují funkční požadavky. Na nových cyklotrasách byly provedeny analýzy délky, bezpečnosti, sklonitosti a zájmových bodů. Na základě vícekriteriální analýzy a dotazníkového šetření je vybrána jedna cyklotrasa, která je prezentována ve webové aplikaci ArcGIS online.

3 Teoretická východiska

3.1 Geografický informační systém

Geografický informační systém (dále jen GIS) je počítačový systém zaměřený na sběr, manipulaci, správu, analýzu, modelování, vizualizaci a prezentaci dat, který vznikl propojením počítačové kartografie, databázových systémů, počítačového návrhářství a systémů dálkového průzkumu Země. [1]

GIS je především o geovědách, ale také využívá vědní disciplíny jako je informatika, matematika a aplikační obor (obr. 1). Kombinuje geografická, počítačová, grafická a databázová data za účelem výstupu pro uživatele. Analyzuje prostorové umístění a organizuje vrstvy informací do vizualizací pomocí map a 3D scén. Díky této jedinečné schopnosti odhaluje hlubší vhled do dat, jako jsou vzory, vztahy a situace, což pomáhá uživatelům dělat chytřejší rozhodnutí. [6] [7]



Obrázek 1: Obory GIS
zdroj: http://gis.fzp.ujep.cz/files/1.Prednaska.pdf

Stovky tisíc organizací prakticky ve všech oborech používají GIS k odpovědím na otázky typu:

- Co se nachází na?
- Kde se nachází?
- Jaký je počet?

- Co se změnilo od?
- Co je příčinou?
- Co když? [9]

Aby GIS fungoval, musí obsahovat řadu komponent, které se kombinují. Tyto komponenty jsou rozhodující pro úspěšný systém, uvádí se pět klíčových komponent:

- hardware
- software
- data
- uživatelé
- metody [4]

Definice

Jednotná a všeobecně uznávaná definice pro GIS v současné době není definována, protože existují desítky definic, které jsou ovlivněny autorovým prostředím odkud pocházejí. [6] Další příčinou této situace může být i fakt, že různí autoři vnímají GIS na odlišných úrovních. Tyto tří úrovně jsou:

- GIS jako software – např. ArcGIS od společnosti Esri.
- GIS jako aplikace – např. GIS obecního úřadu
- GIS jako vědní disciplína – základní i aplikovaný výzkum [1]

V odborné literatuře lze najít mnoho různých definic. Pro ukázku byly vybrány 3 definice.

Definice 1

ESRI: „*GIS je organizovaný soubor počítačového hardware, software a geografických údajů navržený pro efektivní získávání, ukládání, upravování, obhospodařování, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací.“* [9]

Definice 2

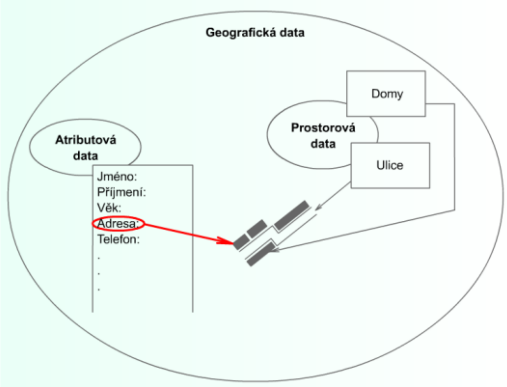
K.J. Dueker: „*GIS je speciálním případem IS, kde databáze sestává z popisování prostorově rozložených charakteristik, aktivit a jevů, které jsou v prostoru definovatelné jako body, linie či plochy. GIS zpracovává data o těchto bodech, liniích a plochách a to tak, aby je bylo možné využít k odpovědím na dotazy a k analýzám jednotlivých úloh.“* [11]

Definice 3

J. Neumann: *„GIS je kolekce počítačového technického vybavení, programového vybavení geografických údajů a personálu, určená k účinnému sběru, ukládání, údržbě, manipulaci, analýze a zobrazování všech forem geograficky vztažené informace“* [13]

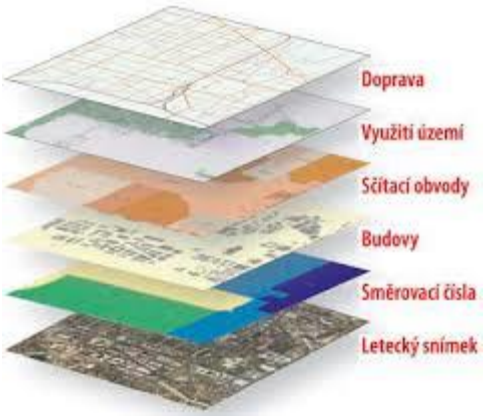
3.1.1 Geografická data, topologie a metadata

Termín geografická data je používán pro data, která jsou nějakým způsobem georeferencována. To znamená, že mají informace o polohovém umístění. Jsou základem každého GIS. Existuje mnoho podob těchto dat, ale všechny mohou být použity a analyzovány v GIS aplikaci. Skládají se z prostorových a atributových dat. Prostorová data odpovídají na otázku „Kde to je?“ a atributová data na „Co to je?“. Toto spojení prostorových a atributových dat dává GIS velkou důležitost. Prostorová data se dělí na dva typy – vektorová a rastrová.



Obrázek 2: Geografická data
zdroj: https://kgm.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu01s01cz/default.htm

V GIS jsou geografická data reprezentována jako vrstvy. Těmto vrstvám se říká témata. Jednotlivé vrstvy mohou obsahovat vektorová data, jako jsou silnice, budovy, vodní plochy nebo rastrová data jako je nadmořská výška, sklonitost, letecký snímek.



Obrázek 3: Vrstvy v GIS
zdroj: http://www.lauder.cz/docs/ls_gis.pdf

Vektorová data

Vektorová data vyjadřují geografické prvky jako geometrické tvary. Polohové informace o vektorových datech jsou zakódovány a uloženy nejčastěji jako soustava souřadnic x, y. Různé geografické prvky mohou být vyjádřeny body, liniemi nebo polygony.

- Bod – bezrozměrné body se používají pro geografické prvky, které lze nejlépe vyjádřit odkazem na jeden bod – jinými slovy jednoduchým umístěním. Příklady zahrnují restaurace, vrcholy, nemocnice apod. Body předávají nejmenší množství informací o těchto typech souborů. Body lze také použít k reprezentaci oblastí, pokud jsou zobrazeny v malém měřítku. Například města na mapě světa mohou být reprezentována spíše body než polygony. U bodových prvků nejsou možná žádná měření.

- Linie – jednorozměrné linie nebo křivky se používají pro lineární prvky, jako jsou řeky, silnice, železnice, stezky a topografické linie. Stejně jako u bodových prvků budou lineární prvky zobrazené v malém měřítku reprezentovány spíše jako linie než jako polygony. U linií měříme vzdálenost.

- Polygon – dvourozměrné polygony se používají pro geografické prvky, které pokrývají určitou oblast zemského povrchu. Takové rysy mohou zahrnovat jezera, hranice parku, budovy, hranice města nebo využití půdy. U polygonových prvků měříme obvod a plochu.

Mezi výhody vektorových dat patří malá náročnost na paměť, s objekty lze pracovat jako se samostatnými celky, vysoká geometrická přesnost, přesné kreslení, jednoduché úpravy, vyhledávání a generalizace objektů a jejich atributů. [14]

Obrázek 4: Reprezentace vektoru a rastru
zdroj: http://wiki.cs.vsb.cz/images/8/8f/Gis_pr_2.pdf

Rastrová data

Rastrová data jsou nejčastěji ze snímků dálkového průzkumu Země, jako jsou letecké a satelitní snímky. Jsou to abstrakce skutečného světa, kde jsou prostorová data vyjádřena jako matice buněk. Matice se skládá z řádků a sloupců buněk, kde každá buňka představuje geografickou oblast a hodnota v této buňce představuje určitou hodnotu sledovaného prvku. Jsou 3 typy pravidelných buněk – čtvercová, trojúhelníková a hexagonální a 2 typy nepravidelných buněk – trojúhelníkové a polygonové (dualita k trojúhelníkovým). Kvůli kompatibilitě je nejčastěji používaným typem čtvercová buňka. [1]

Rastrová data jsou vhodná pro modelování povrchů, jako je nadmořská výška, teploty, srážky nebo půdy. Tyto jevy jsou měřeny v intervalech a hodnoty mezi nimi jsou interpolovány pro vytvoření souvislého povrchu. [14]

Dle obsahu rozdělujeme rastry na:

- klasické rastry – reprezentují rozložení jednoho jevu
- obrazová data – reprezentují ortofota a snímky dálkového průzkumu Země

Atributová data

Jsou základem geografických funkcí umožňujících vizualizovat, dotazovat a analyzovat data. Jedná se o negrafická data a většina GIS umožňuje pracovat s těmito daty jako s klasickými tabulkami, které se skládají z řádků a sloupců. Každý řádek reprezentuje entitu a sloupec udává atributy dané entity. Počet řádků a sloupců není nijak omezen a uživatelé mohou vytvořit a nadefinovat libovolné množství charakteristik (atributů). Základním atributem entit je unikátní identifikátor (UID) a geografické souřadnice. Typy atributových dat jsou:

- znaková data (text, char) – např. název cyklotrasy
- numerická data (int, bigint, double, float) – např. délka cyklotrasy

- Datum a čas (date, time) [14]

Topologie

Topologie je matematický způsob, jak vyjádřit prostorové vztahy mezi vektorovými prvky (body, linie a polygony) v GIS. Topologická data nebo data založená na topologii jsou užitečná pro detekci a opravu digitalizačních chyb (např. dvě linie ve vektorové vrstvě silnic, které se v křižovatce nesetkávají). Topologie je nezbytná pro provádění některých typů prostorové analýzy, jako je síťová analýza.

Chybám, ke kterým může dojít při digitalizaci vektorových funkcí, lze zabránit pomocí topologických pravidel, která jsou implementována v mnoha aplikacích GIS. Uvedl jsem pár příkladů pravidel:

- pro body – nesmí obsahovat duplicitní body, body musí ležet na liniích
- pro linie – nesmí mít volné konce, nesmí se překrývat
- pro polygony – nesmí se překrývat, nesmí obsahovat mezery

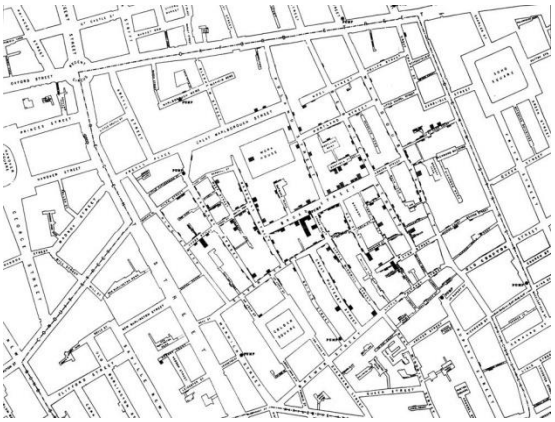
Metadata

Metadata popisují obsah, kvalitu, stav, původ, informace a další vlastnosti dat. Jednoduše řečeno jsou to data, která popisují data. V praxi jsou často opomíjena, ale pro orientaci v geografických datech jsou velmi důležitá. Skládají se z vlastností a dokumentací. Vlastnosti jsou odvozeny ze zdroje dat, například souřadnicový systém a projekce dat. Zatímco dokumentace zadává osoba, například klíčová slova k popisu dat. Pro prostorová a atributová data mohou popisovat a dokumentovat informace jako jsou:

- jak, kdy, kde a kým byly údaje shromážděny
- informace o dostupnosti a distribuci
- jejich projekce, měřítko, rozlišení a přesnost
- jejich spolehlivost s ohledem na nějaký standard

3.1.2 Historie geografických dat

První příklad propojení „co“ s „kde“ nás zavede až do roku 1854, kdy lidstvo bojovalo s cholerou. V té době lidé věřili, že se nemoc šíří vzduchem. Anglický doktor John Snow o tom přesvědčen nebyl, a proto se rozhodl zmapovat místa výskytu nákazy, silnice, hranice majetku a vodní čerpadla. Po dokončení zmapování udělal překvapivý objev. Objevil se vzor, který dokázal, že nemoc nebyla ve skutečnosti vzdušná, ale byla šířena vodou, konkrétněji jednou infikovanou vodní pumpou. Mapa cholery Johna Snowa byla hlavní událostí spojující „co“ s „kde“. [15]



Obrázek 5: Mapa cholery
zdroj: https://media.nationalgeographic.org/assets/photos/000/276/27636.jpg

1854–1960

Během těchto let došlo v prostorových datech k omezenému vývoji. Mapování bylo založeno na papíře a neexistovalo počítačové mapování.

V 50. letech 20. století se mapy začaly používat při logistice vozidel, plánování a lokalizaci bodů zájmu. [15]

1960–1969

V letech 1960 až 1969 vedly tři významné technologické pokroky v počítačových technologií ke zrození GIS. Jednalo se o schopnost vydávat mapovou grafiku pomocí

linkových tiskáren, ukládání dat a výpočetních výkonů sálových počítačů. Nyní byla možnost zaznamenávat souřadnice jako datové vstupy a provádět výpočty na těchto souřadnicích.

Průkopnická práce Rogera Tomlinsona ohledně inicializace, plánování a vývoje kanadského geografického informačního systému vyústila v roce 1963 v první počítačový GIS na světě. Kanadská vláda pověřila R. Tomlinsona, aby vytvořil spravovatelný soupis přírodních zdrojů. R. Tomlinson předpokládal, že pomocí počítačů sloučí data přírodních zdrojů ze všech provincií. Tomlinsonava společnost vytvořila návrh automatizovaného počítače pro ukládání a zpracování velkého množství dat, což Kanadě umožnilo zahájit národní program správy území. [8]

1969–1990

V roce 1969 Jack Dangermond, člen Harvardské laboratoře, a jeho manželka Laura založili Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI). Tato poradenská společnost použila počítačové mapování a prostorovou analýzu, aby pomohla projektantům s využitím půdy a správcům pozemkových zdrojů činit informovaná rozhodnutí. Raná práce společnosti prokázala hodnotu GIS pro řešení problémů. ESRI pokračovalo ve vývoji mnoha metod mapování a prostorové analýzy, které se stále používají. Tyto výsledky vyvolaly širší zájem o softwarové nástroje společnosti, které jsou dnes standardem. [8]

V pozdních sedmdesátých letech, nastal pokrok v počítačové paměti a zlepšení počítačových schopností, které vedly k vytvoření komerčního GIS softwaru. Jedním z prodejců byla společnost Esri, která je nyní největší GIS softwarovou společností na světě a je uznávaná jako přední světový odborník, který hrál klíčovou roli v historii. [15]

1990–2010

Přijetí GIS do hlavního proudu začalo v letech 1990–2010. To bylo usnadněno řadou IT vylepšení. Počítače byly levnější, rychlejší a výkonnější. To vedlo k rostoucímu počtu softwarových možností a data byla snadněji dostupná. Tato vylepšení, spolu s vypuštěním nových satelitů pro pozorování Země a integrací technologie dálkového průzkumu Země,

vedla k vyvíjení stále více GIS aplikací. GIS našel cestu do učeben, do podniků a vlád po celém světě. [6]

2010–2018

Kvůli zvýšenému zájmu o GIS v předchozích dvaceti letech se zrodil GIS s otevřeným zdrojovým kódem. Například satelitní snímky Landsat jsou nyní přístupné všem. GIS je nyní také online, v cloudu a na mobilu. [16]

3.1.3 Dnešní pohled na GIS

Je to odvětví s miliardami dolarů, které zaměstnává stovky tisíc lidí po celém světě. V současné době je na trhu přibližně stovka produktů, které dávají lidem možnost vytvářet vlastní vrstvy digitálních map, které pomáhají řešit problémy skutečného světa. GIS se také vyvinul v prostředek ke sdílení dat a spolupráce a stal se takzvanou „databází světa“. Dnes stovky tisíc organizací sdílejí každý den svou práci a vytvářejí miliardy map, které vyprávějí příběhy, objevují vzorce, trendy a vztahy. Tím se mění způsob, jakým svět funguje. [8]

GIS se stále více vyučuje na středních a vysokých školách a univerzitách po celém světě. Odborníci a specialisté v každé disciplíně si čím dál více uvědomují výhody používání geoinformačních technologiích pro řešení jejich jedinečných prostorových problémů. Moderní GIS také využívají programové jazyky jako jsou Microsoft Visual Basic, Python nebo Javasoft Java. [16]

Prostorovou analýzu dnes používají všichni, ať už si to uvědomujeme nebo ne. Všimli jste si toho vyhledávacího zařízení založeného na poloze v Googlu? Používáte v telefonu aplikaci, která vás dovede z bodu A do bodu B? Sledujete zásilku nebo taxi, které jste si rezervovali? Všechny tyto příklady používají prostorové informace, aby poskytly nejlepší odpověď nebo nejaktuálnější informace. [15]

3.1.4 Seznam oblastí, které využívají GIS

GIS se využívá v mnoha oblastech lidských činností, například pro mapování, rozhodování, navrhování, analyzování, vytváření studií apod. Uvedeno je několik příkladů oblastí, které jsou krátce popsány pro co GIS využívají.

- Státní správa – územní plánování, evidence nemovitostí, správa dopravní infrastruktury a při organizování požární a záchranné služby, policie apod.

- Doprava – řešení dopravních problémů a nehod, plánování a údržba dopravní infrastruktury, optimalizace městské hromadné dopravy, přepravy nadměrných a nebezpečných nákladů.

- Přírodní zdroje – pro správu přírodních zdrojů, zemědělství, lesnictví.

- Inženýrské sítě – energetika, telekomunikace, plynárenství, vodárenství.

- Maloobchod – pro výběr nejvhodnějších míst obchodních center a správu supermarketů (sledování a řízení rozmístění zboží, pohybu zákazníků po supermarketu).

- Životní prostředí – pro potřeby modelování přírodních procesů, jako je eroze půd, šíření znečistění nebo modelování šíření povodňové vlny v povodí řeky při náhlém přívalu dešťových srážek.

- Finance – pro umístění nových poboček, např. bank nebo pojišťoven.

- Archeologie – vyhledávání lokalit s potenciálním výskytem archeologických nálezů.

- Armádní a bezpečnostní oblast – použití digitálních modelů terénu v leteckých simulátorech, leteckých navigačních systémech, zbraňových systémech, systémech velení a v systémech určených pro plánování akcí letectva. [5] [1] [7]

3.1.5 Geoinformační techniky a technologie

Geoprocessing

Geoprocessing jsou operace používané k manipulaci, porovnávání a analyzování prostorových dat pomocí specializovaných softwarových nástrojů. Přináší vztahy o geografických informacích, které by jinak bylo obtížné vizualizovat nebo interpretovat v geografickém kontextu. Typická operace bere vstupní datový soubor, na kterém provede operaci a vrátí výsledek jako výstupní datový soubor. Nejčastěji se jedná o operace překrytí a výběr nebo analýzu geografických prvků. Geoprocessing umožňuje definovat, spravovat a analyzovat informace pro rozhodování. [19]

Geokódování

Geokódování je proces přijímání vstupního textu, jako je adresa nebo název místa, a následné vracení polohy, například jako zeměpisná šířka a délka na zemském povrchu. Naopak reverzní geokódování převádí zeměpisné souřadnice obvykle na název nebo adresu místa. [4]

Prostorová databáze

Prostorová databáze je databáze určená k ukládání, dotazování a manipulaci s geografickými daty. S prostorovými daty se zachází jako s jakýmkoli jiným typem dat. Vektorová data mohou být uložena jako bodová, liniová nebo polygonová data a mohou mít přidružený prostorový referenční systém. Databázový záznam může použít geometrický datový typ k reprezentaci umístění objektu ve fyzickém světě a další standardní datové typy k uložení přidružených atributů objektu. Některé databáze, jako například ty, které používá ESRI ve svém softwaru ArcGIS, zahrnují také podporu pro ukládání rastrových dat.

Většinou mají vlastní funkce, které umožňují manipulovat a dotazovat se na prostorová data pomocí SQL (Structured Query Language). Pomocí těchto dotazů lze například najít všechny budovy v zadané lokalitě. V některých případech však lze přistupovat k databázím pouze pomocí specializovaného klientského softwaru. [4]

Získávání dat

Do primárních zdrojů získávání dat patří měření, které bylo provedeno za přítomnosti měřitele nebo variantou nekontaktního (dálkového) způsobu. Mezi 3 hlavní primární zdroje patří:

- Dálkový průzkum Země – letecké snímky, laserové skenování 3D objektů z povrchu Země, multispektrální snímkování pomocí vesmírných družic nebo například meteorologických balónů.

- Geodetické měření – pro přesné a spolehlivé geometrické informace o zkoumané lokalitě pomocí GPS.

- Fotogrammetrie – získávání spolehlivých informací o fyzických objektech a životním prostředí prostřednictvím záznamů, měření a interpretací fotografických obrazů a vzorů.

Sekundární zdroje dat je digitalizace mapových podkladů, která převádí tištěné mapy nebo průzkumné plány na digitální média pomocí specializovaných programů a georeferencování. [17]

Drony

Drony jsou aktuálně velmi probíraným tématem, které se velice rychle rozvíjí. Organizace a spotřebitelé používají bezpilotní vzdušná vozidla (drony) pro stále se rozšiřující seznam oblastí, od zábavy až po zemědělství. Často se spoléhají na navigaci podporovanou GIS. Například experimenty s doručováním pomocí dronů odhalily možnosti, jak doručit jídlo a další produkty k zákazníkům s nebývalou rychlostí.

Drony také zlepšují informace pro mapování a manipulaci s nástroji GIS. Velká část prostorových dat pochází ze satelitních snímků a odečtů pořízených letadly s posádkou, ale drony jsou nákladově efektivním prostředkem shromažďování rozsáhlých

detailů v menším měřítku. Tím hrají hlavní roli při zpřístupňování geografických informací. [18]

Převody mezi datovými reprezentacemi

Převod mezi rastrovým a vektorovým formátem umožňuje využít rastrová i vektorová data při řešení problému a použití různých metod analýzy jedinečných pro tyto dvě formy prostorových dat. To zvyšuje flexibilitu pro zdroje dat a metod. Pro analýzy kombinace rastru a vektoru, se musí převést jeden typ dat na druhý.

GIS lze například použít k převodu satelitní mapy na vektorovou strukturu generováním linií kolem všech buněk se stejnou klasifikací, zatímco se určí prostorové vztahy buněk, jako je sousednost nebo inkluze. [6]

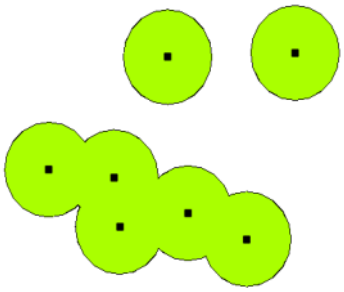
U převodu vektoru do rastru má bod, linie nebo polygon danou hodnotu buňky. Někdy nastává problém, že jeden řádek může být široký několik buněk, a proto se řádek musí skeletonizovat a často jej ponechat velmi zubatý. Jedná se o časově náročný a komplikovaný postup. [1]

3.1.6 Nástroje a funkce

Geografické informační systémy používají mnoho nástrojů a funkcí a neustále jich přibývá. Jsou velmi důležité, protože pomáhají při řešení různých problémů a otázek. Uživatelé mají také k dispozici nástroje třetích stran nebo si mohou vytvořit vlastní nástroje. [8]

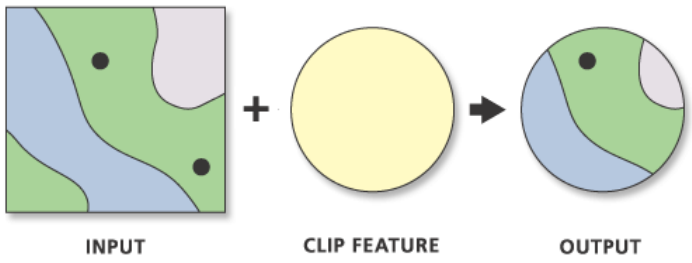
Mezi základní nástroje patří:

- Nástroj buffer (obalová zóna) – je nástroj na vytvoření zóny kolem mapového prvku, která je měřená v jednotkách vzdálenosti nebo času. Nejčastěji se používá pro analýzu vzdálenosti. Je to oblast definovaná ohraničující oblastí určenou sadou bodů v určené maximální vzdálenosti od všech uzlů podél segmentů objektu. Mohou mít pevné a variabilní vzdálenosti.



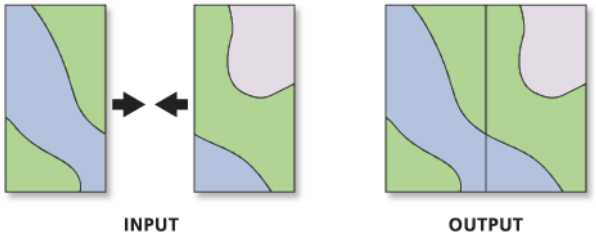
Obrázek 6: Nástroj buffer na bodech
zdroj: https://docs.qgis.org/2.18/cs/docs/gentle_gis_introduction/vector_spatial_analysis_buffers.html

- Nástroj clip (ořez dat) – pomocí tohoto nástroje lze oříznout vstupní vrstvu pomocí jednoho nebo více prvků v jiné třídě. Výsledkem tohoto nástroje je nová oříznutá výstupní vrstva. Ořezávání dat je jednou z nejčastějších operací. Aby bylo možné oříznout data, je potřeba jako vstupní data body, linie nebo polygony.



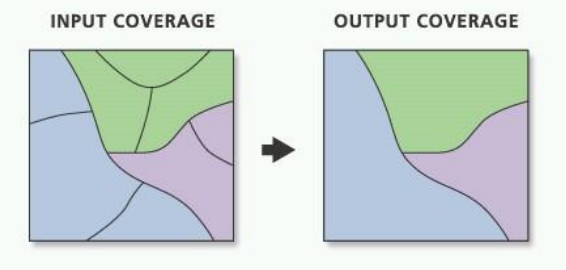
Obrázek 7: Nástroj clip
zdroj: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/clip.htm

- Nástroj merge (spojení dat) - kombinuje datové sady, které jsou stejného typu dat (body, linie nebo polygony). Při spuštění nástroje budou výsledná data sloučena do jednoho. Podobně jako u nástroje clip je tento nástroj spojení dat používán pravidelně. Aby tento nástroj mohl být použit, musí být datové sady stejného typu. Například nemůžou se sloučit body a polygony do jedné datové sady.



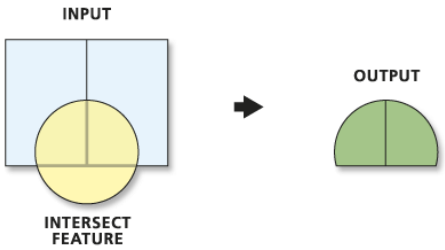
Obrázek 8: Nástroj merge
zdroj: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/merge.htm

- Nástroj dissolve (sloučení) - sjednocuje jednotlivé prvky na základě společných hodnot atributů. Například pro odstranění hranic zemí za účelem vytvoření kontinentu, bude potřeba atribut pro každou zemi, ke kterému kontinentu patří.



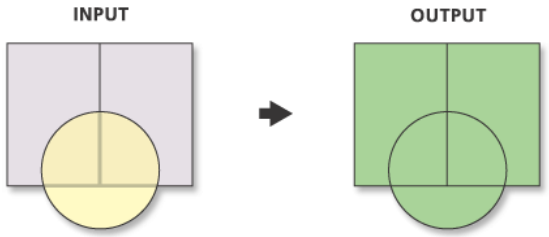
Obrázek 9: Nástroj dissolve
zdroj: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/dissolve.htm

- Nástroj intersect (průnik) - je velmi podobný nástroji clip, protože rozsah vstupních funkcí definuje výstup. Jedinou výjimkou je, že zachovává atributy ze všech datových sad, které se navzájem překrývají ve výstupu. Nástroj průnik provádí geometrické překrytí. Všechny prvky, které se překrývají ve všech vrstvách, budou součástí výstupní třídy funkcí a atributy zůstanou zachovány. Nástroj přijímá různé typy dat (body, čáry a polygony).



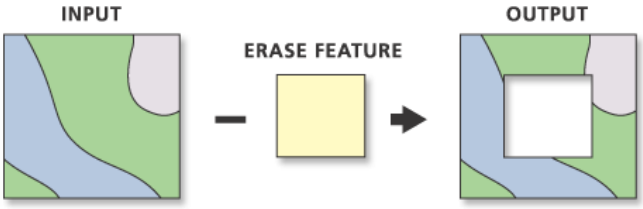
Obrázek 10: Nástroj intersect
zdroj: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/intersect.htm

- Nástroj union (sjednocení) – jako intersect je určený k vytvoření průniku dvou vrstev. Jediný rozdíl je, že zachovává i části vrstev, které se nepřekrývají.



Obrázek 11: Nástroj union
zdroj: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/union.htm

- Nástroj erase (smazání) – tento nástroj vytvoří třídu prvků z těch prvků nebo částí prvků mimo vymazanou třídu prvků. Prostorová data vstupní vrstvy, která protíná vrstvu mazání, jsou vyloučena z konečné výstupní vrstvy. Polygon lze použít k vymazání dalších polygonů, linií nebo bodů. [19]



Obrázek 12: Nástroj erase
zdroj: https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/erase.htm

Funkce se běžně rozdělují do 4 skupin:

- databázové funkce
- funkce nad geometrickými daty
- analytické funkce – tyto funkce a nástroje jsou považovány za srdce GIS a obvykle je odlišují od jiných systémů počítačového návrhářství a systémů databázových informačních systémů
- zobrazovací funkce [1]

Pro ukázku byly vybrány tyto často používané funkce a analýzy.

Databázové dotazy

Dotazem na databázi můžeme získat data, která splňují konkrétní podmínky nebo kritéria. Obvykle se skládá ze tří komponent:

- specifikace dotazu
- formulace podmínek nebo kritérií
- instrukce

Dotazy dále můžeme rozdělit na:

- atributové – např. vyber cyklotrasy co jsou dlouhé více než 5 km.
- prostorové – např. vyber cyklotrasy ve městě Roztoky
- kombinované – kombinace obou typů [17]

Měřící funkce

Funkce, které poskytují měření délky nebo ploch pomocí speciálních nástrojů a funkcí, mohou vypočítat například délku cyklotrasy nebo rozlohu polygonu státu. [7]

Překrytí

Překrytí je operace, která překrývá několik datových souborů (představujících různé vrstvy) dohromady za účelem identifikace vztahů mezi nimi. Překrytí vytváří složenou mapu kombinováním geometrie a atributů vstupních datových sad. Nástroje pro překrývání vektorových nebo rastrových dat jsou k dispozici ve většině GIS aplikací. [19]

Vzdálenostní analýzy

Nástroje pro vzdálenostní analýzy lze rozdělit do dvou kategorií v závislosti na typu vstupu, který nástroj přijímá, na vektory nebo rastry. Nástroje pro vzdálenostní analýzy se také liší v typech výstupů, které produkují. Například nástroj buffer vydává polygonové funkce, které pak mohou být použity jako vstup do překryvných nástrojů nebo nástrojů pro výběr prostoru. [19]

Tato analýza slouží pro vzdálenostní otázky typu – co se nachází v okolí 5 km hlavního města Prahy.

Analýza modelů reliéfu (povrchu)

Je prováděna na digitálním modelu reliéfu. Jedná se o rastrový datový typ, kde každá buňka má x, y, z souřadnice. Provádět můžeme například tyto analýzy:

- sklonitost svahu a směr sklonu svahu
- základní morfologické analýzy (lokální minima/maxima, konvexnost/konkávnost)
- generování profilů (počítání liniových prvků)
- analýza viditelnosti
- tvorba vrstevnic (izočar) [17]

Pomocí těchto analýz můžeme zjistit jaký úhel sklonu má zkoumaný svah, jaký je směr sklonu a vygenerovat profil, který ukáže průběh sklonů a převýšení. Na základě těchto analýz můžeme dělat lepší rozhodnutí.

3D analýza

Oproti ostatním analýzám je tato analýza prováděna ve 3D prostoru, a proto je velmi náročná na výpočetní výkon. Používají se speciální analytické nástroje, které podporují 3D prostor. [4]

Statistické analýzy

Často se používají k výpočtům sum, průměrů. mediánů nebo ke zjištění odlehlých hodnot (extrémně vysoké nebo nízké hodnoty). Tyto informace jsou užitečné při definování tříd a rozsahů na mapě.

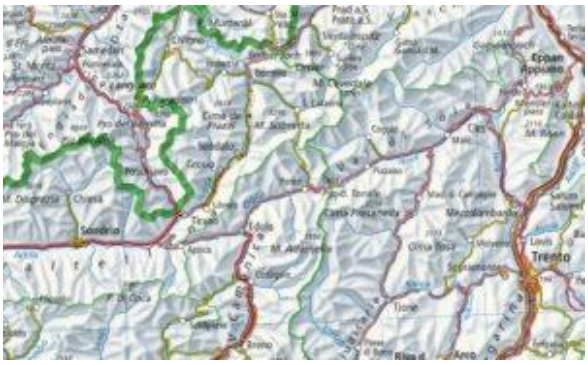
Dalším využitím statistické analýzy je souhrn údajů. Často se používá pro atributy, které obsahují kategorie, kde nám umožní výpočet celkové plochy pro každou kategorii. Mohou se také vytvořit prostorové souhrny, jako je výpočet průměrné výšky pro každé povodí. Souhrnná data jsou užitečná pro lepší pochopení podmínek ve studované oblasti.

Statistická analýza se také používá k identifikaci a potvrzení prostorových vzorů, jako je směrový trend nebo zda prvky tvoří shluky. Výsledky se mohou prezentovat i v grafických podobách jako jsou grafy, histogramy, kartogramy a kartodiagramy. [19]

3.1.7 Typy map

Topografické mapy

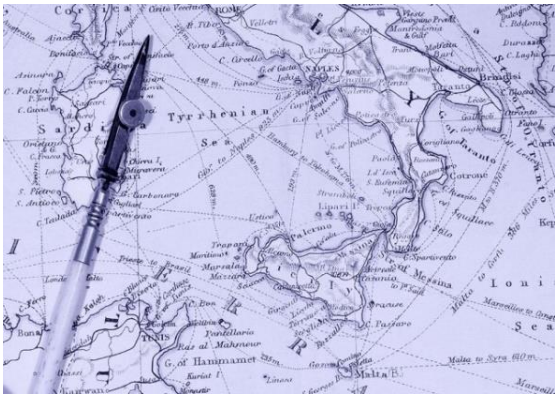
Topografické mapy jsou univerzální mapy. Obecně zahrnují terénní, přírodní a umělé prvky. Tyto mapy se vytváří z topografických průzkumů. Mají velkou hodnotu v oblasti vojenské, infrastruktury a plánování zdrojů. [32]



Obrázek 13: Topografická mapa
zdroj: https://www.usgs.gov/media/images/us-topo-story-map-topographic-maps-nation

Navigační mapy

Spolu s topografickými mapami jsou navigační mapy dalším neocenitelným nástrojem. Mapy mají tendenci zahrnovat informace, které jsou důležité pro předcházení nehod – například prvky kolem vody nebo ve vodě, jako jsou ponořené skály. [31]



Obrázek 14: Navigační mapa
zdroj: https://www.alamy.com/old-map-with-navigation-tools-image4913990.html

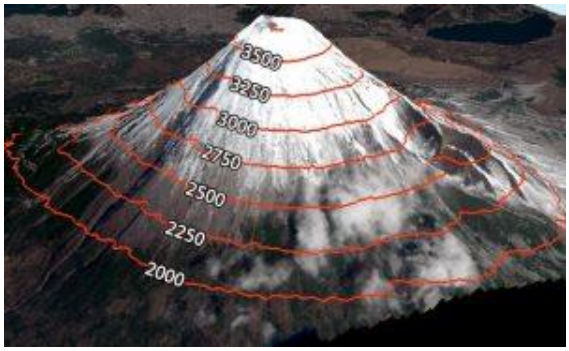
Katastrální mapy a plány

Katastrální mapy jsou mnohem konkrétnější a jsou široce využívány. Plány mapují jednotlivé vlastnosti domů a nabízejí podrobnosti, jako jsou hraniční informace. Katastrální mapování je jednou z nejstarších forem mapování. Už Egypťané vytvořili katastrální záznamy k založení vlastnictví půdy po zaplavení řeky Nilu. [11]

Obrázek 15: Katastrální mapa
zdroj: https://geoportal.cuzk.cz/

Mapy kontur

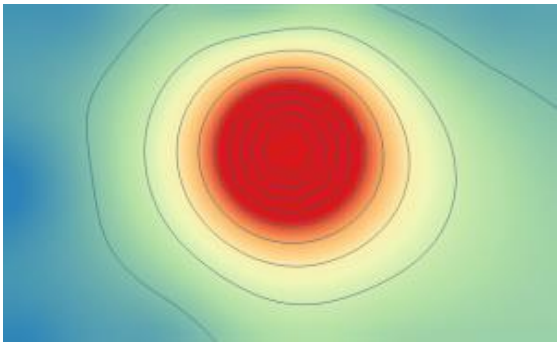
Obrysové mapy mají čáry s konstantními hodnotami spojujícími body stejné výšky. Jsou-li vrstevnice úzce rozloženy, je terén strmý. Ale pokud jsou od sebe velmi vzdálené, jde o postupný sklon. [31]



Obrázek 16: Mapa kontur (Isolines)
zdroj: https://geology.com/maps/types-of-maps/

Teplotní mapy

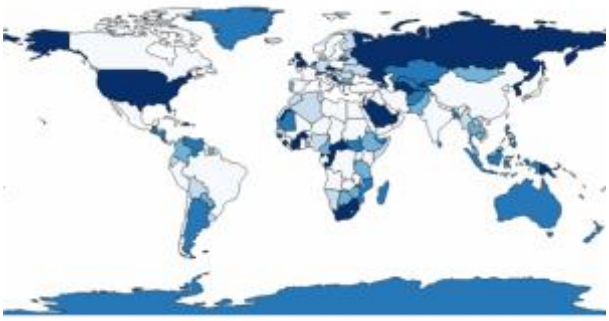
Teplotní mapy mapují barevný kód pomocí hustoty bodů. Například, pokud je v oblasti vysoká hustota trestných činů, odstínuje oblast jako červenou. Nízké hustotě zločinům je přiřazeno modré stínování. Pomocí tohoto typu mapy můžete určit nejbezpečnější a nejnebezpečnější místa ve městě. Nejsou vázány na hranice. [30]



Obrázek 17: Teplotní mapa
zdroj: https://www.slideshare.net/markusN/neteler2014-ncsu-talk

Choropleth mapy

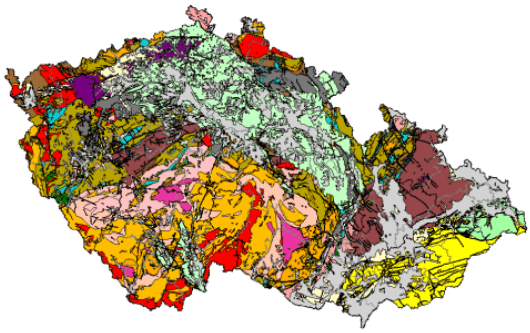
Mapy choropleth mění stínování každé oblasti na základě její hodnoty. Je to jeden z nejběžnějších typů map, protože jsou snadno srozumitelné. Liší se od tepelných map, protože vyžadují geografickou hranici. Předpokládáme, že celá hranice je homogenní s přiřazeným stínováním. [31]



Obrázek 18: Chloropleth mapa
zdroj: https://cz.pinterest.com/pin/503840277058803345/

Geologické mapy

Geologické mapy ukazují typy hornin a sedimentů přítomných bezprostředně pod povrchem geografické oblasti. Kryt sedimentu je zobrazen v odstínech žluté a skalní jednotky jsou zobrazeny v různých barvách, často na základě jejich litologie. Kontakty skalních jednotek, poruchy, záhyby a měření úderů a ponoření jsou vykresleny černě. [32]



Obrázek 19: Geologická mapa ČR
zdroj: www.geologicke-mapy.cz/regiony/

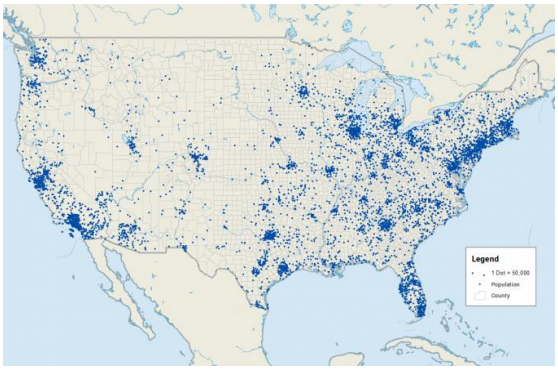
Mapy toků sítě

Mapy síťového toku ukazují pohyb podél zavedené sítě. Například letecké trasy, dopravní sítě a komunikační systémy používají mapy síťových toků. Účelem je zobrazit provoz na mapě. Například tlusté čáry mají hustší tok. Ale tenké čáry mají menší provoz. [31]

Obrázek 20: Mapa toků sítě
zdroj: https://gisgeography.com/map-types/

Mapy hustoty

Neboli mapy hustoty bodů zobrazují množství pro danou oblast vyplněním malými tečkami. Protože každý bod představuje množství, může se očekávat toto množství pokaždé, když se vidí tento bod na mapě. Více teček znamená vyšší hodnotu a naopak. Tyto mapy nemusí nutně zobrazovat přesnou polohu. Náhodně se rozloží body v dané oblasti pro znázornění rozdílů v hustotě napříč regiony. [30]

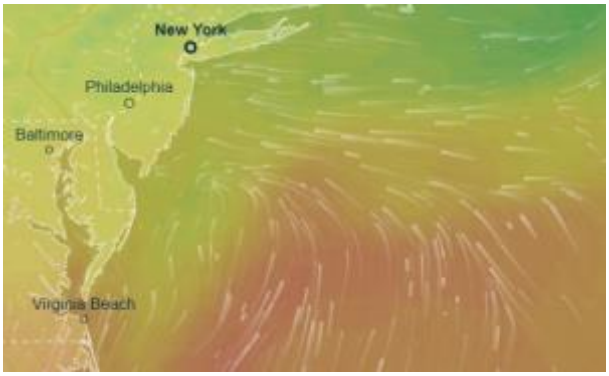


Obrázek 21: Mapa hustoty
zdroj: https://gisgeography.com/dot-distribution-graduated-symbols-proportional-symbol-maps/

Vektorové směrové mapy

Vektorové směrové mapy otáčí symboly na základě úhlu. Například větrné mapy používají vektorové šipky, které se točí podle směru větru. Pokud se chce znázornit

rychlost větru, upraví se velikost šipek. Například velké šipky znázorňují vysokou rychlost větru a naopak. [31]



Obrázek 22: Vektorová směrová mapa
zdroj: https://gisgeography.com/map-types/

Isochrone mapy

Isochrone mapy odhalují geografický rozsah, ve kterém lze cestovat. Začne-li se v zadaném bodě, odstínuje rozpětí, které se dá urazit za určitou dobu. Například hasičské stanice měří svou dobu jízdy za použití městské silniční sítě. Toto pomáhá zjistit, které oblasti mají potíže s poskytováním servisu a poskytuje informace o tom, kde postavit nové hasičské stanice. [30]

Obrázek 23: Isochrone mapa
zdroj: https://github.com/Samweli/isochrones

3.1.8 GIS software

K dispozici je velké množství komerčních a nekomerčních softwarů. Mezi hlavní dodavatele patří Autodesk, Bentley, ESRI, Intergraph, Leica a MapInfo. V současné době je jasné, že ESRI s její vlajkovou sadou produktů ArcGIS, je hlavní specializovaný komerční dodavatel softwaru GIS. Ale i mnoho velkých firem, jako jsou Microsoft, Oracle, Google, SAP a IBM vkládají značné investice do softwaru GIS a souvisejících oblastí.

Komerční produkty zřídka poskytují přístup ke zdrojovým kódům nebo úplné podrobnosti o použitých algoritmech. Obvykle poskytují odkazy na knihy a články, na kterých jsou postupy založeny, spojené s online a offline nápovědou popisující jejich parametry a aplikace.

Opensource a nekomerční produkty poskytují zdrojový kód a testovací data pro některé nebo všechny poskytované funkce. Je ale důležité pochopit, že nekomerční často neznamená, že si uživatelé mohou stáhnout celý zdrojový kód. Přístup ke zdrojovému kódu velmi usnadňuje porozumění, reprodukovatelnost a další rozvoj s potřebnými programovacími schopnostmi a znalostmi. Takový software často také poskytuje podrobnosti o chybách a omezeních spojených s funkcemi. Ačkoli se tyto informace mohou dodávat i s komerčními produkty, tak jsou obecně méně „průhledné“. V tomto ohledu může nekomerční software splňovat požadavky vědecké přísnosti více než mnoho komerčních nabídek, ale často jsou s omezenou dokumentací, nástroji, testováním napříč platformami nebo technickou podporou. [32]

ESRI ArcGIS

ArcGIS je geografický informační systém pro práci s mapami a geografickými informacemi vydaný společností ESRI, který je v České republice distribuován autorizovanou společností ArcData Praha. [8]

Používá se pro:

- vytváření, editace a používání map
- sestavování geografických dat

- analýzu mapovaných informací
- sdílení a objevování geografických informací
- používání map a geografických informací v celé řadě aplikací
- správu geografických informací v databázi.

ArcGIS se skládá z těchto hlavních produktů:

- ArcReader, který umožňuje prohlížení a dotazování na mapách vytvořených ostatními produkty ArcGIS.

- ArcGIS Desktop, je licencován na základě tří funkčních úrovní:

    - ArcGIS Desktop Basic, který umožňuje prohlížet prostorová data, vytvářet vrstvené mapy a provádět základní prostorovou analýzu.
    - ArcGIS Desktop Standard, který kromě funkcí Basic obsahuje pokročilejší nástroje pro manipulaci se shapefiles a geodatabázami.
    - ArcGIS Desktop Advanced, který navíc zahrnuje funkce pro manipulaci s daty a pokročilejší úpravy a analýzy.
    - ArcGIS Pro, nová aplikace od ESRI, která pracuje ve 2D a 3D. Zahrnuje také umělou inteligenci.

- ArcGIS Enterprise, speciálně určený pro velké firmy, kde je součástí také serverový software ArcGIS a aplikace ArcGIS pro mobilní zařízení. Rozšíření lze zakoupit samostatně pro zvýšení funkčnosti.

- ArcGIS Online je webová aplikace, která umožňuje sdílení a vyhledávání geografických informací i obsahu publikovaného uživateli Esri, uživateli ArcGIS a dalšími autoritativními poskytovateli dat. Umožňuje uživatelům vytvářet skupiny a připojit se k nim a řídit přístup ke sdíleným položkám veřejně nebo ve skupinách. [9] [8]

4 Vlastní práce

V této části se nejdříve zabývám popisem města Roztoky a hradiště Levého Hradce, poté sběrem dat, mapováním, editací a vytváření map a analýzou města Roztoky. Dále jsou vymezeny funkční požadavky pro navrhované cyklotrasy a následně vytvořeny dva nové návrhy cyklotras v Roztokách. Na nově vytvořených cyklotrasách je opět použito několik základních analýz, funkcí a geoprocesových nástrojů. Na základě vícekriteriální analýzy a dotazníkového šetření, který byl dán obyvatelům Roztok a okolí, je vybrán jeden nejlepší návrh, který je prezentován pomocí webové aplikace vytvořené v ArcGIS online. Všechny analýzy, návrhy a mapy jsou vytvořeny v programu ArcGIS 10.6 (školní edici). Podkladové mapy a data jsou vytvořeny nebo čerpány z ověřených zdrojů jako je ArcČR500, ESRI, Středočeský kraj, Google maps a Roztoky. Projekce všech map, návrhů a dat bude v WGS 1984 Web Mercator.

4.1 Roztoky

Roztoky jsou menší město, které se nachází pár minut autem od Prahy 6. K 1. lednu 2018 je evidováno 8 403 obyvatel a plocha 813 ha. Skládají se ze dvou katastrálních území (Roztoky, 537 ha a Žalov, 276 ha). Statistiky například ukazují, že podíl žen je 51 % a průměrný věk občanů Roztok je 39,4 let.

Statistiky se však mění velmi rychle. Ti, kteří Roztoky neviděli několik let, by je stěží poznali. Město dokončilo největší investici své moderní historie, čistírnu odpadních vod, která zčásti slouží také k čištění odpadních vod „penicilinky“, nyní VUAB Pharma a.s. Rozsáhlý vývoj rodinných domů a vil v lokalitách Solníky, Panenská I a II a Na Dubečnici mění vzhled celého města. Roztoky v příštích letech dosáhnou na 9 až 10 tisíc obyvatel. Zcela nový obličej dostalo také centrální roztocké Tyršovo náměstí. Také infrastruktura se neustále zlepšuje. Například ze Středočeského kraje byla postavena nová přístupová cesta z Prahy, která vede mezi železničními kolejemi a Vltavou a podjezdem železniční koleje u roztockého zámku pokračuje dále do Roztok. Tato stavba velice urychlila cestu z Prahy do Roztok, protože nová silnice již nevede přes železniční přejezd, ale je vedena podjezdem železničních kolejí a tím se zlepšila i bezpečnost cesty.

S růstem populace a zejména s větším a větším počtem mladých rodin s dětmi mají Roztoky a jejich občané specifické potřeby. V roce 2011 byla postavena a otevřena nová budova mateřské školy pro 50 dětí. V roce 2014 byla dokončena dostavba základní školy, která zahrnuje celé nové křídlo s deseti učebnami, kabinety, tělocvičnou a multifunkční halou. [20]

I když se Roztoky velice rychle rozvíjí, tak cyklistika bohužel ne. Roztoky nemají žádnou síť vlastních cyklotras, které by mohly spojit zajímavá místa se sportem nebo turistikou.

Roztoky mají více než bohatou historii a nabízejí mnoho zajímavých míst. Součástí Roztok je také hradiště Levý Hradec, zámek Roztoky se Středočeským muzeem, kostel Narození sv. Jana Křtitele, vily v Tichém údolí, Braunerův mlýn a mnoho dalších. V průběhu roku je zde také mnoho zajímavých a tradičních akcí.

4.2 Hradiště Levý Hradec

Hradiště se nachází v Roztokách, přesněji na Žalově. Je často označováno jako první ohnisko křesťanství v Čechách a také první mocenské centrum přemyslovského státu. Po staletí je známo pod jménem Levý Hradec.

První zmínku o hradišti najdeme už v Kosmově kronice. Tam je zmíněno, že kníže Neklan, jeden z nástupců legendárního Přemysla na knížecím stolci, zde našel za války s Lučany úkryt. I kdyby šlo o bájné historky o knížeti Neklana, anebo historickou postavu, je archeologickými výzkumy doloženo, že na místě Levého Hradce, stávalo hradiště dříve, než se ujal vlády v českém státě první přemyslovský kníže Bořivoj. První historickou událostí je přibližně v letech 882 až 884 založení nejstaršího křesťanského kostelu na českém území knížetem Bořivojem. Tento kostel nese jméno sv. Klimenta k jeho cti. [21]

Součástí hradiště je i hřbitov a naučná stezka, která obsahuje několik samostatně očíslovaných nízkých dřevěných panelů s informacemi. Seznam zastávek této naučné stezky je:

- úvodní – Levý Hradec, národní kulturní památka
- opevnění předhradí Levého Hradce

- několika prostorový objekt kůlové konstrukce
- vrch Řivnáč, řivnáčská kultura
- rokle Ve Vikouši
- val opevnění
- osídlení akropole hradiště
- další objekty nalezené při rekonstrukci inženýrských sítí
- výspa akropole hradiště nad Vltavou

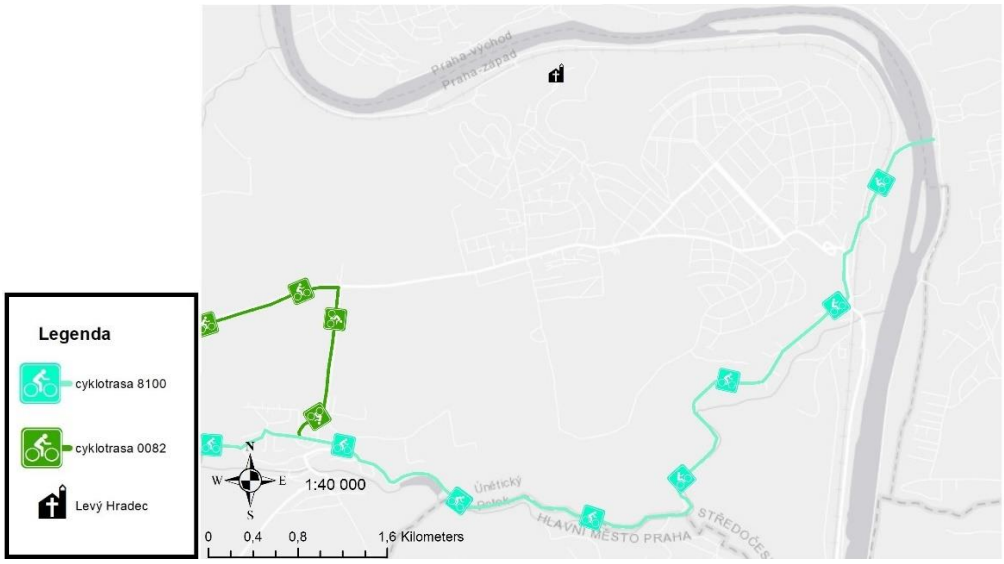
4.3 Mapování a analýza Roztok

Tato kapitola se věnuje analýzám provedených na městě Roztoky. Provedeno bylo několik analýz, na základě těchto analýz bylo možné vytvořit kvalitní cyklotrasy s přidanou informační hodnotou. Konkrétněji se jedná o analýzy stávajících cyklotras v okolí, územního rozdělení, územního plánu, nadmořské výšky, sklonitosti, zajímavých míst, občerstvovacích zařízeních a ostatních důležitých míst. Jednotlivé analýzy jsou vysvětleny v podkapitolách. Pro všechny vytvořené mapy v této kapitole byla použita podkladová mapa „World Light Gray Canvas Base“ od společnosti ESRI.

4.3.1 Stávající cyklotrasy

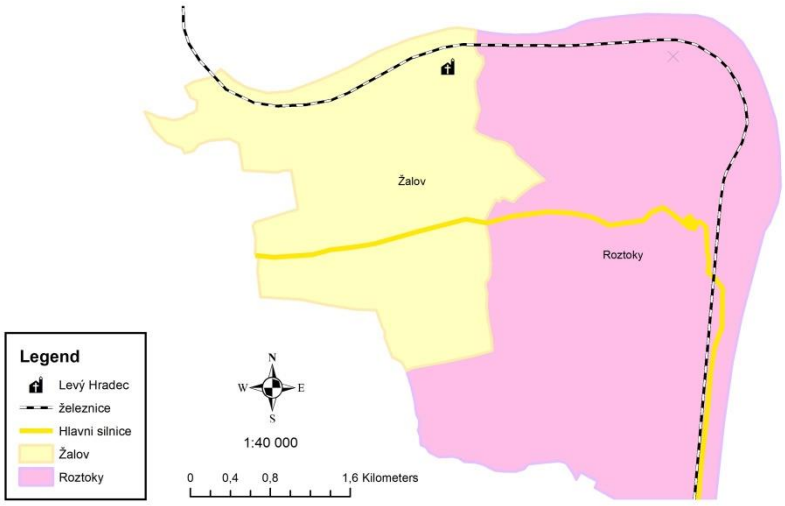
Ze stránek města Roztoky a internetových cykloturistických zdrojů jsou v okolí evidovány jen cyklotrasy 0082 a 8100. Cyklotrasa 8100 se jmenuje Pražské kolo a její délka je 127 km. Jak už vyplývá z názvu, tak tato cyklotrasa vede kolem Prahy. Cyklotrasa 0082 je dlouhá pouze 14 km a vede z Kralup nad Vltavou do Únětic, kde se napojuje na cyklotrasu 8100. [22]

Pro moje účely mi budou stačit úseky cyklotras v okolí Roztok, které jsou zmapovány na následující mapě.



Obrázek 24: Mapa aktuálních cyklotras v okolí Roztok
zdroj: vlastní zpracování

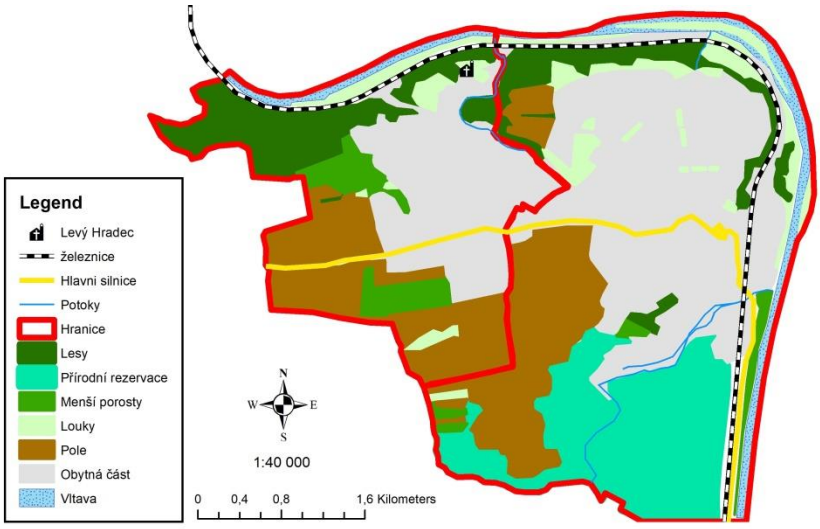
4.3.2 Územní rozdělení



Obrázek 25: Mapa územního rozdělení Roztok
zdroj: vlastní zpracování

Tato mapa ukazuje územní rozdělení Roztok, které se dělí na dvě katastrální území. Na Roztoky 537 ha a Žalov 276 ha. Roztoky jsou 1,95x větší než Žalov. Železnice a hlavní silnice vede skrz oba územní celky a Hradiště Levý Hradec leží na Žalově. Tato mapa je vytvořena pro obecný přehled Roztok.

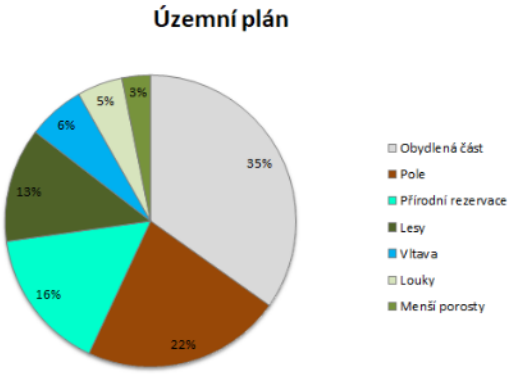
4.3.3 Územní plán



Obrázek 26: Mapa územního plánu Roztok
zdroj: vlastní zpracování

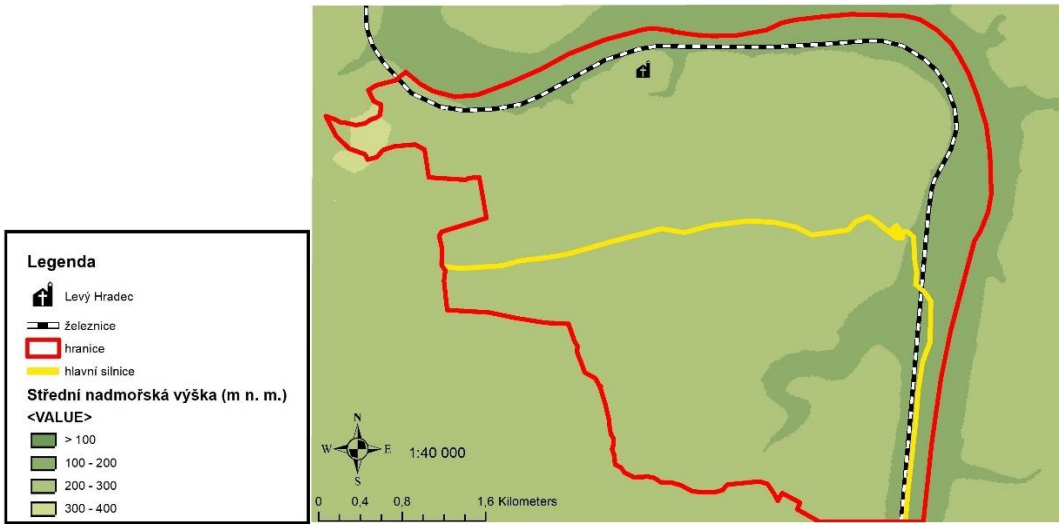
Na této mapě můžeme vidět zjednodušený územní plán. Zjednodušený znamená, že různé podtypy ploch byly sloučeny do svých skupin, jako například čistě obytné území s všeobecným obytným územím na obytnou část apod. Z této mapy můžeme vidět, že mezi tři největší území patří obytná část, přírodní rezervace a pole. Nejzajímavější je přírodní rezervace Tiché údol, která spadá pod § 46 zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. V této přírodní rezervaci již vede aktuální cyklotrasa 8100, která vede od západního začátku Tichého údolí až k přívozu Klecánky. Z toho vyplývá, že by pro nové návrhy cyklotras nebudou žádné problémy se zákony ohledně ochrany přírody, jelikož v této části je již aktuální cyklotrasa 8100.

Obytná část se také každým rokem zvětšuje, kvůli již podepsaným zakázkám v minulosti. Aktuálně je v Roztokách stop stav nových výstaveb. Toto zmapování územního plánu je pro návrhy cyklotras přínosný, jelikož nové cyklotrasy se budu snažit vést přes neobytné části, aby cyklotrasy byly více bezpečné.



Graf 1: Uzemní plán
zdroj: vlastní zpracování

4.3.4 Nadmořská výška

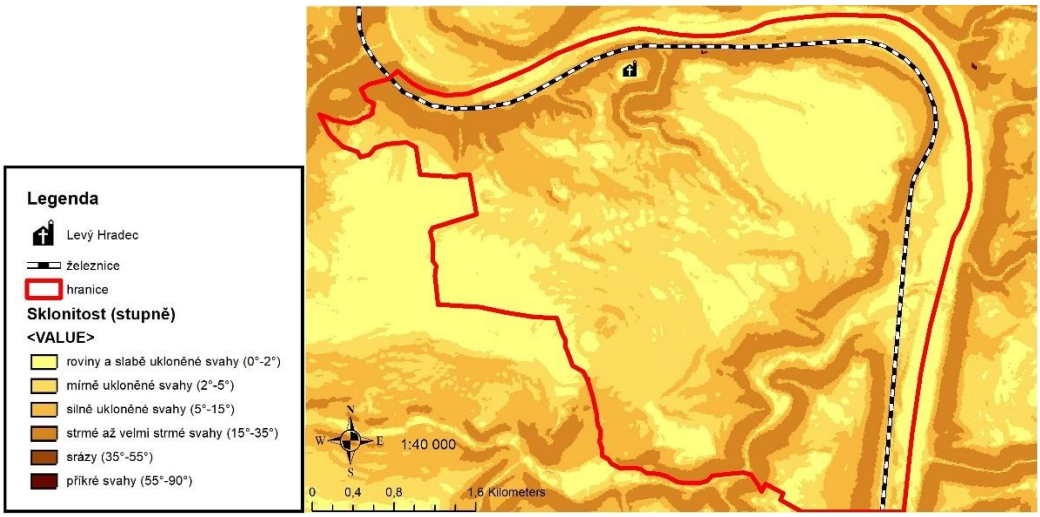


Obrázek 27: Mapa nadmořské výšky
zdroj: vlastní zpracování

Na této mapě můžeme vidět, že celé Roztoky jsou v rozmezí 100-400 metrů nad mořem. Nejnižší nadmořská výška je v oblasti Vltavy a Tichého údolí. Naopak nejvyšší bod Roztok je vrch Stříbrník, který mý 311 metrů nad mořem a nachází se v levém horním výběžku. Žádné problémy ohledně převýšení pro nově navržené cyklotrasy v Roztokách nehrozí, většina území je mezi 200-300 metrů nad mořem, ale může nastat problém u míst,

kde převýšení je během krátkého úseku. Tato problematika je více popsána v analýze sklonitosti.

4.3.5 Analýza sklonitosti

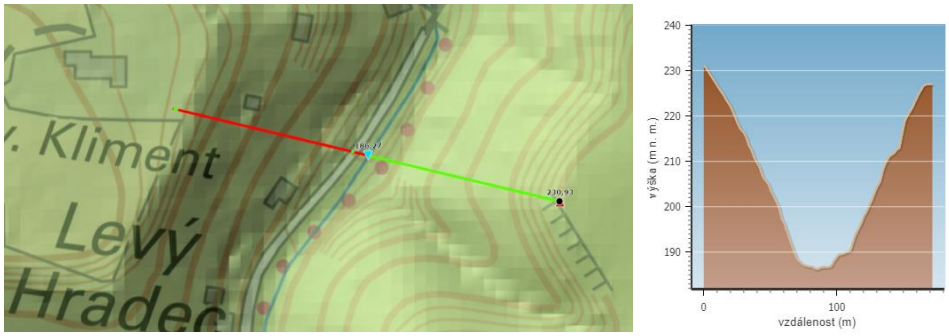


Obrázek 28: Mapa sklonitosti
zdroj: vlastní zpracování

Dále jsem provedl analýzu sklonitosti, která nám udává 6 možných hodnot. V Roztokách najdeme pouze 4 typy sklonitosti. Můžeme opět pozorovat, že tam kde bylo nějaké převýšení jsou i strmé srázy. Nejvíce srázů, které budou ovlivňovat návrhy cyklotras, jsou v okolí Levého Hradce, proto tato oblast byla více prozkoumána, protože pro cyklisty jsou strmé srázy nepříjemné.

Obrázek 29: 3D pohled Levý Hradec
zdroj: vlastní zpracování

Tato fotka byla vytvořena v GIS aplikaci ČÚZK a ukazuje nám 3D model reliéfu v okolí Levého Hradce. [23] Nejkritičtější části jsou srázy k a od potoku. Tyto srázy byly opět podrobněji analyzovány v této aplikaci viz. další obrázek a profil. Pro příklad bylo vybráno jedno kritické převýšení se srázy.

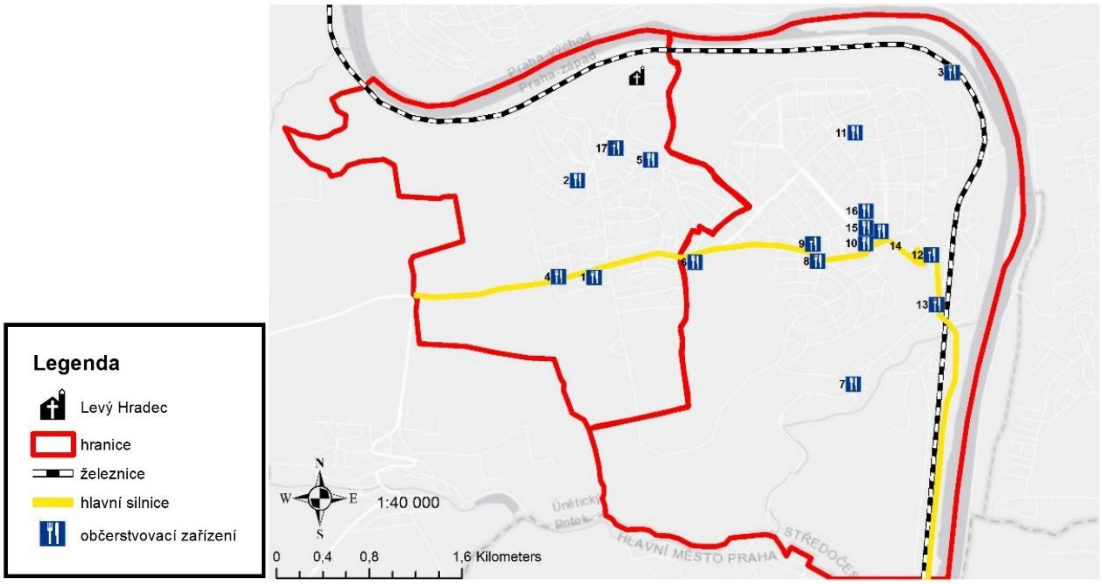


Obrázek 30: Průběh převýšení Levý Hradec
zdroj: vlastní zpracování

V tomto případě se jedná o sráz na východní části Levého Hradce, který vede přes potok opět na vyvýšeninu. Na vygenerovaném profilu je vidět, že nejvyšší bod je 230 m. n. m. a délka přímky je 170 m. Naopak nejnižší bod je 186 m. n. m. a jedná se tak o 44 m převýšení. Sklon kopce od Levého Hradce k potoku je 28,35 stupňů a je dlouhý 74,7 metrů. Sklon kopce na druhé straně je dlouhý 95,3 m a má 27,98 stupňů.

Jelikož tyto srázy jsou nepříznivé pro cyklisty, tak bude vynasnaženo nově navržené cyklotrasy vést po co nejmenších stupních sklonitosti kopců nebo povedou po vrstevnicích, abychom docílili hladšího převýšení.

4.3.6 Seznam občerstvovacích zařízení



Obrázek 31: Mapa restauračních a občerstvovacích podniků
zdroj: vlastní zpracování

Na této mapě jsou zaznamenány všechny restaurační a občerstvovací zařízení, které se nachází na území Roztok. Data pro mapování byla čerpána z portálů města Roztoky a Google maps. [20] [24] Největší koncentrace je na Tyršově náměstí, jelikož se jedná o centrum města. Tyto restaurační a občerstvovací zařízení jsou velice různorodá co se týče nabízených služeb a jídla. Pro podrobnější přehled byla vytvořena tabulka.

Table

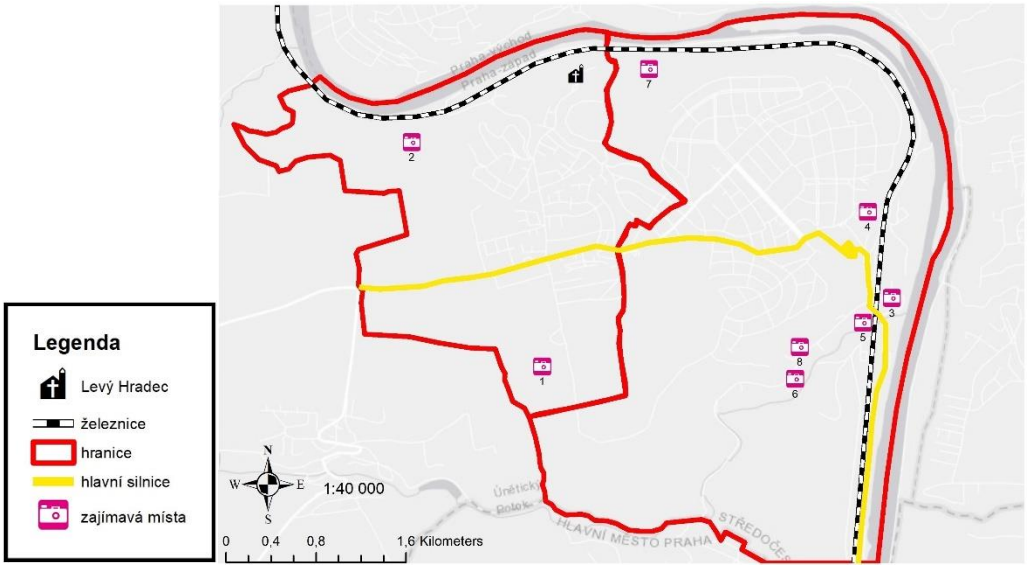
Občerstvovací zařízení

Shape	Id	Název	Cen_kat	typ_rest	WiFi	Web	Otev_doba	Adresa	google_hod
Point	1	Sakyo Sushi & Asian Cuisine	2. kategorie	Vietnamská, Thajská a Japonská	Ano	sakyosushi.cz	Po-Ne 10:30-21:00	Přílepská 1354	4.4
Point	2	Restaurace La Stella	3. kategorie	Italská	Ano	lastella.cz	Út-Ne 11:00-22:00	U hřiště 1249	4.7
Point	3	Občerstvení U Šraněk	1. kategorie	Rychlé občerstvení	Ne	facebook.com/obcerstveniusranek	Viz. Facebook	Plavidlo 86	4.3
Point	4	Restaurace Čertův Potok	2. kategorie	Staročeská	Ano	certuvpotok.cz	Po-Pá 11:00-14:30	Přílepská 1692	4.3
Point	5	Hostinec Na Růžku	1. kategorie	Česká	Ne	není	Po-So 11:00-23:00	Husova 1221	4.6
Point	6	Kebab Instanbul	1. kategorie	Turecká	Ne	není	Po-Ne 11:00-20:00	Lidická 2240	3.9
Point	7	Hospůdka Zvířátka	1. kategorie	Česká	Ano	facebook.com/hospudkazviratka	Viz. Facebook	Tiché údolí 66	4.5
Point	8	Na Vrškách	2. kategorie	Česká	Ano	navrskach.cz	Po-Ne 11:00-23:00	Lidická 372	3.6
Point	9	Hong Kong	1. kategorie	Čínská	Ano	ukrbu-roztoky.cz	Po-Ne 10:00-22:00	Chelčického 562	4.3
Point	10	Döner Kebab Roztoky	1. kategorie	Turecká	Ne	není	Po-Ne 11:00-22:00	Lidická 689	4.5
Point	11	Restaurace U Šmucrů	2. kategorie	Česká	Ano	usmucru.cz	Po-Ne 11:00-23:00	Spešného 1029	4.2
Point	12	Tropic Bar	2. kategorie	Česká, Italská	Ano	tropicbar.cz	Po-Ne 11:00-23:00	Kroupka 64	3.7
Point	13	Restaurace penzion U Koruny	2. kategorie	Česká	Ano	restauraceukoruny.cz	Po-Ne 11:00-23:00	Nádražní 20	3.9
Point	14	La Famiglia	3. kategorie	Česká, Italská	Ano	la-famiglia.cz	Po-Ne 11:00-22:00	Tyršovo náměstí 2222	3.9
Point	15	Pizza Fantastico	1. kategorie	Pizza	Ne	pizzafantastico.cz	Po-Ne 10:00-22:00	Tyršovo náměstí 2221	3.3
Point	16	Prima Pizza	1. kategorie	Pizza	Ne	prima-pizza.cz	Po-Ne 10:00-22:00	Nerudova 1652	3.0
Point	17	Pila	1. kategorie	Česká	Ne	není	Po-Ne 11:00-22:00	Pilařova 277	nehodnoceno

Tabulka 1: Seznam restauračních a občerstvovacích podniků
zdroj: vlastní zpracování

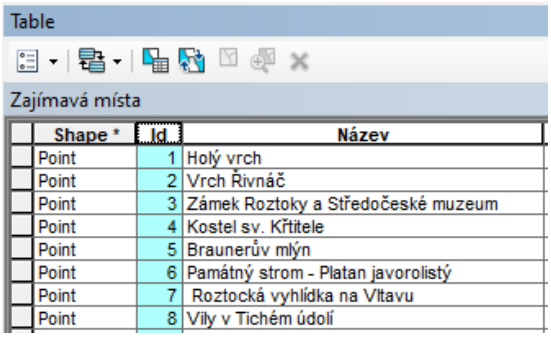
Z této tabulky můžeme vidět, že je v Roztokách evidováno 17 občerstvovacích zařízení. Již z mapy vyplývá, že největší koncentrace je v okolí Tyršova náměstí, přesněji jsou to tyto 3 ulice Tyršovo náměstí, Lidická a Nerudova. Nejčastější cenovou kategorií je první kategorie s 9 občerstvovacími zařízeními. Na druhém místě je druhá kategorie a následuje třetí se 2 restauracemi. Jiné cenové kategorie se v Roztokách nevyskytují. Zaměření restaurací je převážně na českou nebo italskou kuchyni. Co se týče WiFi připojení pro své zákazníky, tak to nabízí pouze 10 podniků. Posledním zajímavým pozorovaným aspektem je Google hodnocení, kde vyhrála restaurace La Stella, která leží kousek od Levého Hradce. Naopak nejhorší podnikem se stala Prima Pizza s hodnocením 3.

4.3.7 Seznam zajímavých míst



Obrázek 32: Mapa zajímavých míst
zdroj: vlastní zpracování

Stejně jako u mapování restauračních a občerstvovacích zařízení byla vytvořena mapa zajímavých míst, do které byly zahrnuty památky, vyhlídky i kulturní vyžití. Největší koncentrace zajímavých míst je v dolní části Roztok, kde nejznámější je zámek Roztoky se Středočeským muzeem. Tabulka s přehledem a podrobnější informace o jednotlivých místech jsou popsány v následující tabulce.



Tabulka 2: Seznam zajímavých míst
zdroj: vlastní zpracování

Vrch Řivnáč

„Pozůstatky hradiště z eneolitu (řivnáčská kultura), situovaného na skalnatém návrší, které vysoko činí nad levým břehem Vltavy. Lokalita leží severozápadně od moderní zástavby města Roztoky. Několikrát archeologicky zkoumáno. Prostor byl opevněn a osídlen především v pozdní době kamenné.“ [25]

Holý vrch

Název tohoto místa byl odvozen od toho, že na tomto místě se přibližně před 220 lety za doby Josefa II. pásalo přibližně 2000 ovcí, které vrch „vyholily“. Tyto následky zachytil na svých obrazech Adolf Kosárek už kolem roku 1850. Tento vrch také velice dobře znal Mikoláš Aleš, který zde v okolí v letech 1877-1898 žil. Jedna z vyhlídek Holého vrchu je pojmenována právě po něm. [20]

Zámek Roztoky

Původně je tento zámek přestavěná gotická tvrz z přibližně 13. století. Mezi majiteli tohoto zámku se od jeho výstavby vystřídalo mnoho šlechtických a měšťanských rodů. Aktuální podoba zámku je díky přestavbě, která se udála během renesance v druhé polovině 16. stol a pozdějších úprav. V roce 1965 se stal zámek Roztoky kulturní památkou. Na pozemku zámku leží Středočeské muzeum, park se sochami a kavárna. Během roku je zde velké množství různých výstav, expozic, ale i například svateb.

Muzeum je otevřené pro veřejnost po celý rok od středy do neděle od 10:00 do 18:00. Standardní vstupné je 50 Kč, zvýhodněné 30 Kč a rodinné 130 Kč. Časová náročnost muzea je přibližně 2 hodiny. [20] [26]

Památný strom platan javorolistý v Tichém údolí

Tento strom patří do skupiny mimořádně významných stromů podle § 46 zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a v roce 1982 byl vyhlášen za památný. Podle zápisu z roku 2009 má obvod kmene ve výšce 130 cm nad zemí 410 cm, výška stromu je 32 metrů a výška koruny je 29 metrů. [20]

Vily v Tichém údolí

Tyto vily mají titul nejstaršího vilového letoviska v okolí Prahy a je jich evidováno 29. Tato lokalita láká také svou krajinou, Únětickým potokem, vinicemi, svahy a sady. První dochovanou letní vilou je „Mia“, která byla postavena v polovině 19.stol. [20]

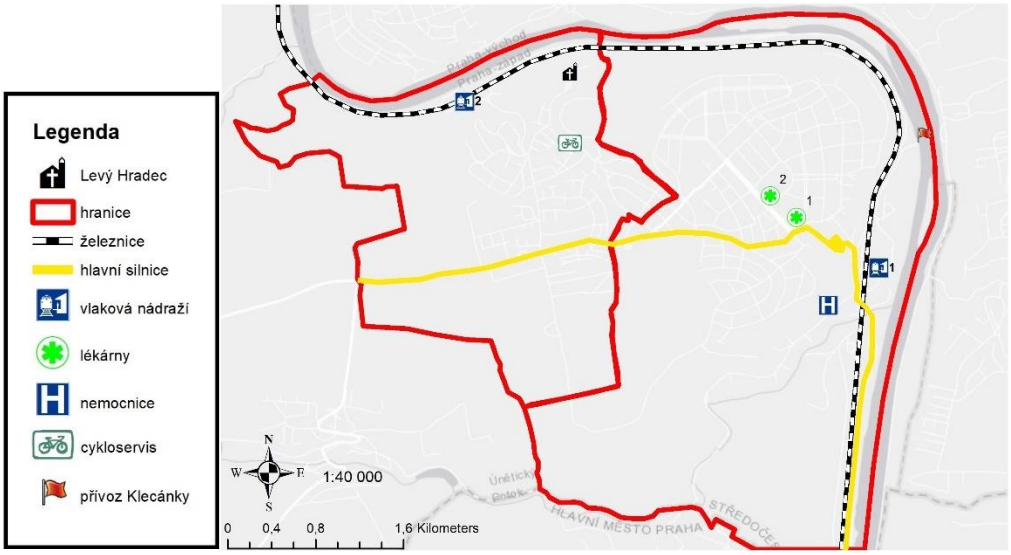
Braunerův mlýn

„Objekt je pod starším názvem Malý mlýn zmiňován již počátkem 18. století, kdy měl podobu zděného jednopatrového stavení s prkenným štítem a mansardovou střechou, jak jej zachytil na reprodukovaném obraze Pohled na Roztoky od Vltavy v roce 1840 pražský malíř Dominik Jan Kottula. Roku 1861 zakoupil mlýn pražský právník František August Brauner. Své dětství a mládí tu tak mohla prožívat i jeho dcera – později známá malířka, grafička a knižní výtvarnice Zdenka Braunerová. Po smrti tohoto významného advokáta a českého politika starý mlýn přestal sloužit svému původnímu účelu a byl přestavěn na letní rodinné sídlo. Jeho minulost připomíná už jen náhon a na vrcholu štítu mlýnské kolo.“ [20]

Kostel Narození sv. Jana Křtitele

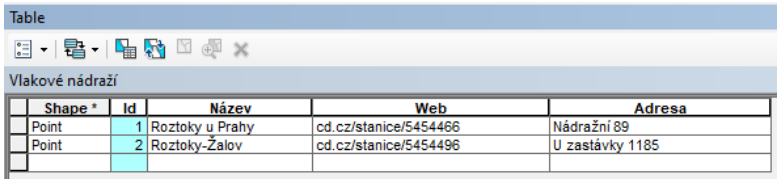
„Kostel Narození sv. Jana Křtitele je plochostropá obdélníková stavba se čtvercovým presbytářem. Nad hlavním vchodem se stupňovitým štítem je umístěn reliéf se sv. Václavem. Hlavní oltář pochází z poloviny 18. století, obraz sv. Jana Nepomuckého je však dílo ze století 19. Před kostelem je umístěna socha sv. Jana Nepomuckého pocházející z roku 1845.“ [27]

4.3.8 Seznam ostatních důležitých míst



Obrázek 33: Mapa ostatních důležitých míst
zdroj: vlastní zpracování

Zde bylo provedeno mapování ostatních důležitých míst, jako jsou nemocnice, lékárny, vlaková nádraží, cykloservisy a přívoz Klecánky. Jelikož Roztoky jsou stále městysem s méně než 10 tis. obyvateli, tak těchto míst se zde nevyskytuje tolik. Pro návrhy cyklotras je dobré mít o těchto místech přehled. Pro každou kategorii byla vytvořena tabulka, kromě přívozu Klecánky, který je blíže popsán v samostatné podkapitole.



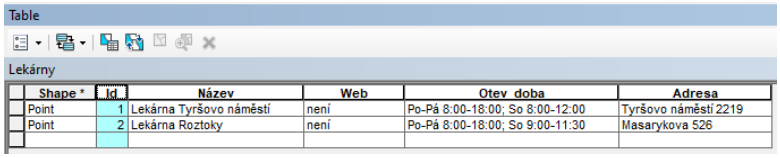
Table

Vlakové nádraží

Shape *	Id	Název	Web	Adresa
Point	1	Roztoky u Prahy	cd.cz/stanice/5454466	Nádražní 89
Point	2	Roztoky-Žalov	cd.cz/stanice/5454496	U zastávky 1185

Tabulka 3: Seznam vlakových nádraží
zdroj: vlastní zpracování

V Roztokách jsou dvě vlaková nádraží, přesněji zastávky – Roztoky u Prahy a Roztoky-Žalov. Zastávka Roztoky u Prahy (č.1) leží ve spodní části Roztok u zámku. Roztoky-Žalov (č.2) leží kousek od hradiště Levý Hradec. Obě tato nádraží můžou hrát důležitou roli pro cyklisty z větších dálek, kteří by chtěli jet na výlet a poznat město Roztoky.



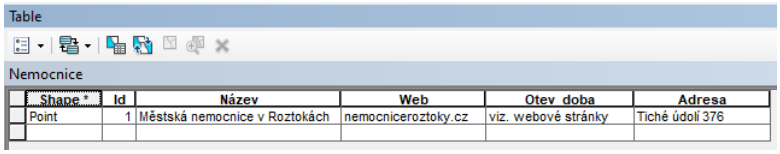
Table

Lekárny

Shape *	Id	Název	Web	Otev_doba	Adresa
Point	1	Lekárna Tyršovo náměstí	není	Po-Pá 8:00-18:00; So 8:00-12:00	Tyršovo náměstí 2219
Point	2	Lekárna Roztoky	není	Po-Pá 8:00-18:00; So 9:00-11:30	Masarykova 526

Tabulka 4: Seznam lékáren
zdroj: vlastní zpracování

Mapování lékáren a nemocnic bylo provedeno, pro zjištění aktuální situace v Roztokách. Úrazy na kolech jsou běžným jevem, a proto je dobré zmapovat tato zařízení pro případné úrazy nebo nevolnosti.



Table

Nemocnice

Shape *	Id	Název	Web	Otev_doba	Adresa
Point	1	Městská nemocnice v Roztokách	nemocniceroztoky.cz	viz. webové stránky	Tiché údolí 376

Tabulka 5: Seznam nemocnic
zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 6: Seznam cykloservisů
zdroj: vlastní zpracování

Když se jedná o cyklotrasy, tak by se nemělo zapomenout ani na cykloservisy. Kola se můžou poškodit například píchnutím gumy nebo uvolněním řídítek, a proto je důležité zmapovat cykloservisy pro případné opravy. V Roztokách se nachází pouze jeden cykloservis. Pro případné zájemce je zde i možnost zakoupit bicykly a příslušenství.

Přívoz Klecánky

Tento přívoz provozuje město Klecánky a je to jeden z posledních přívozů přes Vltavu. Dokáže přepravit osoby, bicykly, a dokonce i malé motocykly. Je využíván celoročně, ale největší vytížení přívozu je v letních měsících, kdy ho využívají hlavně cyklisté a turisté. [28]

Tento bod je velice důležitý, protože zde vede cyklotrasa 8100 a pomocí přívozu se dá dostat na druhý břeh a pokračovat dále po této cyklotrase.

Nebo se na druhé straně může pokračovat po planetární stezce, která je velice populární a je využívaná jak chodci, cyklisty, tak i inline bruslaři. Jedná se o asfaltovou trasu dlouhou 13 km. Je zde 17 zastávek tvořených z modelů sluncí, planet, trpasličích planet a velkých měsíců sluneční soustavy v měřítku 1:1 000 000 000. U jednotlivých modelů jsou i informační tabule. [29]

4.4 Návrh cyklotrasy se zaměřením na rozvoj regionu

4.4.1 Vymezení funkčních požadavků pro nově navržené cyklotrasy

Funkční požadavky nově navržených cyklotras jsou založeny na zadání práce a prospěšnosti pro rozvoj města. Zahrnují obecné a měřitelné funkční požadavky.

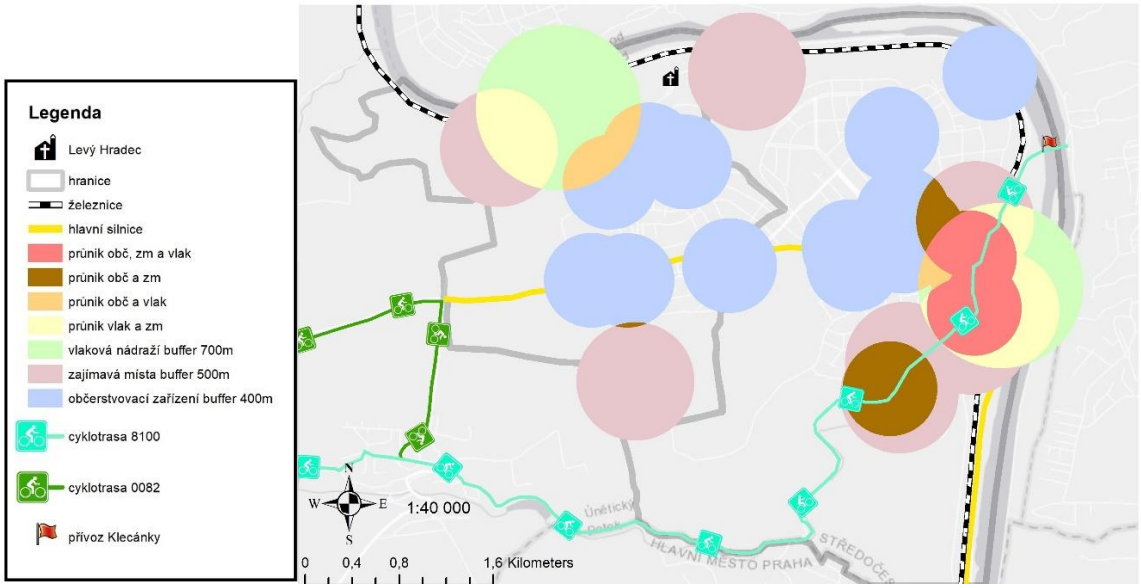
Obecné funkční požadavky jsou:

- nově navržená cyklotrasa musí vést přes hradiště Levý Hradec
- propojení dvou stávajících cyklotras 8100 a 0082 v okolí
- utvořit okruh kolem města Roztoky pomocí stávajících a nové cyklotrasy
- napojení na cyklotrasu 8100 u přívozu Klecánky pro pokračování dále na cyklotrase 8100 nebo na planetární stezku údolím Vltavy
- nevést nové návrhy cyklotras po rušné hlavní silnici Přílepská

Měřitelné funkční požadavky jsou:

- alespoň jedno další zajímavé místo na nově vytvořené cyklotrase v okruhu 500 m
- alespoň jedno vlakové nádraží v okruhu 700 m
- alespoň 3 restaurační nebo občerstvovací zařízení v okruhu 400 m

4.4.2 Mapa měřitelných funkčních požadavků



Obrázek 34: Mapa měřitelných podmínek
pozn.: obč = občerstvovací zařízení; vlak = vlaková nádraží; zm = zajímavá místa
zdroj: vlastní zpracování

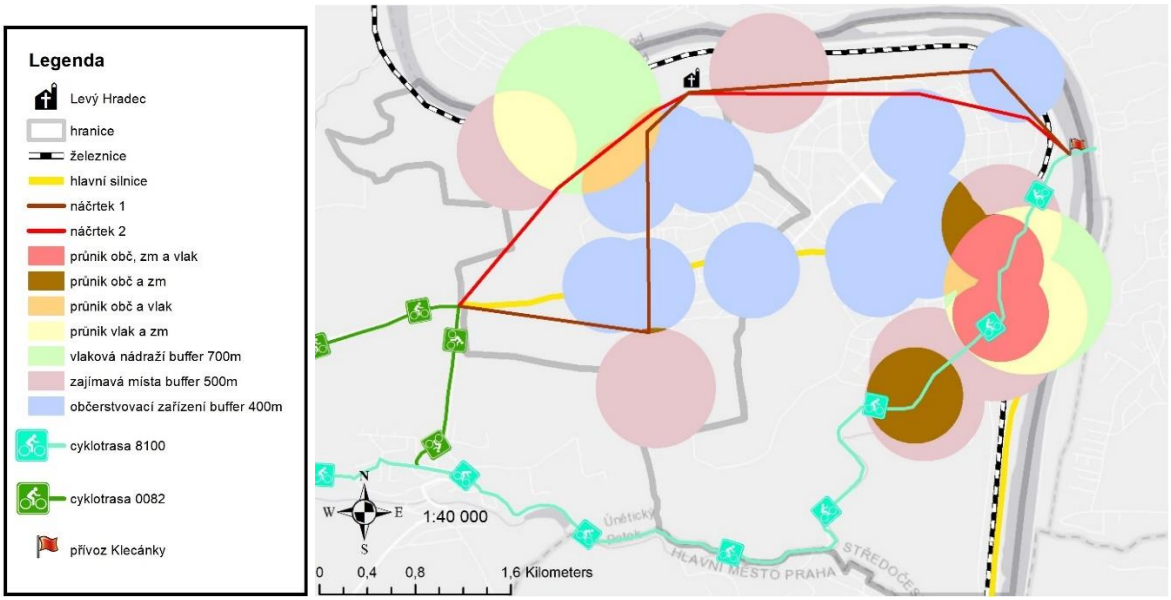
Tato mapa byla vytvořena pro přehled měřitelných podmínek. Jedná se o občerstvovací zařízení, zajímavá místa a vlaková nádraží, která mají zadané vzdálenostní podmínky pro nové navrhované cyklotrasy. Z předešlých mapování byly použity data umístění jednotlivých zájmových bodů.

Na každé skupině vrstev byl použit geoprocesovací nástroj buffer. Buffer pomáhá zjistit vzdálenostní plochu kolem zájmových bodů. Pro každou skupinu byly vytvořeny individuální buffery s jejich přesně zadanými hodnotami. Pro zajímavá místa je buffer nastaven na 500 m (světle růžová), pro občerstvovací zařízení je nastaven na 400 m (světle modrá) a pro vlaková nádraží je nastaven na 700 m (světle zelená). Buffery se v některých případech překrývají, proto byl použit další geoprocesovací nástroj intersect, který nám vyznačil právě ty překryté části jednotlivých bufferů, které pro nás mají největší hodnotu.

Dohromady máme 4 různé průniky, které jsou na mapě vyznačeny světle žlutě, oranžově, hnědě a červeně. Červené části nám dávají informaci o tom, že v té zóně se vyskytují všechny 3 zájmové body podle zadaných podmínek. Bohužel všechny tyto

oblasti jsou již u stávající cyklotrasy 8100. Ostatní průniky, které nejsou u stávajících cyklotras, dávají informaci, kudy nebo přes co by měli potencionální cyklotrasy vést, aby se splnily funkční požadavky pro nové cyklotrasy.

4.4.3 Náčrtky nových cyklotras



Obrázek 35: Mapa náčrtků
pozn.: obč = občerstvovací zařízení; vlak = vlaková nádraží; zm = zajímavá místa
zdroj: vlastní zpracování

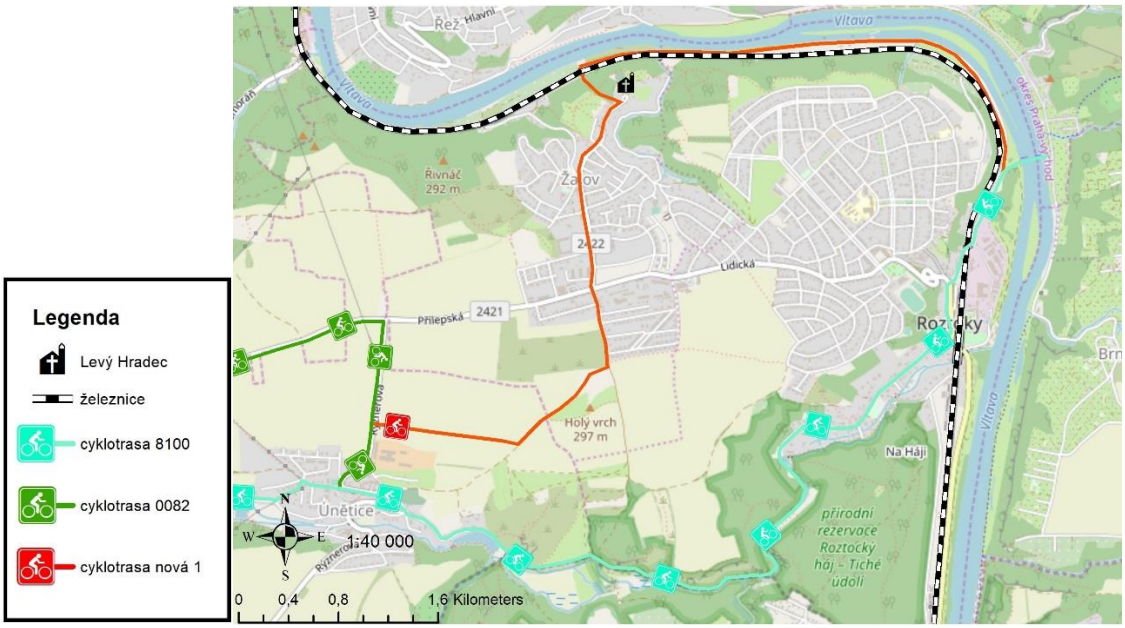
Na této mapě jsou vytvořené hrubé náčrtky nových cyklotras. Pro splnění podmínek vedou náčrtky především přes průniky zadaných vzdálenostních podmínek, aby na trasách bylo co nejvíce zájmových bodů. Nebyly opomenuty ani nejdůležitější podmínky jako je napojení na cyklotrasu 8100 u přívozu Klecánky, propojení cyklotrasy 0082 a 8100, vytvoření okruhu kolem Roztok a aby nové cyklotrasy vedly přes hradiště Levý Hradec.

4.4.4 Návrhy nových cyklotras

Jak již bylo zmiňováno, tak navržená cyklotrasa musí spojovat stávající cyklotrasy 8100 a 0082 a vést přes Levý Hradec. Také musí splňovat ostatní zadané podmínky, a

proto jsem navrhl 2 možnosti nových cyklotras, které vycházejí z náčrtků. Tyto návrhy cyklotras vedou mezi katastrálními pozemky, aby nebyl problém s odkupem soukromých pozemků. Také nové navržené trasy povedou přes již vytvořené cesty, polní cesty, lesní cesty a silnice z důvodu ušetření peněz při realizaci. Napojení na cyklotrasu 8100 má být podle podmínky u přívozu Klecánky, odkud se uživatelé cyklotrasy mohou dostat na druhou stranu břehu, kde mohou pokračovat dále na cyklotrase 8100 nebo se vydat na planetární stezku.

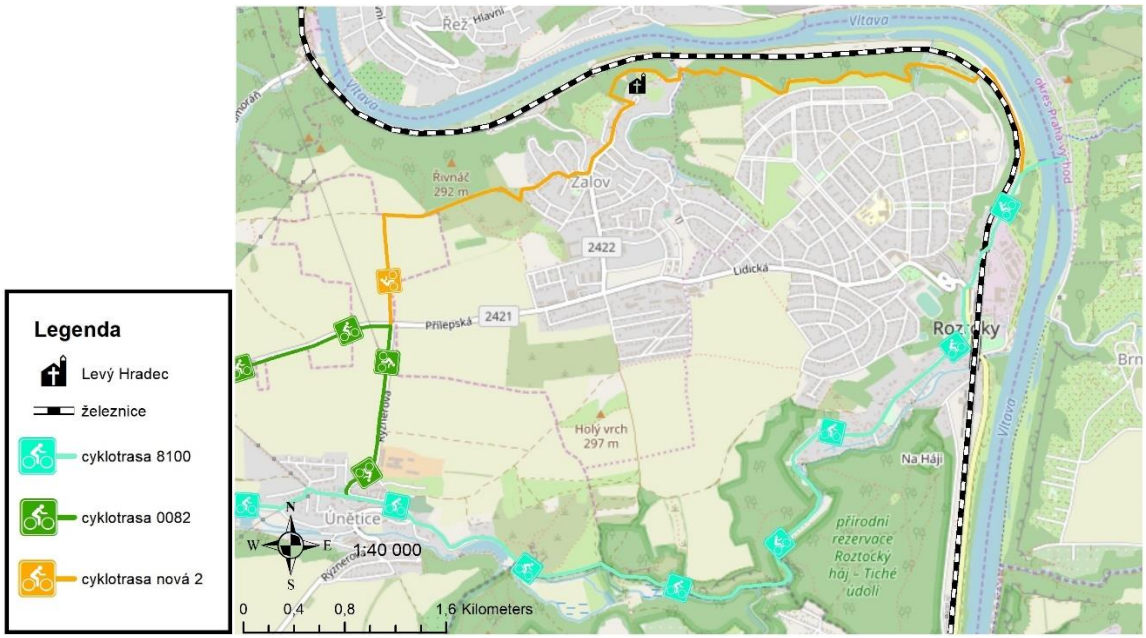
Návrh první cyklotrasy



Obrázek 36: Návrh cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování

Návrh této cyklotrasy vychází z náčrtku č. 1. Tato nová cyklotrasa č. 1 se napojuje na cyklotrasu 0082 na křižovatce ulice Rýznerova s polní cestou. Dále je vedena kolem Holého vrchu a přes Žalov až k hradišti Levý Hradec. Poté vede kolem řeky Vltavy až k napojení na cyklotrasu 8100.

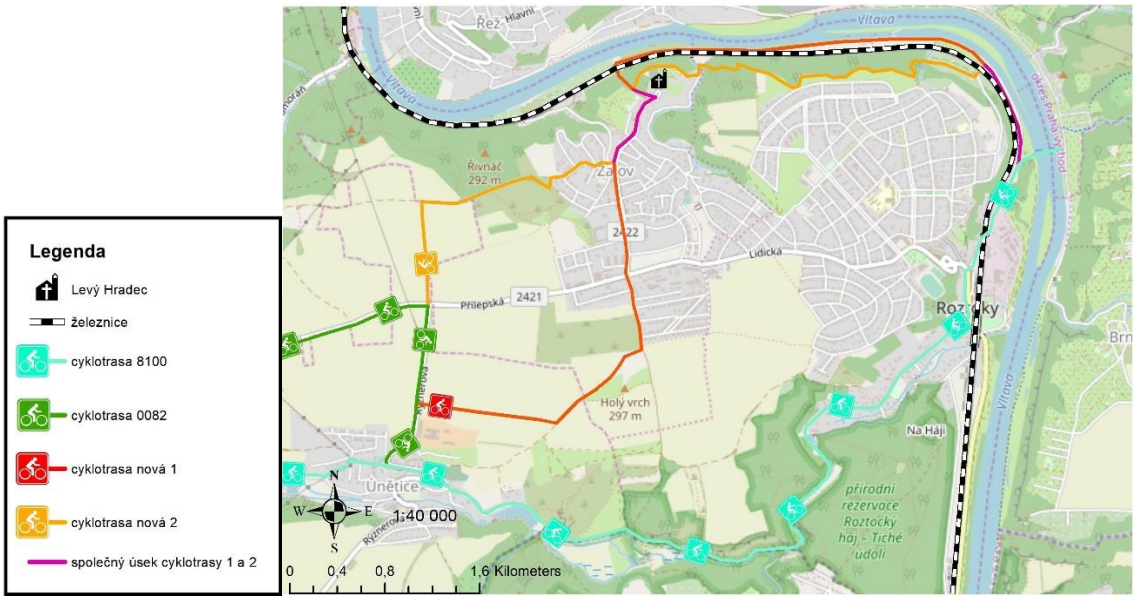
Návrh druhé cyklotrasy



Obrázek 37: Návrh cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování

Návrh této cyklotrasy vychází z náčrtku č. 2. Tato nová cyklotrasa č.2 se napojuje na cyklotrasu 0082 v křižovatce ulice Rýznerova a Přílepská. Dále je vedena kolem vrchu Řivnáč a přes Žalov až k hradišti Levý Hradec. Poté je vedena přes lesní cesty až k napojení na silnici u řeky Vltavy, kde končí napojením na cyklotrasu 8100.

Mapa obou cyklotras



Obrázek 38: Mapa obou nově navržených cyklotras
zdroj: vlastní zpracování

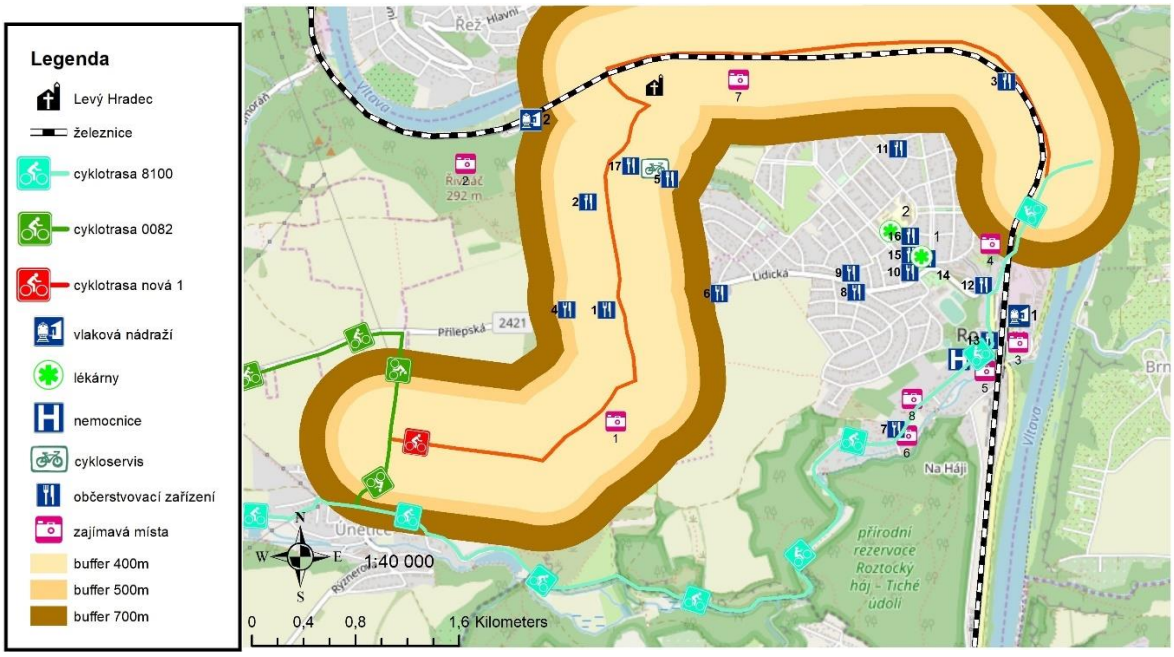
Jak je vidět na této mapě, tak cyklotrasa 1 je od pohledu delší než cyklotrasa 2. Obě cyklotrasy mají i společné úseky, které jsou označeny fialovou barvou. Obě cyklotrasy také končí ve stejném místě, kde se u přívozu Klecánky napojují na cyklotrasu 8100.

4.5 Analýzy navržených cyklotras

4.5.1 Analýza bodů zájmu v okolí podle zadaných funkčních požadavků

Pro analýzu vzdálenosti zájmových bodů byl použit nástroj buffer na nově vytvořených cyklotrasách. Rozpětí bufferů bylo převzato ze zadaných měřitelných podmínek zájmových bodů. Z této analýzy bylo určeno, zda cyklotrasy splňují zadané podmínky. Ostatní podmínky budou ověřeny pomocí dotazovacích funkcí a tabulek.

Cyklotrasa 1



Obrázek 39: Analýza měřitelných podmínek na cyklotrase 1
zdroj: vlastní zpracování

Pro restaurační zařízení byl vytvořen 400 m buffer na nové cyklotrase 1, pro zajímavá místa byl vytvořen 500 m buffer a pro vlakové nádraží byl vytvořen 700 m buffer. Pomocí těchto bufferů a funkce „select by location“ mi program ArcGIS vyselektoval příslušné body zájmu v rozpětí bufferů. Pro každý buffer a zkoumané zájmové body byla vytvořena tabulka.

Selekce restaurací na 400 m bufferu mi řekla, že v okolí 400 m od cyklotrasy 1 leží 4 restaurace. Přesněji restaurace s ID 1, 2, 3 a 17. Více informací o těchto restauracích v tabulce níže. V podmínkách zadaní je, že v okolí musí být alespoň 3 občerstvovací zařízení. Tato podmínka byla splněna.

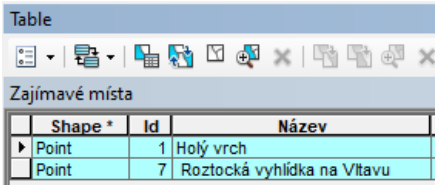
Table

restaurace

Shape	Id	Název	Cen_kat	typ_rest	WiFi	Web	Otev_doba	Adresa	google_hod
Point	1	Sakyo Sushi & Asian Cuisine	2. kategorie	Vietnamská, Thajská a Japonská	Ano	sakyosushi.cz	Po-Ne 10:30-21:00	Přílepská 1354	4.4
Point	2	Restaurace La Stella	3. kategorie	Italská	Ano	lastella.cz	Út-Ne 11:00-22:00	U hřiště 1249	4.7
Point	3	Občerstvení U Šraněk	1. kategorie	Rychlé občerstvení	Ne	facebook.com/obcerstveniusranek	Viz. Facebook	Plavidlo 86	4.3
Point	17	Pila	1. kategorie	Česká	Ne	není	Po-Ne 11:00-22:00	Pilařova 277	nehodnoceno

Tabulka 7: Občerstvovací zařízení do 400 m od cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování

Selekce zajímavých míst na 500 m bufferu mi řekla, že v okolí 500 m od cyklotrasy 1 leží 2 zajímavá místa. Jsou to místa s ID 1 a 7. Jelikož tyto buffery jsou vytvářeny na principu vzdušných čár, tak u bodu s ID 7 je konflikt ohledně vzdálenosti, protože zde vede železnice a nejbližší přejezd je u Levého Hradce, odkud je to v nejbližším bodě 699 m k této vyhlídce. I když v nejbližším bodě z cyklotrasy to je vzdušnou čarou přes železniční koleje pouhých 208 m. Proto tento bod nebudeme brát, že splňuje podmínku. V zadání podmínek je, že v okolí musí být alespoň jedno zajímavé místo. Tato podmínka byla splněna.



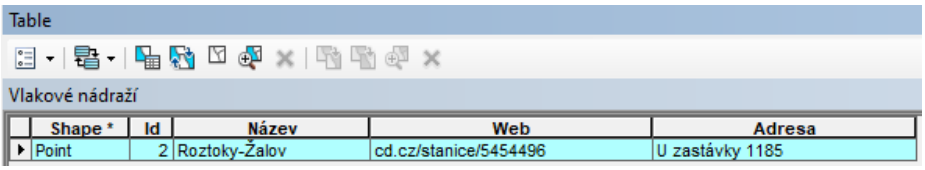
Table

Zajímavé místa

Shape *	Id	Název
Point	1	Holý vrch
Point	7	Roztocká vyhlídka na Vltavu

Tabulka 8: Zajímavá místa do 500 m od cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování

Poslední selekce byla vytvořena na vlakových nádražích. Zde byl použit buffer 700 m, který mi vyselektoval nádraží Roztoky-Žalov. V zadání podmínek je, že musí být alespoň jedno vlakové nádraží v okolí 700 m od cyklotrasy. Tato podmínka byla splněna.



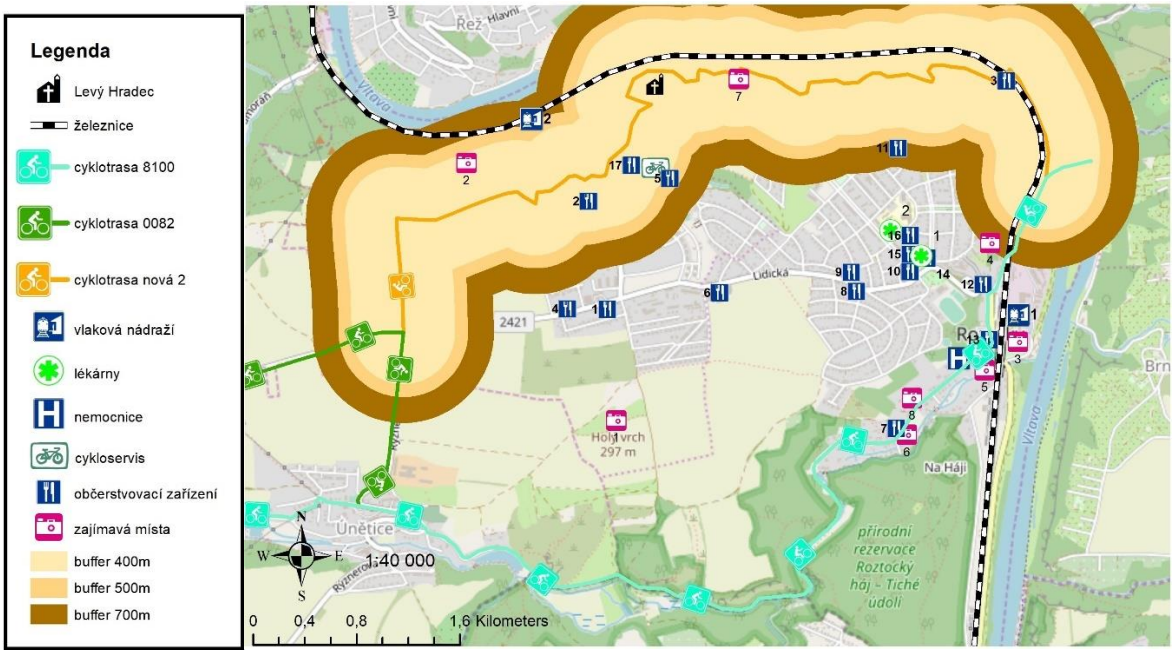
Table

Vlakové nádraží

Shape *	Id	Název	Web	Adresa
Point	2	Roztoky-Žalov	cd.cz/stanice/5454496	U zastávky 1185

Tabulka 9: Vlaková nádraží do 700 m od cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování

Cyklotrasa 2



Obrázek 40: Analýza měřitelných podmínek na cyklotrase 2
zdroj: vlastní zpracování

Stejným způsobem jako u první cyklotrasy, byl pro restaurační zařízení vytvořen 400 m buffer na nové cyklotrase 1, pro zajímavé místa byl vytvořen 500 m buffer a pro vlakové nádraží byl vytvořen 700 m buffer. Pomocí těchto bufferů a funkce „Select by location“ mi program ArcGIS vyselektoval příslušné body zájmu v rozpětí bufferů. Pro každý buffer a zkoumané body byla vytvořena tabulka.

Selekce restaurací na 400 m bufferu mi řekl, že v okolí 400 m od cyklotrasy 2 leží 3 restaurace. Přesněji restaurace s ID 2, 3 a 17. Více informací o těchto restaurací v tabulce níže. V podmínkách zadaní je, že v okolí musí být alespoň 3 občerstvovací zařízení. Tato podmínka byla splněna.

Table

restaurace

Shape	Id	Název	Cen_kat	typ_rest	WiFi	Web	Otev_doba	Adresa	google_hod
Point	2	Restaurace La Stella	3. kategorie	Italská	Ano	lastella.cz	Út-Ne 11:00-22:00	U hřiště 1249	4.7
Point	3	Občerstvení U Šraněk	1. kategorie	Rychlé občerstvení	Ne	facebook.com/obcerstveniusranek	Viz. Facebook	Plavidlo 86	4.3
Point	17	Pila	1. kategorie	Česká	Ne	není	Po-Ne 11:00-22:00	Pilařova 277	nehodnoceno

Tabulka 10: Občerstvovací zařízení do 400 m od cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování

Selekce zajímavých míst na 500 m bufferu mi řekl, že v okolí 500 m od cyklotrasy 2 leží 2 zajímavá místa. Jsou to místa s ID 2 a 7. Zde žádný problém se vzdáleností kvůli železnici nenastal. V zadaní podmínek je, že v okolí musí být alespoň jedno zajímavé místo. Tato podmínka byla splněna.

Table

Zajímavé místa

Shape *	Id	Název
Point	2	Vrch Řivnáč
Point	7	Roztocká vyhlídka na Vltavu

Tabulka 11: Zajímavá místa do 500 m od cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování

Poslední selekce byla vytvořena na vlakových nádražích. Zde byl použit buffer 700 m, který mi vyselektoval nádraží Roztoky-Žalov. V zadání podmínek je, že musí být alespoň jedno vlakové nádraží v okolí 700 m od cyklotrasy. Tato podmínka byla splněna.

Table

Vlakové nádraží

Shape *	Id	Název	Web	Adresa
Point	2	Roztoky-Žalov	cd.cz/stanice/5454496	U zastávky 1185

Tabulka 12: Vlaková nádraží do 700 m od cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování

Vyhodnocení všech funkčních požadavků pro obě cyklotrasy

Každá cyklotrasa měla 8 funkčních požadavků, z toho bylo 5 obecných a 3 měřitelné požadavky. Pomocí předchozích analýz a dotazovacích funkcí byla sestavena tabulka pro přehled splněných a nesplněných podmínek.

název funkčního požadavku	cyklotrasa 1	cyklotrasa 2
propojení dvou stávajících cyklotras 8100 a 0082 v okolí	Ano	Ano
nově navržená cyklotrasa musí vést přes hradiště Levý Hradec	Ano	Ano
utvořit okruh kolem Roztok pomocí stávajících a nové cyklotrasy	Ano	Ano
napojení na cyklotrasu 8100 u přívozu Klecánky	Ano	Ano
nevést nové návrhy cyklotras po rušné hlavní silnici Přílepská	Ano	Ano
alespoň jedno další zajímavé místo na nově vytvořené cyklotrase v okruhu 500 m	Ano	Ano
alespoň jedno vlakové nádraží v okruhu 700 m	Ano	Ano
alespoň 3 restaurační nebo občerstvovací zařízení v okruhu 400 m	Ano	Ano

Tabulka 13: Vyhodnocení funkčních požadavků pro obě cyklotrasy
zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky vyplývá, že obě cyklotrasy splňují všechny zadané podmínky. Je to dáno hlavně tím, že byla provedena analýza podmínek, na kterých byly vytvořeny náčrtky cyklotras, které měly vysokou potencionální šanci splnit všechny zadané podmínky.

4.5.2 Délky cyklotras

Celkovou délku navržených cyklotras jsem měřil pomocí přidání atributu „délka“ s typem „float“ do atributové tabulky cyklotras a následného geometrického výpočtu délky programem ArcGIS. Ostatní délky cyklotras budu měřit pomocí funkce „measure“. Měřil jsem 4 různé typy délek cyklotras:

- celková délka cyklotrasy
- délka cyklotrasy po polních cestách
- délka cyklotrasy po silnici
- délka cyklotrasy po lesních cestách

Cyklotrasa 1

Table

cyklotrasa nová 1

	FID	Shape *	Id	Název	Délka
	0	Polyline	0	Cyklotrasa 1	8981,476836

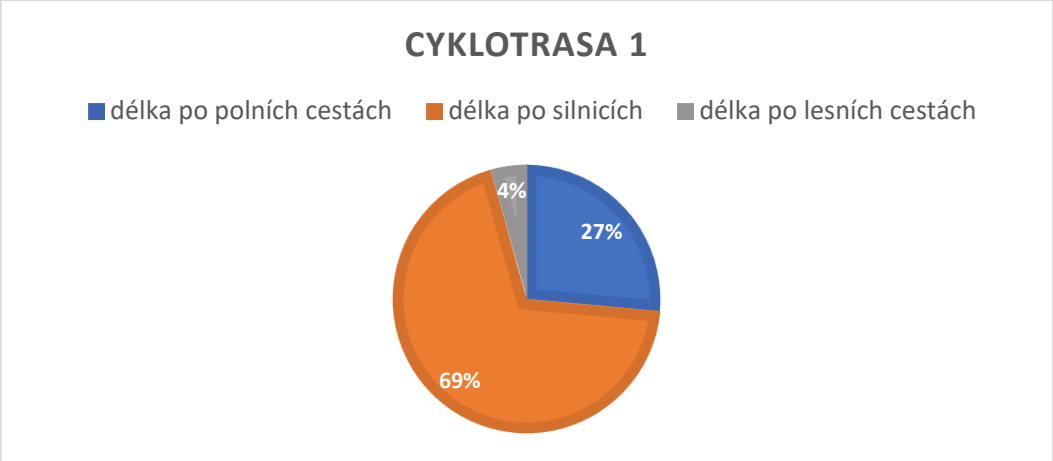
Tabulka 14: Délka cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování

Jak vyplývá z tabulky nová cyklotrasa 1 má celkovou délku 8981,476836 m. Tuto délku jsem pro lepší manipulaci zaokrouhlil na 2 desetinná místa a vyšlo mi 8981,48 m.

Pro výpočet sledovaných délek úseků po polních cestách, lesních cestách a silnicích jsem použil ArcGIS funkci „measure“. Opět tyto hodnoty byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Pro lepší přehled byla vytvořena tabulka a graf.

	cyklotrasa 1
délka po polních cestách	2373,53 m
délka po silnicích	6219,89 m
délka po lesních cestách	388,06 m

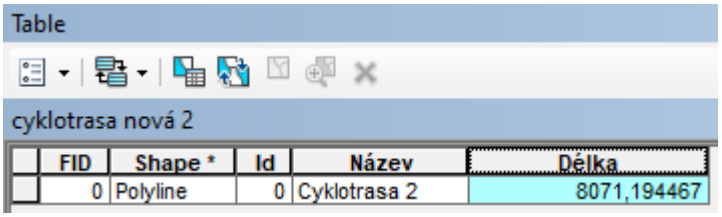
Tabulka 15: Rozdělení cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování



Graf 2: Rozdělení cyklotrasy 1
zdroj: vlastní zpracování

Z grafu je poznat, že cyklotrasa č.1 je převážně vedena po silnicích a to ze 69%. 27% procent celkové délky cyklotrasy je po polních cestách. Po lesních cestách je vedena ze 4%.

Cyklotrasa 2



Table

cyklotrasa nová 2

FID	Shape *	Id	Název	Délka
0	Polyline	0	Cyklotrasa 2	8071,194467

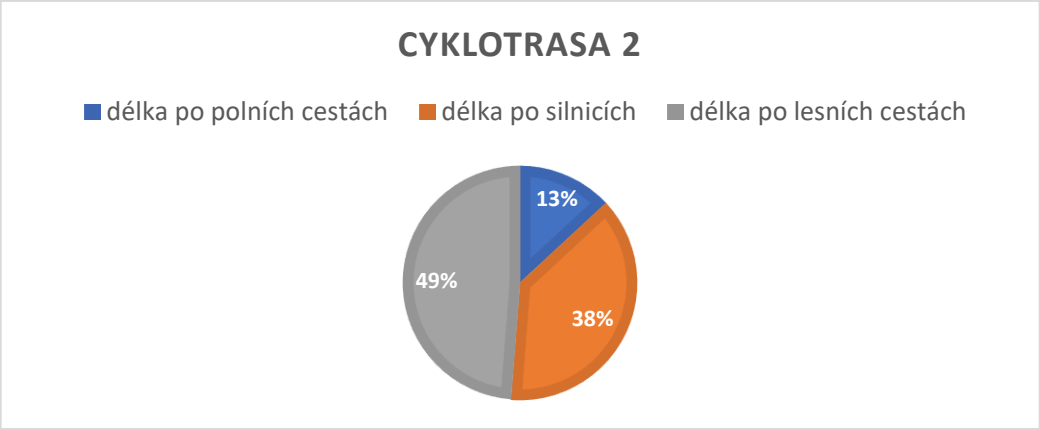
Tabulka 16: Délka cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování

Jak vyplývá z tabulky cyklotrasa 2 má celkovou délku 8071,194467 m. Tuto délku jsem pro lepší manipulaci zaokrouhlil na 2 desetinná místa a vyšlo mi 8071,19 m.

Pro výpočet sledovaných délek úseků po polních cestách, lesních cestách a silnicích jsem použil ArcGIS funkci „measure“. Opět tyto hodnoty byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Pro lepší přehled byla vytvořena tabulka a graf.

	cyklotrasa 2
délka po polních cestách	1215,21 m
délka po silnicích	3542,66 m
délka po lesních cestách	4528,53 m

Tabulka 17: Rozdělení cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování



Graf 3: Rozdělení cyklotrasy 2
zdroj: vlastní zpracování

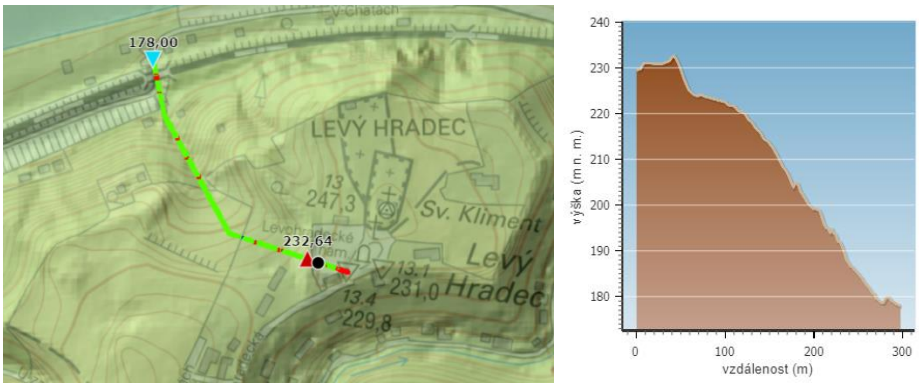
Graf ukazuje, že cyklotrasa 2 je převážně vedena po lesních cestách a to ze 49%. 38% procent celkové délky cyklotrasy po silnicích a po polních cestách je vedena ze 13%.

4.5.3 Analýza sklonitosti navržených tras

Jediná kritická místa ohledně sklonitosti obou navržených cyklotras jsou v okolí Levého Hradce, kde dosahují svahy sklonitost až 35 stupňů, proto budou obě části cyklotras v této lokalitě blíže analyzovány. Tato analýza byla provedena v ČÚZK online GIS aplikaci. Podkladová mapa byla použita základní s vrstvou digitálního modelu reliéfu 4 generace.

Cyklotrasa 1

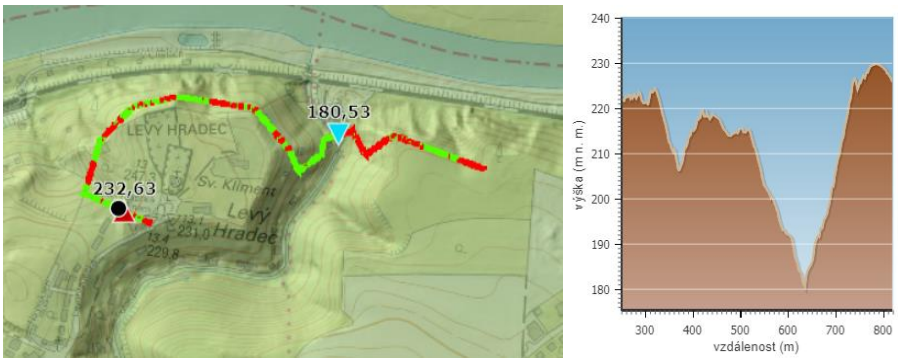
Tato trasa cyklotrasa je vedena k železničnímu přejezdu, kde pokračuje podél řeky Vltavy. Pro tuto analýzu byl použit jen úsek cyklotrasy v problematické části. Zde můžeme vidět (obr. 41), že jde jen o jedno převýšení, které je pozvolnější. Nejvyšší bod je 232,64 m. n. m. a nejnižší 178,00 m. n. m. Délka převýšení je 300 m, kde nejvyšší sklon svahů je 19,12 stupňů ve vzdálenosti od 45 m do 65 m. Průměr tohoto sklonu je 17 stupňů.



Obrázek 41: Analýza sklonitosti a převýšení cyklotrasy 1 v okolí Levého Hradce
zdroj: vlastní zpracování

Cyklotrasa 2

Tato cyklotrasa vede kolem Levého Hradce, kde klesá k potoku a poté vede přes lávku na druhou stranu a stoupá dále. Pro můj účel analýzy mi stačí jen úsek v dané problematické části. Jak můžeme vidět na obrázku (č. 42) nejvyšší bod je 232,63 m. n. m. a nejnižší 180,53 m. n. m. Největší sklonitost je v úseku klesání k potoku a následné stoupání. Maximální sklonitost klesání ve vzdálenosti 520 m až 630 m je 17,73 stupňů. U následného stoupání od 630 m do 780 m je maximální sklonitost 27,59 stupňů.

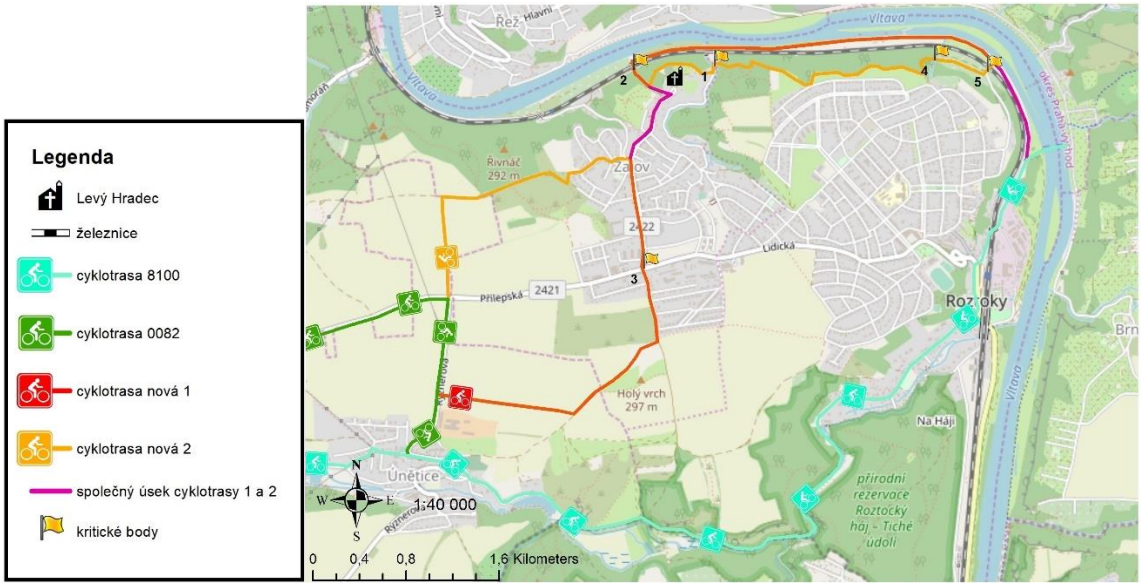


Obrázek 42: Analýza sklonitosti a převýšení cyklotrasy 2 v okolí Levého Hradce
zdroj: vlastní zpracování

4.5.4 Analýza bezpečnosti

V této kapitole jsem mapoval a analyzoval bezpečnost obou navržených cyklotras. Zkoumané vlastnosti jsou:

- délka cyklotrasy po silnicích
- kritické body:
    - železniční přejezdy
    - přejezdy přes potok
    - velké křižovatky



Obrázek 43: Mapa kritických bodů
zdroj: vlastní zpracování

Bylo provedeno mapování obou cyklotras ohledně zmíněných zkoumaných bodů. Na obou cyklotrasách bylo nalezeno 5 kritických bodů a na mapě jsou vyznačeny žlutou vlajkou. Jedná se o 1 velkou křižovatku, 2 železniční přejezdy a 2 přejezdy přes potok. U všech těchto bodů musí cyklista věnovat zvýšenou opatrnost a přehled o okolí. Jelikož u železničních přejezdů je světelné značení a závory mělo by být nebezpečí značně eliminováno, ale nepozornost nebo netrpělivost může vést k vážným nehodám. U přejezdů potoků je nebezpečí malé, ale přesto se mohou stát vážné nehody při nedodržení základních mravů. Nejkritičtější bod je určitě křižovatka ulice Přílepská s Přemyslovou a U Školky. Jedná se o křižovatku na hlavní silnici, na které je neustále velký provoz. Přes tento bod vede nová cyklotrasa č. 1 a cyklista by zde měl být velice pozorný a před přejezdem by měl dodržet základní pravidla silničního provozu jako například – dát

přednost jedoucím autům po hlavní silnici (ulice Přílepská). V tomto místě je i přechod pro chodce, který cyklista může využít, musí ale sesednout z kola a převést kolo přes přechod.

Pro lepší přehled byla vytvořena tabulka s popisy, stupni nebezpečí a zeměpisnými šířkami (Poloha_X) a délkami (Poloha_Y). Cyklotrasa č.1 má na své trase 2 kritické body (bod č. 2 a 3). Cyklotrasa č. 2 má na své trase 3 kritické body (bod č. 1, 4 a 5).

Table

Kritické body

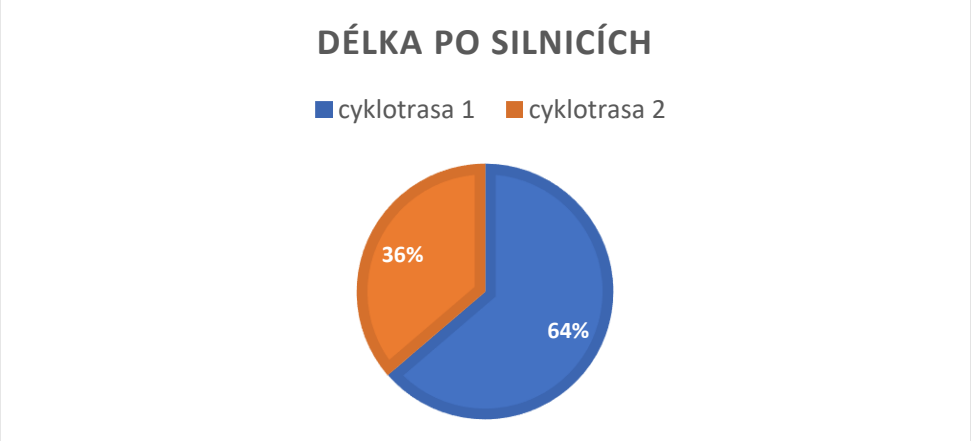
Shape *	Id	Popis	Nebezpeci	Poloha_X	Poloha_Y	cyklotrasa
Point	1	Přejezd přes potok	1	14° 22' 39,983" E	50° 10' 14,422" N	cyklotrasa 2
Point	2	Železniční přejezd	3	14° 22' 17,557" E	50° 10' 13,710" N	cyklotrasa 1
Point	3	Přejezd přes křižovatku (Přílepská x Přemyslovká x U Školky	5	14° 22' 20,538" E	50° 9' 38,420" N	cyklotrasa 1
Point	4	Přejezd přes potok	1	14° 23' 41,196" E	50° 10' 15,403" N	cyklotrasa 2
Point	5	Železniční přejezd	3	14° 23' 56,026" E	50° 10' 13,436" N	cyklotrasa 2

Tabulka 18: Kritické body
zdroj: vlastní zpracování

Data pro přehled délek nově navržených cyklotras po silnicích jsou vzata z kapitoly analýzy délek. Tyto hodnoty jsou důležité, protože cyklotrasy mimo silnice jsou značně bezpečnější.

	cyklotrasa 1	cyklotrasa 2
délka po silnicích	6219,89 m	3542,66 m

Tabulka 19: Délka cyklotras po silnicích
zdroj: vlastní zpracování



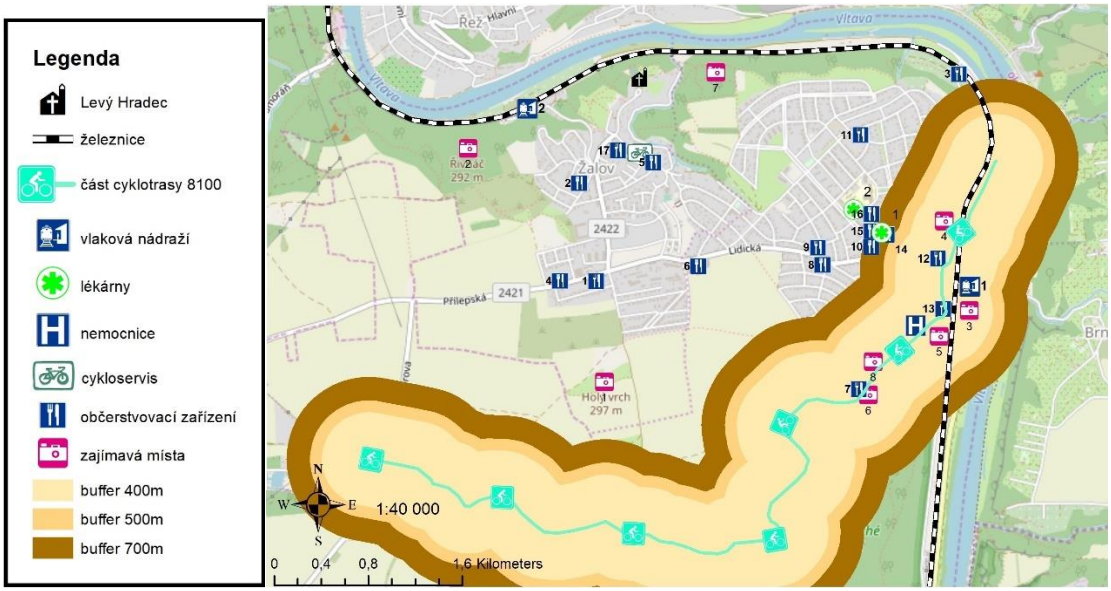
Graf 4: Délka cyklotras po silnicích
zdroj: vlastní zpracování

Z tohoto grafu a tabulky je vidět, že cyklotrasa č.1 je více vedena přes silnice než cyklotrasa č. 2, přesněji 64% ku 36%. Z pohledu bezpečnosti ohledně délky po silnicích a dopravních nehod, můžu prohlásit, že cyklotrasa č. 2 je bezpečnější.

Z celkového pohledu na bezpečnost obou cyklotras mohu prohlásit, že obě cyklotrasy nejsou nebezpečné. Pouze cyklotrasa č.1 má jedno kritické místo se stupněm nebezpečí 5 a tím je křižovatka ulice Přílepská s Přemyslová a U Školky, kde musí cyklisté počítat se zvýšenou pozorností. Podcenit by neměli ani železniční přejezdy a přejezdy přes potoky, ale nepředstavují takové ohrožení. Pomocí těchto dvou analýz mohu prohlásit, že cyklotrasa č. 2 je bezpečnější.

4.5.5 Analýza společného úseku okruhů nově navržených cyklotras

Protože obě nové cyklotrasy mají ve funkčním požadavku, aby propojily stávající cyklotrasy v okolí, tak tento úsek na stávajících cyklotrasách je společný pro oba okruhy cyklotras. Jediný rozdíl ve společném úseku je, že okruh cyklotrasy 1 je kratší o 811,8 m, protože využívá kratší část cyklotrasy 0082. Tento úsek je část silnice Rýznerova, kde žádné sledované zájmové body nejsou, a tak se rozdíl týká jen délky společného okruhu.



Obrázek 44: Mapa zájmových bodů na společném úseku okruhu
zdroj: vlastní zpracování

Na společném úseku v Roztokách se nacházejí tyto zájmové body, které jsou vypsané v tabulkách podle jednotlivých funkčních požadavků. Pro analýzu těchto zájmových bodů v okolí byly použity buffery jen na cyklotrase 8100 a následná funkce „select by location“.

Table

Občerstvovací zařízení

Shape	Id	Název	Cen_kat	typ_rest	WiFi	Web	Otev_doba	Adresa	google_hod
Point	7	Hospůdka Zvířátka	1. kategorie	Česká	Ano	facebook.com/hospudkazviratka	Viz. Facebook	Tiché údolí 66	4.5
Point	12	Tropic Bar	2. kategorie	Česká, italská	Ano	tropicbar.cz	Po-Ne 11:00-23:00	Kroupka 64	3.7
Point	13	Restaurace penzion U Koruny	2. kategorie	Česká	Ano	restauraceukoruny.cz	Po-Ne 11:00-23:00	Nádražní 20	3.9

Tabulka 20: Společné občerstvovací zařízení na okruhu
zdroj: vlastní zpracování

Table

Zajímavá místa

Shape *	Id	Název
Point	3	Zámeček Roztoky a Středočeské muzeum
Point	4	Kostel sv. Křtitele
Point	5	Braunerův mlýn
Point	6	Památný strom - Platan javorolistý
Point	8	Vily v Tichém údolí

Tabulka 21: Společná zajímavá místa na okruhu
zdroj: vlastní zpracování

Table

Vlakové nádraží

Shape *	Id	Název	Web	Adresa
Point	1	Roztoky u Prahy	cd.cz/stanice/5454466	Nádražní 89

Tabulka 22: Společná vlaková nádraží na okruhu
zdroj: vlastní zpracování

Mezi ostatní zájmové body v okolí společného úseku okruhu je Roztocká nemocnice, která leží na cyklotrase 8100. Dále je na této cyklotrase ve spodní části Roztok v okruhu 700 m lékárna, která se nachází na Tyršově náměstí.

4.6 Vyhodnocení cyklotras

Pro vyhodnocení nově navržených cyklotras bylo vytvořeno dotazníkové šetření a vícekriteriální analýza. Na základě výsledků je vybrána nejlepší varianta.

4.6.1 Dotazníkové šetření

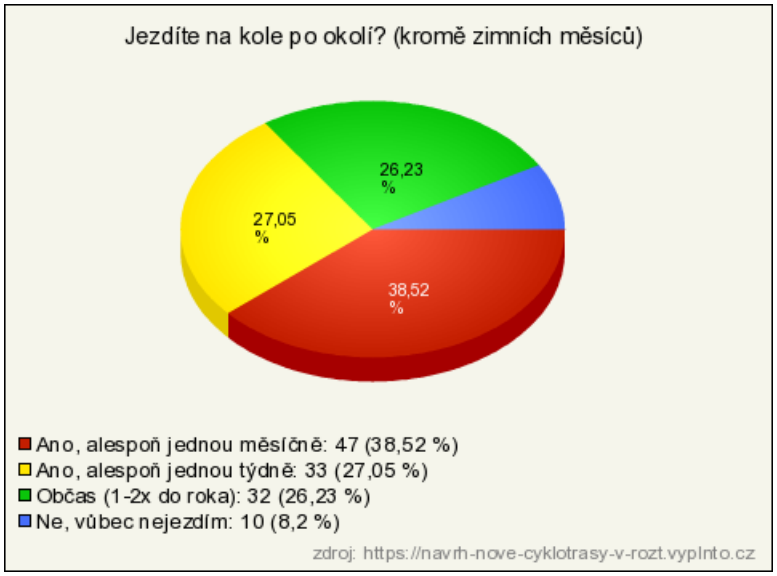
Bylo vytvořeno online dotazníkové šetření, které bylo publikováno na facebookových skupinách měst Roztoky, Únětice, Suchdol a Horoměřice. Vybral jsem tyto skupiny, jelikož se jedná o Roztoky a města v blízkém okolí. Mohou tak lépe rozumět řešenému problému a také to jsou potencionální uživatelé nově navržených cyklotras.

Respondenti byly tázáni nejdříve na obecné informace týkající se tématu a následně na jednotlivé kritéria, které jsou použity ve vícekriteriální analýze. Dalšími důležitými otázkami byla preference nově navržených cyklotras a zda by je využili.

Kompletní vyhodnocení dotazníku je dostupné na této webové stránce: https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/navrh-nove-cyklotrasy-v-rozt/.

Dotazník byl publikován týden a zúčastnilo se 122 respondentů, z toho bylo 76 žen a 46 mužů. Nejčastější věkové rozmezí bylo 18-35 let a 35-65 let. 60 respondentů uvedlo, že bydlí v Roztokách. Zbylých 62 respondentů uvedlo, že nebydlí, ale jsou v Roztokách často nebo občas.

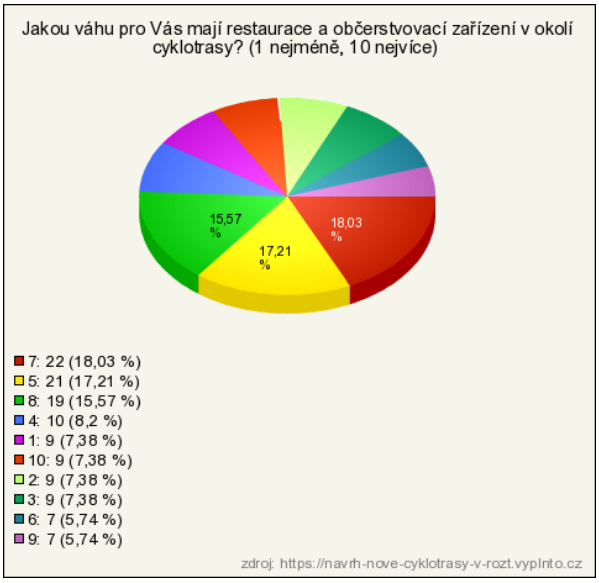
Další otázka byla, zda jezdí na kole po okolí (kromě zimních měsíců). Na tuto otázku ze 122 respondentů odpovědělo 10 respondentů, že na kole nejezdí vůbec. Nejčastější odpověď byla, že alespoň 1x měsíčně. Přesný přehled odpovědí viz. následující graf.



Graf 5: Ježdění na kole po okolí

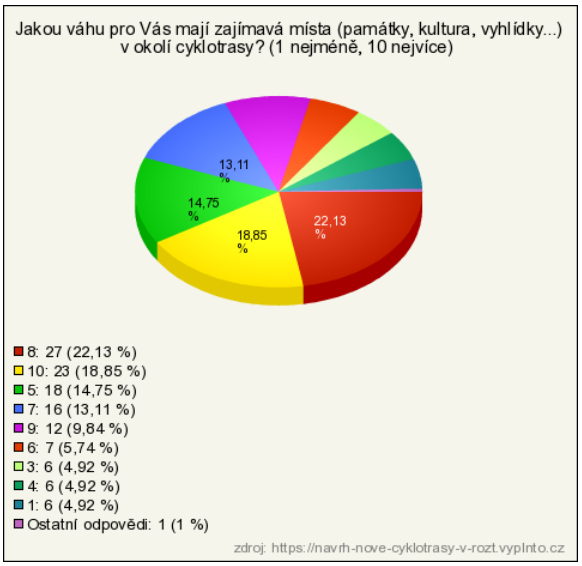
Na otázku, zda preferující buď polní a lesní cesty nebo silnice odpovědělo 92,62 % respondentů, že preferují cyklotrasu po polních a lesních cestách než po silnici.

Na otázku ohledně důležitosti občerstvovacích zařízení v okolí cyklotrasy uvedli respondenti tyto odpovědi viz. následující graf. Průměr statistických dat, po očištění o 5 % hodnot z obou stran, je 5,76.



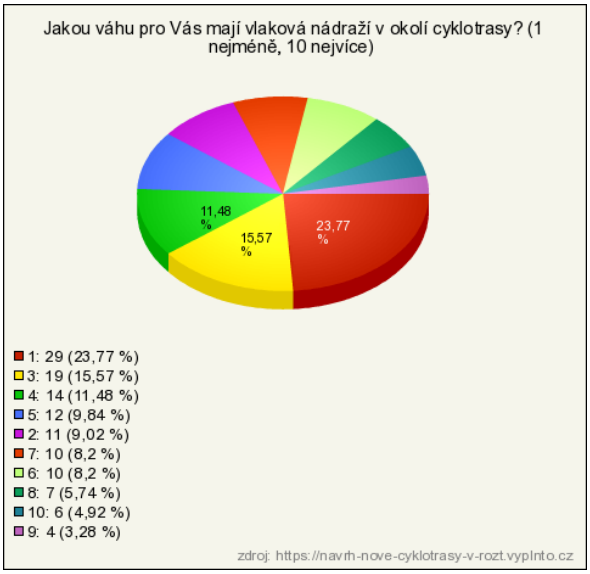
Graf 6: Váha občerstvovacích zařízení

Na otázku ohledně důležitosti zajímavých míst v okolí cyklotrasy uvedli respondenti tyto odpovědi viz. následující graf. Průměr statistických dat, po očištění o 5 % hodnot z obou stran, je 7,11.



Graf 7: Váha zajímavých míst

Na otázku ohledně důležitosti vlakových nádraží v okolí cyklotrasy uvedli respondenti tyto odpovědi viz. následující graf. Průměr statistických dat, po očištění o 5 % hodnot z obou stran, je 4.



Graf 8: Váha vlakových nádraží

Na otázku ohledně důležitosti bezpečnosti cyklotrasy uvedlo 51,64 % respondentů, že je pro ně nejdůležitější (10 bodů). Přehled všech odpovědí je na následujícím grafu. Průměr statistických dat, po očištění o 5 % hodnot z obou stran, je 8,87.

Graf 9: Váha bezpečnosti

Otázka ohledně preference nově navržených cyklotras, dopadla lépe cyklotrasa 2, pro kterou hlasovalo 55,74 % respondentů.

Graf 10: Preference nově navržených cyklotras

Velice kladné ohlasy, ale měly obě cyklotrasy. Na otázku, jestli by využili alespoň jednu nově navrženou cyklotrasu, odpovědělo ano 81,15 % respondentů. Jen 3 respondentům se nelíbil ani jeden návrh, což považuji za úspěch.

Graf 11: Využití nově navržených cyklotras

4.6.2 Vícekriteriální analýza

Tato kapitola se věnuje vícekriteriální analýze obou nově navržených variant. Výsledek této analýzy je jedním ze dvou aspektů pro vyhodnocení nejlepší nově navržené cyklotrasy. Kritéria a hodnoty pro vícekriteriální analýzu vychází z analýz provedených na nově navržených cyklotrasách. Jedná se o kritéria:

- bezpečnost
  - délka po silnicích – minimalizační kritérium
  - kritické body – minimalizační kritérium
- zajímavá místa v okolí 400 m – maximalizační kritérium
- občerstvovací zařízení v okolí 500 m – maximalizační kritérium

Vlaková nádraží nejsou zahrnuta do analýzy, jelikož obě nové cyklotrasy mají jedno vlakové nádraží ve stejné vzdálenosti, takže toto kritérium je irelevantní.

Sklonitost také není zahrnuta do analýzy. Protože se jedná o velice krátký úsek na obou cyklotrasách a pomocí těžké techniky se mohou terény v daných oblastech upravit a zmírnit sklony svahů.

Pro výběr nejlepší varianty nově navržené cyklotrasy jsem použil bodovací metodu s kardinálními informacemi a kritéria jsem hodnotil od 1 do 5 bodů s maximalizační funkcí.

Váhy pro jednotlivá kritéria byly převzaty z online dotazníkového šetření. Hodnoty vah byly sestaveny z průměrů statistických dat. Průměrné obodování kritérií bylo:

- bezpečnost – 8,87
- zajímavá místa – 7,11
- občerstvovací zařízení – 5,76

Z toho plynou váhy, které jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa:

- bezpečnost – 0,41 (41 %)
- zajímavá místa – 0,33 (33 %)
- občerstvovací zařízení – 0,26 (26 %)

V prvním kroku jsem sestavil tabulku s hodnotami pro každé kritérium.

	délka po silnicích	kritické body	zajímavá místa	občerstvovací zařízení
cyklotrasa 1	6219,89 m	2 body	1 místo	4 obč. zařízení
cyklotrasa 2	3542,66 m	3 body	2 místa	3 obč. zařízení

Tabulka 23: Hodnoty daných cyklotras
zdroj: vlastní zpracování

Aby bylo možné sestavit normalizovanou kriteriální matici, tak jsou hodnoty z této tabulky obodovány podle stupnice 1-5. Ohodnocení 5 dostane vždy lepší hodnota v kritériu a v závislosti na tuto hodnotu bude vypočítána hodnota pro druhou variantu. Kritické body

byly ještě před převedením vynásobeny svým stupněm nebezpečí. Jednotlivé kritéria jsou ohodnocena následovně:

	délka po silnicích	kritické body	zajímavá místa	občerstvovací zařízení
cyklotrasa 1	2,84	3,125	2,5	5
cyklotrasa 2	5	5	5	3,75

Tabulka 24: Vyhodnocení navržených cyklotras
zdroj: vlastní zpracování

Délka po silnicích a kritické body vypovídají o bezpečnosti cyklotrasy, a proto jsou sloučeny pomocí průměru do jednoho kritéria „bezpečnost“. Výsledná vyhodnocovací matice vypadá takto.

	bezpečnost	zajímavá místa	občerstvovací zařízení
cyklotrasa 1	2,983	2,5	5
cyklotrasa 2	5	5	3,75

Tabulka 25: Upravené vyhodnocení navržených cyklotras
zdroj: vlastní zpracování

Z této matice a vah jsem vypočítal normalizovanou kriteriální matici. Matice byla zaokrouhlena na dvě desetinná místa a vypadá takto:

	bezpečnost	zajímavá místa	občerstvovací zařízení
cyklotrasa 1	0,15	0,11	0,15
cyklotrasa 2	0,26	0,22	0,11
váhy	0,41	0,33	0,26

Tabulka 26: Normalizovaná kriteriální matice
zdroj: vlastní zpracování

Z této matice jsem sumou na každém řádku vypočítal funkci užitku pro obě cyklotrasy.

	funkce užitku
cyklotrasa 1	**0,41**
cyklotrasa 2	**0,59**

Tabulka 27: Funkce užitku
zdroj: vlastní zpracování

Z této tabulky vyplývá, že lepší funkci užitku má cyklotrasa 2, proto je vybrána jako nejlepší varianta.

5 Výsledky a diskuse

V programu ArcGIS 10.6 (školní edici) byly navrženy dvě nové cyklotrasy, které splňují tyto funkční požadavky:

- nově navržená cyklotrasa musí vést přes hradiště Levý Hradec
- propojení dvou stávajících cyklotras 8100 a 0082 v okolí
- utvořit okruh kolem města Roztoky pomocí stávajících cyklotras a nově navržené cyklotrasy
- napojení na cyklotrasu 8100 u přívozu Klecánky pro pokračování dále na cyklotrase 8100 nebo na planetární stezku v údolí Vltavy
- nevést nové návrhy cyklotras po rušné hlavní silnici Přílepská
- alespoň jedno další zajímavé místo na nově vytvořené cyklotrase v okruhu 500 m
- alespoň jedno vlakové nádraží v okruhu 700 m
- alespoň 3 občerstvovací zařízení v okruhu 400 m

Na těchto dvou nových cyklotrasách byly provedeny tyto analýzy:

- zájmových bodů v okolí podle zadaných funkčních požadavků
- délky
- sklonitosti
- bezpečnosti

Analýzy zájmových bodů v okolí podle zadaných funkčních požadavků mi řekly, že dohromady mají stejný počet zájmových bodů. Jediný rozdíl je, že cyklotrasa 1 má o jedno občerstvovací zařízení více, ale o jedno zajímavé místo méně než cyklotrasa 2.

Analýza délky ukázala, že cyklotrasa 1 je o 910, 29 m delší než cyklotrasa 2. Délka po silnicích je ale mnohonásobně delší než u cyklotrasy 2, přesněji o 2677,23 m. Naopak cyklotrasa 2 má o 2982,15 m delší trasu po polních a lesních cestách než cyklotrasa 1.

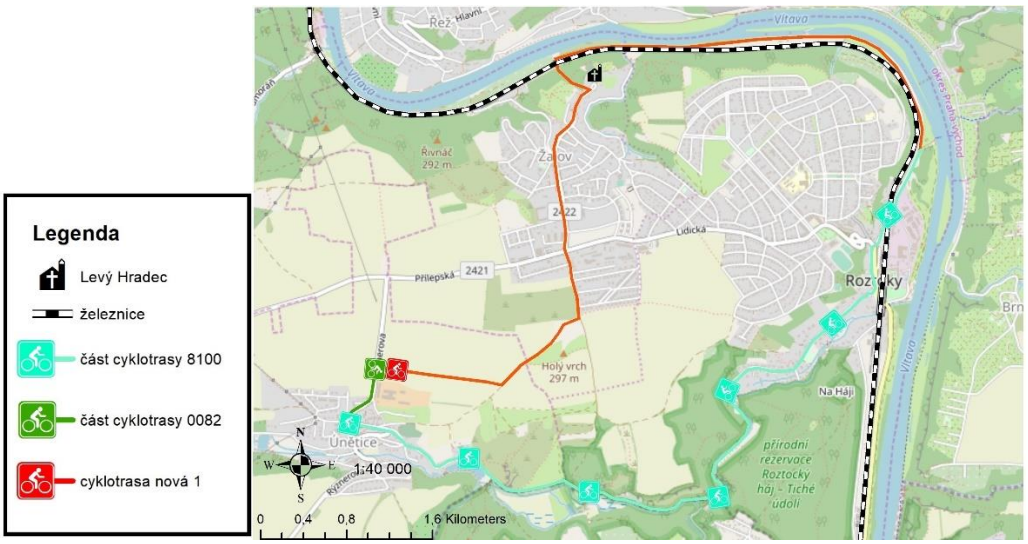
Analýzou sklonitosti jsem řešil kritickou oblast kolem hradiště Levého Hradce, kde jsou strmé srázy. Tato analýza ukázala, že cyklotrasa 1 má v této oblasti pozvolnější převýšení než cyklotrasa 2, která má dokonce dvě převýšení, a to k a od potoka. Jelikož se ale jedná o pouhých 270 m, nebyla tato analýza zahrnuta do vícekriteriální analýzy. Pro zmírnění strmosti svahů by se dala použít těžká technika.

Analýza bezpečnosti řešila dvě kritéria – délku po silnicích a kritické body na cyklotrasách. Jak už bylo řečeno v analýze délky, tak cyklotrasa 1 vede o 2677,23 m více po silnicích než cyklotrasa 2 a tím snižuje svoji bezpečnost. Kritických bodů měla více cyklotrasa 2 než cyklotrasa 1 v poměru 3:2. Musel se ale brát ohled na stupeň nebezpečí jednotlivých kritických bodů. Při vynásobení každého kritického bodu svým stupněm nebezpečí vyšlo opět, že cyklotrasa 2 je bezpečnější než cyklotrasa 1.

5.1 Výsledné cyklotrasy a okruhy

Spojením stávajících a nově navržených cyklotras vznikly kolem města Roztoky nové okruhy, které mohou posloužit především k cykloturistice s mnoha zájmovými body, především hradištěm Levý Hradec.

5.1.1 Okruh s cyklotrasou 1



Obrázek 45: Mapa okruhu s cyklotrasou 1
zdroj: vlastní zpracování

Na této mapě je vidět okruh s nově navrženou cyklotrasou 1. Výsledná délka tohoto okruhu je 17949,76 m a skládá se z částí, které jsou uvedené v následující tabulce.

cyklotrasa 1	8981,48 m
cyklotrasa 8100	8328,97 m
cyklotrasa 0082	639,31 m
celková délka	**17949,76 m**

Tabulka 28: Délky okruhu s cyklotrasou 1
zdroj: vlastní zpracování

Na tomto okruhu jsou tyto zájmové body:

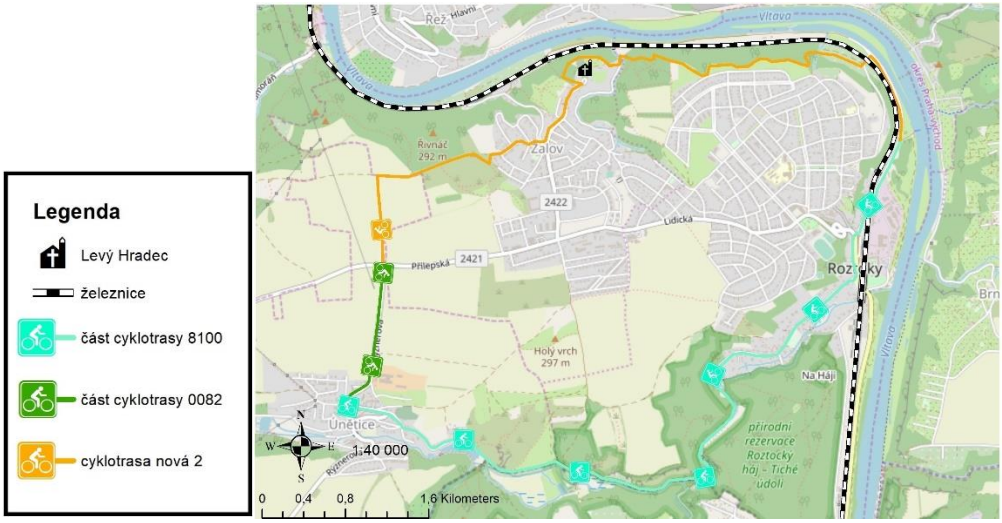
- hradiště Levý Hradec
- 7 občerstvovacích zařízení v okruhu 400 m
- 6 zajímavých míst v okruhu 500 m
- 2 vlaková nádraží v okruhu 700 m
- 1 cykloservis v okruhu 300 m v okolí hradiště Levého Hradce

- 1 lékárna v okruhu 700 m ze spodní části Roztok
- 1 nemocnice na okruhu (na úseku cyklotrasy 8100)

Z toho na nově navržené cyklotrase 1 je:

- hradiště Levý Hradec
- 4 občerstvovací zařízení v okruhu 400 m
- 1 zajímavé místo v okruhu 500 m
- 1 vlakové nádraží v okruhu 700 m
- 1 cykloservis v okruhu 300 m v okolí hradiště Levého Hradce

5.1.2 Okruh s cyklotrasou 2



Obrázek 46: Mapa okruhu s cyklotrasou 2
zdroj: vlastní zpracování

Výsledná délka tohoto okruhu je 17825,18 m a skládá se z částí, které jsou uvedené v následující tabulce.

cyklotrasa 2	8071,19 m
cyklotrasa 8100	8328,97 m
cyklotrasa 0082	1425,02 m
celková délka	**17825,18 m**

Tabulka 29: Délky okruhu s cyklotrasou 2
zdroj: vlastní zpracování

Na tomto okruhu jsou tyto zájmové body:

- 6 občerstvovacích zařízení v okruhu 400 m
- 7 zajímavých míst v okruhu 500 m
- 2 vlaková nádraží v okruhu 700 m
- 1 cykloservis v okruhu 300 m v okolí hradiště Levého Hradce
- 1 lékárna v okruhu 700 m ze spodní části Roztok
- 1 nemocnice na okruhu (na úseku cyklotrasy 8100)

Z toho na nově navržené cyklotrase 2 je:

- hradiště Levý Hradec
- 3 občerstvovací zařízení v okruhu 400 m
- 2 zajímavá místa v okruhu 500 m
- 1 vlakové nádraží v okruhu 700 m
- 1 cykloservis v okruhu 300 m v okolí hradiště Levého Hradce

5.2 Vyhodnocení nejlepší cyklotrasy

Vyhodnocení cyklotras vychází z výsledků vícekriteriální analýzy a online dotazníkového šetření, který byl publikován na facebookových skupinách měst Roztok, Únětic, Suchdola a Horoměřic.

Vyhodnocení pomocí vícekriteriální analýzy

Na základě vícekriteriální analýzy obou nově navržených cyklotras vyšla tato tabulka, která udává funkci užitku obou cyklotras.

	funkce užitku
cyklotrasa 1	**0,41**
cyklotrasa 2	**0,59**

Tabulka 30: Funkce užitku
zdroj: vlastní zpracování

Z této tabulky vyplývá, že cyklotrasa 2 má větší užitek než cyklotrasa 1 a proto byla vyhodnocena jako nejlepší varianta.

Vyhodnocení pomocí dotazníku

Na základě online dotazníkové šetření vyšlo, že cyklotrasu 2 preferuje 55,74 % respondentů. Dále 92,62 % respondentů uvedlo, že preferují cyklotrasy po polních a lesních cestách, protože jim cyklotrasy po silnici nepřijdou tak bezpečné. Toto odpovídá zvolené preferenci cyklotrasy 2, protože je vedena po silnicích jen z 43,89 % oproti cyklotrase 1, která je vedena po silnici z 69,25 %.

Vyhodnocení nejlepší navržené cyklotrasy

Na základě obou vyhodnocení mohu prohlásit, že cyklotrasa 2 je zvolena jako nejlepší navržená varianta.

Pro nově navrženou cyklotrasu 2 byla vytvořena webová aplikace v ArcGIS online. V této aplikaci byly vytvořeny cyklotrasy 8100, 0082 a nová cyklotrasa 2. Dále zde byly vytvořeny všechny zájmové body, jako jsou občerstvovací zařízení, zajímavá místa, vlaková nádraží, cykloservis, lékárny, nemocnice, železnice a železniční přejezdy.

Tato webová aplikace je dostupná všem na této webové adrese: https://www.arcgis.com/apps/InteractiveLegend/index.html?appid=ec4ae851d9724ebf85da95ecefb828f4

Obrázek 47: Ukázka webové aplikace s nově navrženou cyklotrasou
zdroj: vlastní zpracování

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout v geografickém informačním systému ArcGIS nový systém cyklotras ve městě Roztoky a okolí, který by využil stávající cyklotrasy (8100 a 0082), zahrnul významné hradiště Levý Hradec a splnil předem stanovené funkční požadavky. Na základě analýzy variant a dotazníkového šetření vybrat jednu variantu, která je prezentována ve webové aplikaci ArcGIS online.

Pro vytvoření návrhů cyklotras byl použit program ArcGIS 10.6 (školní edice). V tomto programu bylo nejdříve provedeno mapování, editování, modelování a analýza města Roztoky, abych měl všeobecný přehled. Pomocí tohoto přehledu a mapy funkčních požadavků jsem byl schopen navrhnout cyklotrasy, které mají přidanou informační hodnotu a jsou realistické. Na základě toho byly vytvořeny dva nové návrhy, které splňují všechny funkční požadavky, které byly zadány.

Tyto cyklotrasy mohou prospět k rozvoji města Roztoky, jelikož mohou lákat nové potencionální uživatele na cyklistický výlet na hradiště Levý Hradec, který je dominantní kulturní památkou v Roztokách. Na nových návrzích cyklotras byly provedeny analýzy zájmových bodů v okolí, délky, sklonitosti a bezpečnosti.

Propojením stávajících cyklotras s nově navrženými cyklotrasami vznikly zajímavé okruhy, které mohou lákat i na další velice významná místa v Roztokách, jako je zámek Roztoky se Středočeským muzeem, Braunerův mlýn, vily v Tichém údolí, vrch Řivnáč apod. Na těchto okruzích je i dostatek občerstvovacích zařízení, která mohou uživatelé využít k občerstvení nebo pro odpočinek. Vlaková nádraží zase mohou pomoci pro příliv nových uživatelů, kteří nejsou z okolí.

Vyhodnocení nejlepšího návrhu bylo provedeno na základě dvou kritérií. Prvním kritériem byla vícekriteriální analýza. Druhým kritériem byla preference získaná z online dotazníkového šetření, které bylo dáno obyvatelům Roztok a okolí. Na základě těchto výsledků byla vybrána jedna varianta jako nejlepší a byla pro ni vytvořená webová aplikace v ArcGIS online, která je dostupná pro veřejnost na této webové adrese: https://www.arcgis.com/apps/InteractiveLegend/index.html?appid=ec4ae851d9724ebf85da95ecefb828f4.

Velice příjemnou zprávou také bylo, že 99 respondentů ze 122 odpovědělo, že by alespoň jednu navrženou cyklotrasu využili.

7 Seznam použitých zdrojů

Odborná literatura

[1] KLIMEŠOVÁ, D. *Geografické informační systémy a zpracování obrazců*. 2. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2006. 92s. ISBN 80-213-0834-6.

[2] KLIMEŠOVÁ, D. *GIS Technology Courses*. Praha: PEF ČZU, 2006. 109s. ISBN 80-213-1473-7.

[3] LACINA, K. *Regionální rozvoj a veřejná správa. 1. vyd*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2007. 69 s. ISBN 978-80-86754-74-1.

[4] LONGLEY, P., et. al. *Geographical information system and science*. 2. vyd. Chichester: John Wiley & Sons, 2005. 517 s. ISBN 0-471-42028-X.

[5] TUČEK, J. *Geografické informační systémy: principy a praxe*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.

[6] VOŽENÍLEK, Vít. *Geografické informační systémy*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. ISBN 80-7067-802-X.

[7] SMUTNÝ, Jaroslav. *Geografické informační systémy a jejich využití ve stavebnictví*. Brno: CERM, 2000. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1812-5.

[11] Dueker, K.J. *Geographic information systems and computer-aided mapping*, Journal, American Planning Association 53:383-90, 1987. Compares CAD, computer cartography and GIS, conceptually and also at some technical depth.

[12] RAPANT, Petr. *Geoinformatika a geoinformační technologie*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut geoinformatiky, 2006. ISBN 80-248-1264-9.

[13] NEUMANN, Jan. *Geografická informace: český výkladový a anglicko-český a česko-anglický překladový slovník*. Praha: Ministerstvo hospodářství České republiky, 1996. ISBN 80-212-0130-4.

[14] CHARVÁT, Karel. *Geografická data v informační společnosti.* Zdiby: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, Odvětvové informační středisko, 2007, 269, [10] s. ISBN 9788085881288.

[17] HRUBÝ Martin. Výuka GIS na FIT VUT v Brně. In: *Proceedings of Geoinformatics CTU 2006*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2006, s. 10-15. ISSN 1802-2669.

[32] KEMP, Karen K. *Encyclopedia of geographic information science*. Los Angeles: SAGE Publications, c2008. ISBN 1412913136.

Internetové zdroje

[8] *Esri: GIS Mapping Software, Spatial Data Analytics & Location* [online]. [cit. 2019-10-13]. Dostupné z: https://www.esri.com

[9] *ARCDATA Co je GIS?* [online] 2019 [cit. 2019-10-29] Dostupné z: http://www.arcdata.cz/oborova-reseni/co-je-gis/

[15] *The British Computer Society: The history of Geographic Information Systems (GIS)* [online]. [cit. 2019-12-19]. Dostupné z: https://www.bcs.org/content-hub/the-history-of-geographic-information-systems-gis/

[16] *Digital Innovation and Transformation: Esri and Arcgis* [online]. [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: https://digital.hbs.edu/platform-digit/submission/esri-and-arcgis/

[18] *USC Dornsife Spatial Sciences Institute: Top GIS Technologies in 2020 & Beyond* [online]. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: https://gis.usc.edu/blog/top-gis-technologies/

[19] *Desktop ArcGIS* [online]. [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: https://desktop.arcgis.com/en/

[20] *Město Roztoky* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: https://www.roztoky.cz/

[21] *Levý Hradec – národní kulturní památka* [online]. [cit. 2019-12-13]. Dostupné z: https://www.levyhradec.cz/

[22] *Praha na kole* [online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné z: https://www.prahanakole.cz/

[23] *ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální: Analýza výškopisu* [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: https://ags.cuzk.cz/dmr/

[24] *Google Maps* [online]. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: https://www.google.cz/maps

[25] *Národní Památkový Ústav – Památkový katalog: Vrch Řivnáč* [online]. [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: https://pamatkovykatalog.cz/hradiste-rivnac-archeologicke-stopy-13378587

[26] *Středočeské muzeum v Roztokách u Prahy* [online]. [cit. 2020-01-14]. Dostupné z: https://www.muzeum-roztoky.cz/lokace/1-brauneruv-mlyn

[27] *Hrady.cz: kostel Narození sv. Jana Křtitele* [online]. [cit. 2020-01-16]. Dostupné z: https://www.hrady.cz/index.php?OID=7012

[28] *Město Klecany: Přívoz Klecánky* [online]. [cit. 2020-01-16]. Dostupné z: https://www.klecany.cz/obsah/privoz-klecanky-91.html

[29] *Toulovcovy Maštale: Planetární stezka* [online]. [cit. 2020-01-15]. Dostupné z: https://www.mastale.cz/cs/planetarni-stezka

[30] *Learning hub: What Is GIS Mapping? (+How to Use the Different Types of GIS Maps)* [online]. [cit. 2019-11-20]. Dostupné z: https://learn.g2.com/gis-mapping

[31] *GIS Geography: Map types* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: https://gisgeography.com/map-types/

Přílohy

Online dotazníkové šetření: Návrh nové cyklotrasy v Roztokách

1. Vyberte pohlaví:
   □ muž □ žena □ nechci uvádět

2. Kolik Vám je let?
   □ 18-35 □ 35-65 □ nad 65 let □ nechci uvádět

3. Bydlíte v Roztokách?
   □ ano □ ne, ale jsem občas v Roztokách často □ ne, ale v blízkém okolí a jsem v Roztokách často □ ne

4. Jezdíte na kole po okolí? (kromě zimních měsíců)
   □ ano, alespoň jednou týdně □ ano, alespoň jednou měsíčně □ občas (1-2x do roka)
   □ ne, vůbec nejezdím

5. Jakou váhu pro Vás mají restaurace a občerstvovací zařízení v okolí cyklotrasy? (1 nejméně, 10 nejvíce)
   1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

6. Jakou váhu pro Vás mají zajímavá místa (památky, kultura, vyhlídky...) v okolí cyklotrasy? (1 nejméně, 10 nejvíce)
   1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

7. Jakou váhu pro Vás mají vlaková nádraží v okolí cyklotrasy? (1 nejméně, 10 nejvíce)
   1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

8. Jakou váhu pro Vás má bezpečnost cyklotrasy? (1 nejméně, 10 nejvíce)
   1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

9. Preferujete cyklotrasu po:
   □ lesních a polních cestách □ silnicích

10. Je pro Vás cyklotrasa vedená po silnicích bezpečná? (1 nejméně, 10 nejvíce)
    1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

11. Na této mapě jsou vidět aktuální cyklotrasy v okolí a dva nové návrhy cyklotras. Který návrh preferujete? Červená = cyklotrasa 1, oranžová = cyklotrasa 2, růžová = společný úsek, zelená a azurová = stávající cyklotrasy v okolí.
    □ cyklotrasa 1 □ cyklotrasa 2

12. Využil byste alespoň jednu variantu nové cyklotrasy?
    □ ano □ ne, ale pro ostatní by mohla být zajímavá □ ne, protože nejezdím na kole
    □ ne, nelíbí se mi ani jeden návrh □ nechci odpovídat