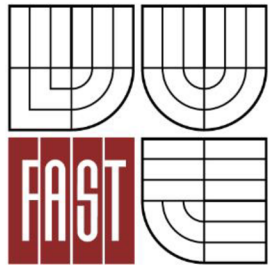




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

VYUŽITÍ KRAJINY (LAND USE) VE VYBRANÉ LOKALITĚ

LAND USE GIS IN A SELECTED MUNICIPALITY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MICHAL SEKANINA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. DALIBOR BARTONĚK, CSc.

Abstrakt

Obsahem diplomové práce je studium využití krajiny v obci Lelekovice v souvislosti se softwarovými nástroji geografických informačních systémů. Práce se zabývá zpracováním a využitím historických mapových podkladů, leteckých měřických snímků a ortofotosnímků v softwaru ArcGIS Desktop a jejich využití pro vytvoření analýz vývoje krajiny. Součástí práce jsou grafické výstupy vývoje území.

Abstract

The thesis content study of land use in municipality Lelekovice and its connection with software for geographic information system. It describes processing data especially historical cadastre maps, archival aerial imagery and orthophoto which were used for analyzing of this area. Analyzes were performed in software ArcGIS. Appendixes of thesis are graphs and visualization of development of study area.

Klíčová slova

využití území, krajinný pokryv, letecké snímky, stabilní katastr, ortorektifikace, ArcMap, Geomatica

Key words

land use, land cover, aerial imagery, cadastre, orthorectification, ArcMap, Geomatica

Bibliografická citace VŠKP

SEKANINA, Michal. *Využití krajiny (Land use) ve vybrané lokalitě*. Brno, 2014. 51 s., 7 s. příloh. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29.5.2014

.....
podpis autora
Michal Sekanina

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. D Bartoňkovi, CSc., za možnost konzultace a také své rodině za podporu během studia.

Obsah

1. ÚVOD	9
2. TEORIE ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	10
2. 1. VYUŽITÍ ÚZEMÍ	10
2. 2. ZDROJE DAT PRO HODNOCENÍ VYUŽITÍ ÚZEMÍ	12
2. 3. DIGITÁLNÍ OBRAZOVÁ DATA	13
2. 4. ORTOREKTIFIKACE	14
2. 5. GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY	15
2. 5. 1. VNÍMÁNÍ A STRUKTURA GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ	16
2. 5. 2. VZTAH GIS A OSTATNÍCH OBORŮ	17
2. 5. 3. SPRÁVA DAT	17
3. ZÁJMOVÁ OBLAST	20
3. 1. POLOHA OBCE LELEKOVICE	20
3. 2. HISTORIE	21
3. 3. OBYVATELSTVO	21
4. PODKLADY	23
4. 1. ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD A ÚAZK	23
4. 2. KATASTRÁLNÍ ÚŘAD	23
4. 3. VOJENSKÝ GEOGRAFICKÝ A HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚŘAD	24
4. 4. SERVERY MAPOVÝCH SLUŽEB	24
4. 5. OBECNÍ ÚŘAD LELEKOVICE	24
5. ZPRACOVÁNÍ DAT	25
5. 1. LETECKÉ SNÍMKY	25
5. 1. 1. LETECKÉ SNÍMKY Z ROKU 1994	26
5. 1. 2. LETECKÝ SNÍMEK Z ROKU 1976	27
5. 1. 3. LETECKÝ SNÍMEK Z ROKU 1953	27
5. 2. CÍSAŘSKÉ OTISKY	28
5. 2. 1. ÚPRAVA MAPOVÝCH LISTŮ	28
5. 2. 2. TRANSFORMACE MAPOVÝCH LISTŮ DO SYSTÉMU JTSK	29
5. 3. ORTOFOTOSNÍMKY	33
5. 4. ÚZEMNÍ PLÁN OBCE	35

6. VYHOTOVENÍ MODELU V SOFTWAREM ARCMAP	37
6.1. VYTVOŘENÍ TŘÍD LAND USE	37
6.2. TVORBA PLOCH LAND USE	39
6.3. DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU	39
6.4. VYTVOŘENÍ GEODATABÁZE	40
6.5. ANALÝZA MODELU	40
ZÁVĚR	43
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A ROVNIC	44
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	46
SEZNAM POUŽITÝCH DAT	50
SEZNAM ZKRATEK	51
PŘÍLOHA Č. 1	52
PŘÍLOHA Č. 2	57

1. Úvod

Cílem této diplomové práce je zpracovat studii využití území obce Lelekovice v souladu se softwarovými nástroji pro tvorbu a správu geografických vektorových a rastrových dat. Zahnuté období vývoje využití území obce představuje 139 let. Od nejstarších podkladů, kterými jsou povinné císařské otisky z roku 1871 k nejnovějším podkladům, ortofotosnímům z roku 2010.

Zpracování dat a analýzy geografického modelu byly provedeny v softwaru ArcMap od společnosti ESRI (Environmental System Research Institute). Světového lídra v oblasti vývoje softwaru pro environmentální účely. V úvodu práce je stručně uvedena teorie o využití území. Jsou zde uvedeny definice pojmů land use, land cover a vnímání krajiny z odlišných oborů. V teoretické části jsou nastíněny základní principy digitálních obrazových dat a stručně uvedena teorie zpracování obrazu metodou ortorektifikace. Praktická část práce byla věnována zpracování vektorových a zejména rastrových dat. Transformaci císařských otisků do systému JTSK a ortorektifikaci archivních leteckých snímků. Ortorektifikace archivních leteckých snímků byla provedena v softwaru PCI Geomatica. Zpracovaná data byly nahrána do prostředí ArcMap a k jednotlivým sledovaným obdobím byly vytvořeny plochy land use. Výstupem je souhrnná tabulka výměr za sledovaná období. Součástí práce jsou grafy využití území ploch obce Lelekovice.

2. Teorie řešené problematiky

2. 1. Využití území

V úvodu práce jsou uvedeny definice pojmů souvisejících s využitím území. Základním pojmem je *krajina*. Utváření krajiny je spojeno s procesy endogenními a exogenními, s vlivem působení člověka a živých organismů (antropogenní a biotické faktory) a dalších faktorů.

Na krajinu lze pohlížet z hlediska právního, historického, geografického, geomorfologického, ekologického, ekonomického. Další pojetí krajiny zahrnuje architektonické, urbanistické, demografické, estetické případně emocionální hledisko. Níže jsou uvedeny vybrané pojmy.

- Právní pojetí „*Krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky* [2].“
- Z historického nazírání je „*krajina územím, jež se po určité době svérázně vyvíjelo geopoliticky, hospodářsky a kulturně v závislosti na přírodních podmínkách, vyplývajících v podstatě ze zeměpisné polohy* [36].“
- Geografická definice krajiny podle [37] „*je část zemského povrchu, která podle svého vnějšího obrazu a vzájemného působení svých jevů, tak jako vnitřních a vnějších vztahů polohy, tvoří prostorovou jednotku určitého charakteru a na geografických přirozených hranicích přechází v krajiny jiného charakteru.*“
- V geomorfologickém pojetí „*je krajina vývojově více či méně stejnorodou částí zemského povrchu, vyznačující se určitou strukturou jednotlivých složek této části země a jejich vzájemnými přirozenými vztahy* [27].“
- Dle ekologického pojetí můžeme chápat krajinu jako „*systém přírodních, respektive přírodních a člověkem podmíněných elementů, jejichž vztahy mohou být harmonické či nevyvážené. Předmětem studia v tomto pojetí bývá struktura, funkce a dynamika krajiny* [363636].“

Z předchozího odstavce vyplývá, že krajinu je potřeba vnímat komplexně. Pokud shrneme uvedené pojmy do jedné definice, pro účely této práce, přijde mi výstižná níže uvedená formulace.

„Vymezená oblast na zemském povrchu zahrnující i všechny vlastnosti (charakteristiky) biosféry bezprostředně nad nebo pod tímto povrchem, bezprostřední klimatické podmínky, půdní a terénní formy, povrchovou hydrologii včetně mělkých jezer, řek, močálů a bažin, nejbližší sedimentární vrstvy, přidružené podzemní vody a geohydrologické zásoby, vegetaci a zvířecí populaci, lidské osídlení a fyzické výsledky lidské činnosti z minulosti a přítomnosti (jako silnice, budovy, atd.) [14]“

V souvislosti se studiem vývoje a využití krajiny je vhodné uvést další pojmy. Jsou jimi

a) půdní kryt (land cover) a

b) využití území (land use).

„Land cover je fyzickým materiálem (hmotou) na povrchu Země [14].“ Půdní kryt tedy představuje vegetaci (stromy, keře, obilí, atd.), ornou půdu, vodní plochy (jezera, mokřiny, bažiny) anebo tvrdé povrchy (skály, hory, budovy, asfaltové povrchy, výrobní plochy). Půdní kryt má dopad na rozvoj klasifikačních systémů, sběr dat a obecně informačních systémů. Půdní kryt je možno vyhodnotit pomocí několika zdrojů, záleží na vzdálenosti mezi zdrojem pozorování a zemským povrchem. Zdroje pozorování mohou být lidské oko (terénní průzkum lokality) nebo přístroje a metody DPZ (dálkový průzkum Země) a fotogrammetrie. Z odlišných pozorovacích zdrojů tedy dostáváme odlišné vyhodnocení stejného jevu (zemského pokryvu).

Pro definici pojmu land use neboli využití území (plochy) existují dva přístupy.

První je z hlediska funkčního využití území a souvisí se socio-ekonomickými účely například plochy pro výstavbu domů, pro průmysl, pro komerční účely, pro lesnictví a farmářství. Funkční využití území (land use) má v tomto případě úzkou spojitost se zemským pokryvem (land cover) a je ihned viditelná. Například je-li na parcele postaven dům (land cover) slouží tato plocha pro bydlení (land use).

Druhý přístup je z hlediska zemědělského využití území a využití přírodních zdrojů nacházejících se na dané ploše. V tomto případě je vazba mezi využitím území a zemským pokryvem méně patrná a do jisté míry ji lze určit vyhodnocením zemského pokryvu z dostupných zdrojů (DPZ, letecký snímek, aj.). Nejspolehlivějším způsobem vyhodnocení jsou dostupné informace o území (viz následující kapitola 2. 2. Zdroje dat pro hodnocení využití území) a terénní průzkum lokality. Příkladem, který demonstruje nejasné vyhodnocení využití území pouze metodami DPZ bez dalších informací, je plocha

s travnatým porostem, která je využívána buď pro pastvu dobytka (plocha zemědělská) nebo pro výstavbu nových domů (plocha pro bydlení). Půdní kryt přesto do velké míry ovlivňuje způsob využití pozemku a pojmy jsou v souvislosti.

V územním plánování obcí a měst ČR i ve vyhlášce č. 501/2006 sb. o obecných požadavcích na využívání území, je používán pojem využití území (land use) [1].

2. 2. Zdroje dat pro hodnocení využití území

Obecně pro hodnocení změn land use je možné využít různé podklady a statistická data. Předem je potřeba znát účel analýzy. Dalším faktorem je rozloha zkoumané lokality a časový rozsah zkoumaného období. Podle rozlohy jsou vybírány mapy v adekvátním měřítku a rozlišení, pokud jsou dostupné. Podle [44] je vhodné pro hodnocení změn land use využít historické archivní mapy už z 1. vojenského mapování, které začalo ve druhé polovině 18. století. „*Za velmi dobrý, neopominutelný kartografický podklad pro sledování vývoje struktury krajiny, lze považovat 3. vojenské mapování v kombinaci se Stabílním katastrem* [36].“ Mapy 3. vojenského mapování jsou ve středních měřítkách v řadách 1 : 25 000, 1 : 75 000 a 1 : 200 000 v polyedrickém zobrazení na základech katastrální triangulace. Dalšími vhodnými podklady jsou archivní evidence soupisu půdy a dříve platné katastrální operáty. Patří mezi ně 1. – 4. berní rula, Josefský a Tereziánsko-Josefský katastr, Veřejné knihy, Jednotná evidence půdy, Evidence nemovitostí. Cenným zdrojem jsou archivní letecké snímky, ortofotomapy a data DPZ. Mezi současné velmi dobře využitelné podklady patří data ZABAGED® polohopis a výškopis a katastrální mapy. Další vhodné podklady jsou uvedeny v [20] a [36].

V této práci byly použity císařské otisky (mapování z let 1871), archivní letecké snímky z let 1953, 1976, 1994 a ortofotomapy z let 2003 a 2010. Jako další podklady byly využity data ZABAGED® polohopis a výškopis a územní plán obce Lelekovice z roku 1996. Dalším cenným zdrojem dat byly servery webových mapových služeb (WMS). Zmiňované mapy 3. vojenského mapování byly využity přes mapový server. Zobrazený obsah a detaily jsou na hranici použití a „*dávají spíše dobrou představu o územích v měřítku okresu či regionu* [20].“

2. 3. Digitální obrazová data

„Digitální obraz je obrazová informace (data) převedená do číslicové formy [23].“ V oblasti dálkového průzkumu Země a fotogrammetrie jsou to družicové a letecké snímky ze skenerů a radarů. Analogová data, například archivní letecké snímky, mohou být do digitální formy převedeny skenováním. Elementární částicí pro popis digitálních obrazových dat je pixel (picture element). „Výsledný digitální obraz se skládá z množství na sebe navazujících pixelů, které nabývají určitých kódových hodnot. Obyčejně to jsou kódované radiometrické hodnoty, např. odrazivost, vyjádřená číslem [32].“ Pro matematický popis digitálních dat je vhodné založit souřadnicový systém a definovat obrazovou funkci. Pixely zastoupeny kódovými údaji nabývají diskrétních hodnot. Obraz nejlépe vystihuje soustava *pixel, line a* umístění do matice o *m* řádcích a *n* sloupcích viz rovnice 2.1.

$$P[i, j] = f(i, j), \text{ kde } f(i, j) \dots \text{ hodnota obrazové funkce v } \\ \text{i-tém řádku a j-tém sloupci}$$

Rovnice 2. 1. Matematická reprezentace digitálního obrazu

U původně analogového obrazu je potřeba zvážit stupeň digitalizace. Udává ji kvalita originální fotografie a přesnost skeneru. Příliš malá velikost pixelu zkresluje data vlivem šumu a naopak u velké hodnoty pixelu ztrácíme informaci.

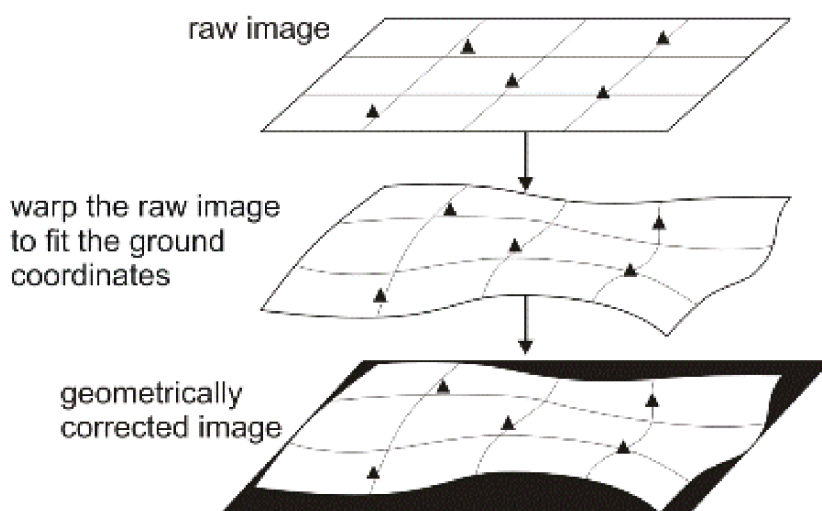
Digitální zpracování dat obsahuje šest hlavních etap

1. Rektifikaci a restauraci dat (předzpracování obrazových záznamů)
2. Zvýraznění obrazu
3. Extrahování informace (klasifikace obrazu)
4. Postklasifikační úpravy
5. Analýza obrazových dat
6. Spojování dat s dalšími obrazy a jejich vstup do geografických informačních systémů

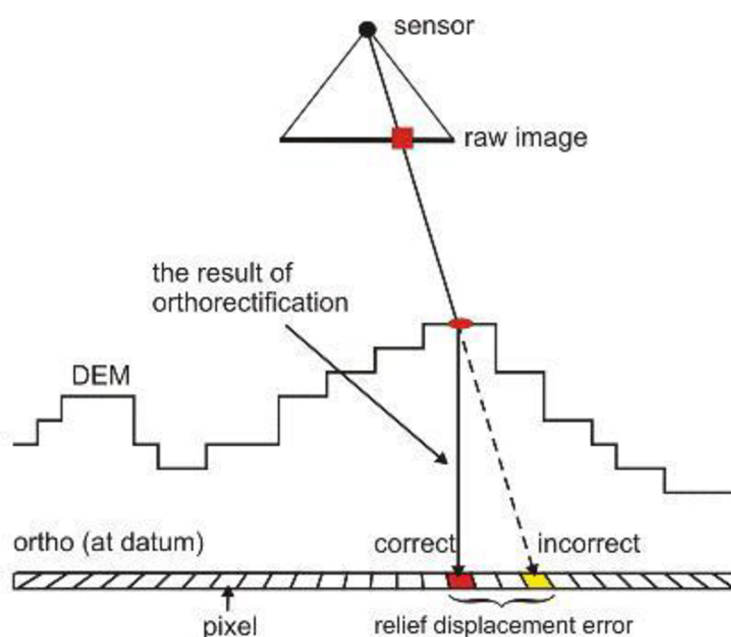
2. 4. Ortorektifikace

Surová obrazová data obsahují chyby, které mají v zásadě radiometrickou nebo geometrickou povahu. Tyto chyby je potřeba odstranit použitím vhodných korekcí. Geometrické korekce slouží k transformaci obrazu do zvolené projekce, propojení s vektorovou databází, tvorbě ortofotomap a vytváření mozaiky.

Letecké měřické snímky (LMS) jsou pořízeny fotografickou kamerou. Osa záběru objektivu je většinou udržována ve svislé poloze a snímky jsou tedy centrální projekcí snímaného objektu (terénu) viz obrázek č. 2. 3. Snímky v digitální podobě jsou definovány počtem řádků a sloupců. Rektifikace je obecný název pro transformaci obrazových dat (leteckých snímků) z jednoho souřadnicového systému (řádek, sloupec) do jiného (S-JTSK) [11]. Při ortorektifikaci obrazu dochází k úpravě snímků z centrální do ortogonální projekce, je odstraněn vliv náklonu osy kamery a vliv výškových rozdílů v terénu. Hodnoty pixelů jsou přepočítány na základě znalosti prvků vnitřní orientace (konstanta komory, poloha hlavního snímkového bodu, radiální a tangenciální zkreslení objektivu), vnější orientace (tři úhly stočení ω , φ , κ a tři souřadnice X, Y, Z středu vstupní pupily) a digitálního modelu terénu (princip ortorektifikace je znázorněn na obrázku č. 2. 2.) Kvalita výsledného ortorektifikovaného snímku je závislá zejména na kvalitě vřícovacích bodů a přesnosti digitálního modelu terénu. „Metody získání dat pro DMT jsou: fotogrammetrická metoda, digitalizace vrstevnic existujících map, laserový skener, polární metoda, radarová interferometrie a metoda používající GPS [20].“



Obrázek č. 2.2. Princip ortorektifikace leteckých snímků (zdroj Geomatica Help manager)



Copyright © PCI Geomatics, 2012. All rights reserved.

Obrázek č. 2.3. Způsob vzniku leteckých snímků (zdroj Geomatica Help manager)

2. 5. Geografické informační systémy

Teorie geografických informačních systémů je rozsáhlá avšak cílem diplomové práce není popisovat teorii, ale uvést pouze základní pojmy a definice související s tvorbou práce.

Definice geografických informačních systémů (dále jen GIS) není jednotná a v knižních publikacích i na internetu je možné nalézt mnoho různých definic.

„Geografický informační systém je informační systém, který umožňuje ukládat, spravovat a analyzovat prostorová data – data o geografické poloze prvků či jevů v území [3].“

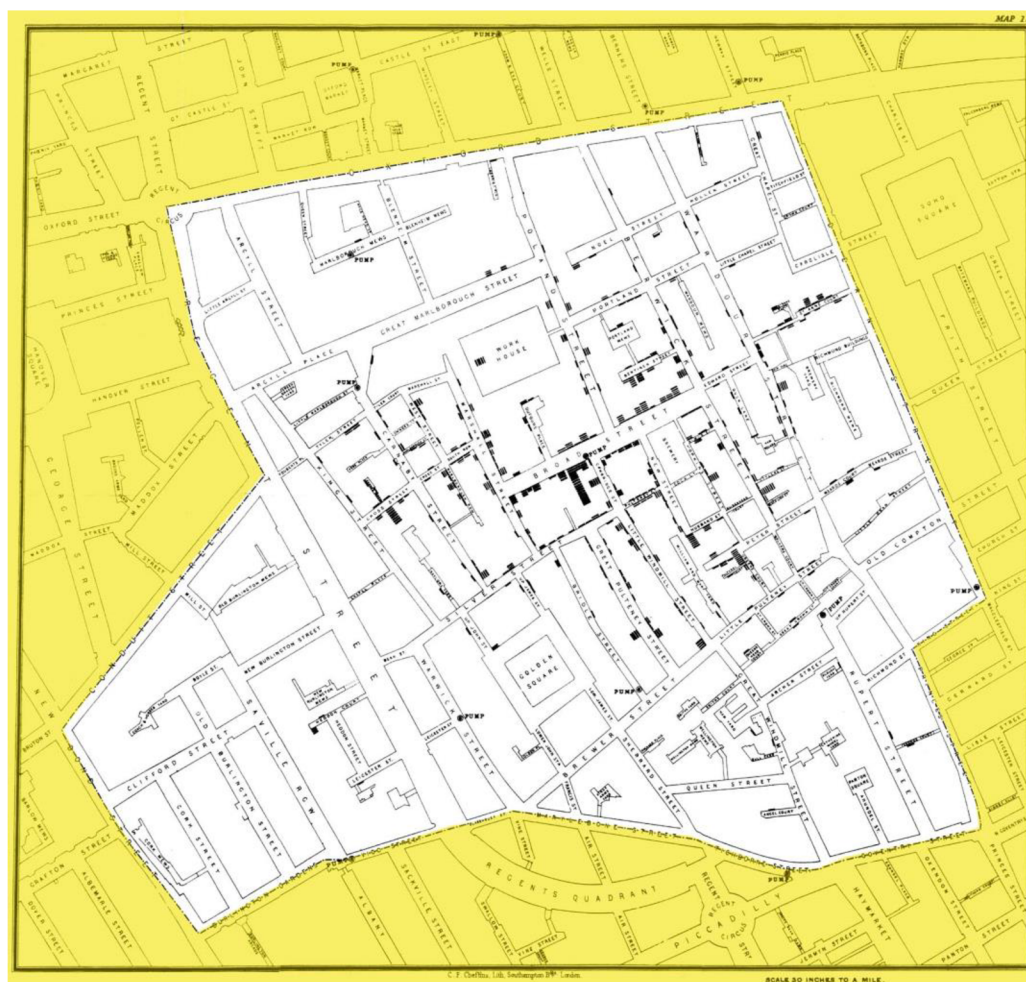
„Geografický informační systém je systém lidí a technických a organizačních prostředků, který provádí sběr, přenos, uložení a zpracování údajů za účelem tvorby informací vhodných pro další využití v geografickém výzkumu a jeho praktických aplikacích [24].“

„GIS je organizovaný, počítačově založený systém hardwaru, softwaru a geografických informací vyvinutý ke vstupu, správě, analytickému zpracování a prezentaci

prostorových dat s důrazem na jejich prostorové analýzy [40].“

Hlavním cílem GISu je správa databáze, prostorová analýza a tvorba nových dat z již existujících mapových podkladů, prostorových dat a informací o reálných objektech.

Rozvoji a vývoji geografických informačních systémů předchází obor kartografie a s ní související mapování. V 1. polovině 18. století vznikají první topografické mapy, které později dostávají také matematický základ. V podstatě první prostorovou analýzu z geografických dat provedl v roce 1854 londýnský lékař John Snow, který se snažil vyhledat a zjistit centrum epidemie cholery. Využil k tomu dvě mapy, z nichž jedna zachycovala výskyt cholery a druhá zobrazovala zdroje pitné vody viz obr. č 2. 4. Z překrytu těchto dvou map mohl vyvodit informace o výskytu nemoci [3].



Obr. 2. 4. Mapa výskytu cholery v Londýně [38]

2. 5. 1. Vnímání a struktura geografických informačních systémů

Geografické informační systémy, přistupují k objektům na zemi nejen z hlediska polohy, ale sdružují další informace a údaje o těchto objektech. V softwarových nástrojích

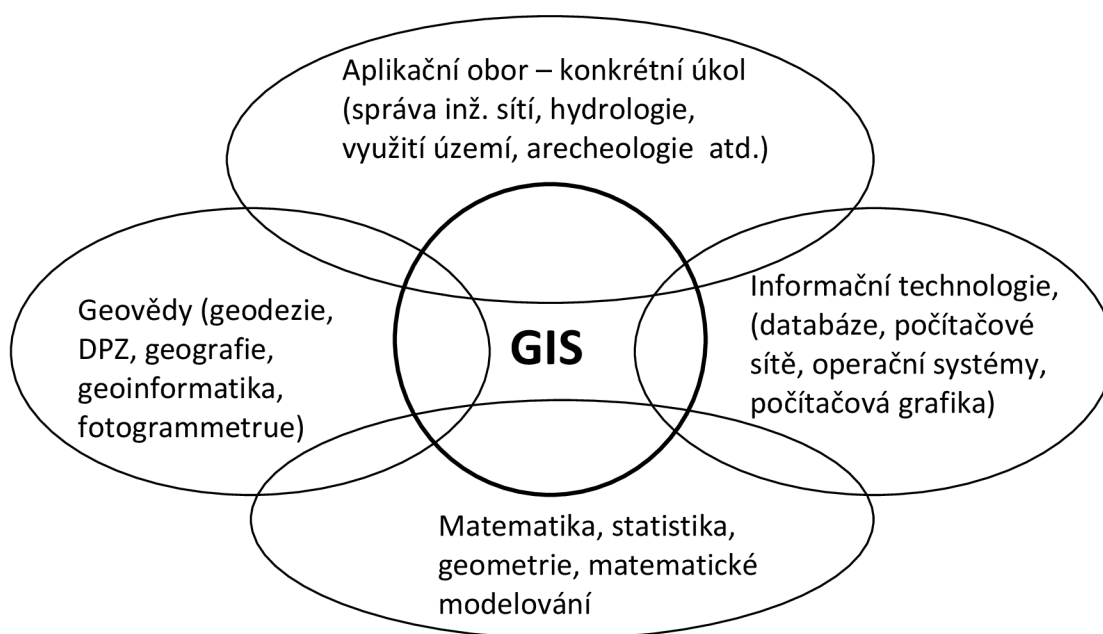
GISu je možné spravovat databáze, provádět statistické výpočty, editovat data a zejména provádět prostorové analýzy. Pojem GIS je tedy soubor několika prvků, mezi které patří nejen prostorová data a informace, ale i softwarové nástroje, hardware, personál a způsob využití dat.

Vnímání GISu se dá rozdělit na tři způsoby, které spolu úzce souvisí, z hlediska

- Databáze – zahrnuje správu, údržbu a prezentaci dat, využití je v oblasti městské správy, systému řízení inženýrských sítí atd.
- Analýzy – využití při hodnocení krajiny, prostorových analýz atd.,
- Kartografie – jako prostředek pro zpracování a prezentaci mapových podkladů

2. 5. 2. Vztah GIS a ostatních oborů

GISy mají také úzkou spojitost s dalšími vědními obory. Obrázek č. 2. 5. vystihuje začlenění jednotlivých oborů do jednotného celku GISu.



Obr. č. 2. 5. Vztah GIS a ostatních oborů

2. 5. 3. Správa dat

Způsoby reprezentace dat v modelech GISu

- a) vektorové modely
- b) rastrové modely

ad a) Reálné objekty jsou ve **vektorovém modelu** definovány pomocí tří základních geometrických prvků. U prvků jsou vedeny topologické vztahy (spojení, dotyk, vnoření, orientace)

- bod (point, vertex) – definován souřadnicemi v prostoru, bezrozměrný
- linie (arc) – nebo oblouk, je posloupnost sousedících vektorů, napojených v mezilehlých bodech - *vertex*, počáteční a koncové body linie se nazývají - *node*
- polygon – uzavřená posloupnost linií

Analytická část práce je vytvořena v softwaru ArcGIS Desktop (resp. ArcMap). Tento software užívá tři typy datových souborů, ve kterém jsou uloženy vektorová data

- 1) shapefile – nejjednodušší datový typ, neobsahuje topologii, jednotlivé geometrické prvky jsou uloženy zvlášť podle tříd tedy *body*, *vícenásobné body*, *linie*, *vícenásobné linie a polygony*, obsahuje povinné (.shp, .shx, .dbx) a nepovinné (.prj, .sbn, .sbx) soubory, v tomto formátu jsou poskytována např. data ZABAGED[®]
- 2) coverage – obsahuje primární prvky, složené prvky, sekundární prvky, ve formátu coverage je uložen např. model TIN (Triangular Irregular Network)
- 3) geodatabáze – úložiště dat, sdružuje vektorová i rastrová data, informace o tvaru prvku a attributech jsou uloženy v tabulkách, umožňuje topologii, propojení s dalšími databázemi.

Jednotlivé geometrické prvky jsou ukládány do vektorových datových modelů.

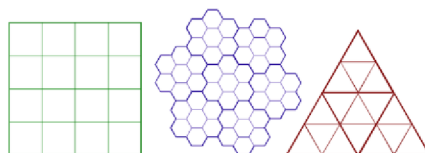
ad b) Základním prvkem u **rastrových modelů** je buňka (cell). Buňka je jeden pixel rastru, která je dána v prostoru souřadnicemi x a y nebo v matici jako řádek a sloupec a tyto buňky jsou uspořádány do mozaiky. Každá buňka má přiřazený atribut (např. barva, výška, teplota)

Typy tvarů základních buněk

- Čtvercová – je nejčastěji používána, kompatibilní s kartézským souřadnicovým systémem, výstupními zařízeními (monitor), rastry císařských otisků, letecké snímky, ortofotosnímky nebo tvorba rastru digitálního modelu

- Hexagonální – používá se velmi málo, výhoda je stejná vzdálenost středů buněk
- Trojúhelníková – využití například u TIN

Buňky mohou být v rastrové formě děleny na **pravidelné** (obr. č. 2. 6.) nebo **nepravidelné**.



Obrázek č. 2. 6. Ukázka tvarů buněk [41]

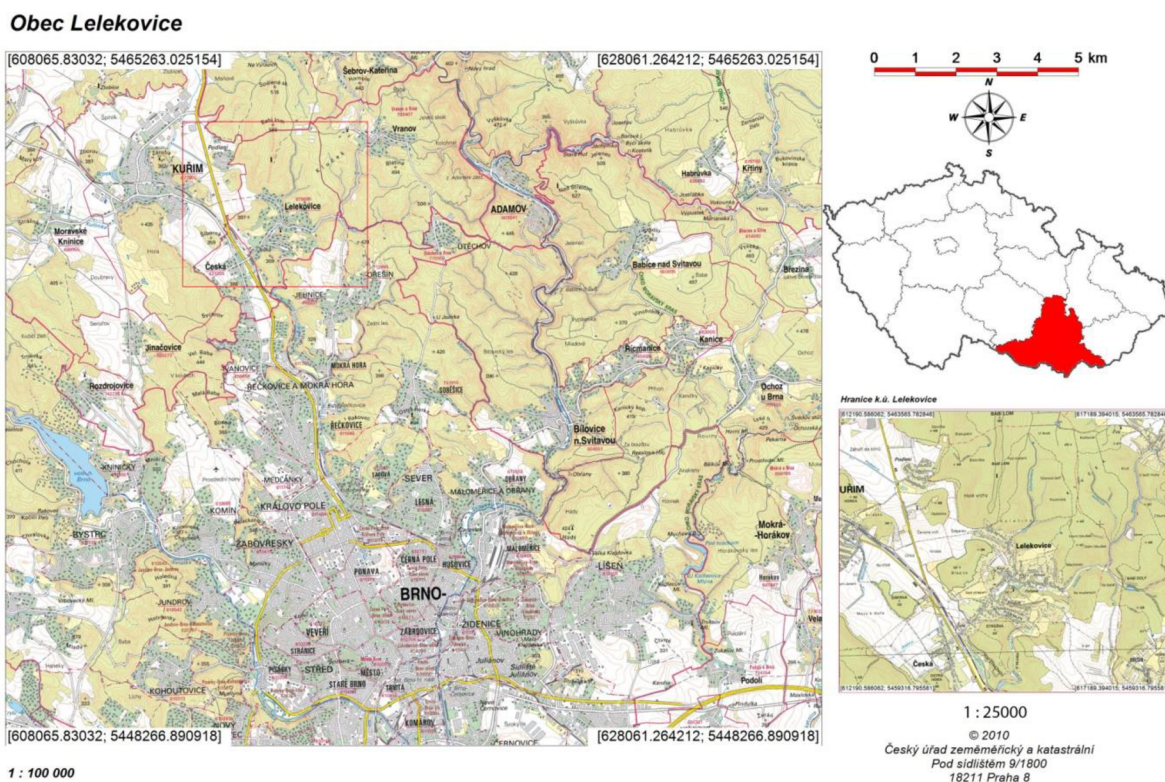
Další charakteristikou je **velikost buňky** (pixelu) a rozlišení. Velikost buňky určuje rozlišení rastru, tedy čím menší je buňka tím přesnější je rastr a větší datový objem souboru. Při práci s rastrovými soubory je nutno zvážit jaké rozlišení potřebujeme a podle toho volit případnou kompresi dat. Zbytečně velké rozlišení klade velké nároky na výkon a paměť pracovní stanice a nízké nám naopak neumožní zobrazit potřebné detaily – klesala by přesnost obrazu. Kromě velikosti buňky se udává počet buněk v řádku a sloupci rastrové matice. Každá buňka (pixel) nese informaci o **barevné hloubce**. Barevná hloubka udává počet bitů v jednom pixelu, které slouží k popisu barvy. Nejčastěji používané formáty pro zobrazení rastrových dat jsou .bmp, .gif, .jpg, .tif.

Ve formátu .jpg byly poskytnuty od resortu ČÚZK císařské otisky a ortofotosnímky z roku 2010. Formát .jpg je velmi rozšířený a je vhodný například pro fotografie. Letecké snímky a archivní ortofotosnímky byly poskytnuty ve formátu .tif. Formáty .jpg, .tif mohou být dále doplněny o soubory .jgw, .tfw, které v sobě nesou informace o prostorové poloze rastru (umístění v souřadnicovém systému). Ortofotosnímky (2003, 2010) byly poskytnuty se soubory (.jpg, .tfw) a jsou v systému JTSK.

3. Zájmová oblast

3. 1. Poloha obce Lelekovice

Obec Lelekovice leží v Jihomoravském kraji v okrese Brno-venkov 6 kilometrů severně od Brna, druhého největšího města České republiky. Obec Lelekovice leží ve stejnojmenném katastrálním území o rozloze 7,28 km² [29]. Od východu na západ protéká obcí říčka Ponávka, která se stáčí na jih k Brnu a následně obtéká kopec Strážná (369 m.n.m.). Západní část obce je ohraničena železniční tratí směřující z Brna do Kuřimi a v severní části je obec ohraničena Přírodní rezervací Březina (399 m.n.m) a Babí lom (562 m.n.m.). Od západu k východu obcí prochází silnice III. třídy, která odbočuje z hlavní rychlostní komunikace R43 vedoucí z Brna do Svitav. Z geomorfologického hlediska se obec nachází ve členitém terénu. Nejnížší nadmořské výšky jsou v údolí říčky Ponávky (290 m.n.m.) v jižní části obce. V severní části obce se vyskytují převážně jehličnaté porosty a lesní pozemky zabírají dvě třetiny rozlohy obce.



Obr. č. 3. 1. Poloha obce Lelekovice [11]

3. 2. Historie

První zmínka o obci Lelekovice pochází z roku 1288 od Hartmana z Holštejna respektive Heřmana z Lelekovic. Dochovaná zmínka byla uvedena na darovací listině s tímto datem. Nynější název obce Lelekovice se odvíjel od prvotních názvů u přídavekú jmen panství "de Lelechwyze". Současný název se používá od roku 1872. Postupné osídlování obce bylo na výhodném místě a to jak z hlediska obchodu (kvůli přilehlému Brnu) tak zemědělství. Nedaleko od obce vedla hlavní trasa na Svitavsko a dále do Lipska, v dřívějších dobách významné obchodní centrum Evropy. Na západ od obce vedla trasa směrem na Prahu. Před územím dnešního kostela stával dříve lelekovický hrad (tvrz), který byl vystavěn na konci 13. století. Hrad zde stál až do konce 15. století. Hrad se sestával z hlavního paláce a hradeb. Hrad byl postaven na pahorku na výhodném místě uprostřed lesů a zajišťoval obyvatelstvu nejen obživu ale také ochranu. [30]



Obr. č. 3. 2. Erb obce Lelekovice [29]

3. 3. Obyvatelstvo

V obci Lelekovice, podle údajů posledního sčítání obyvatelstva v březnu roku 2011, žije 1771 obyvatel. Nejpočetnější skupina obyvatel je ve věku od 30ti do 50ti let tj. 578 obyvatel a dále děti do věku 14ti let, v počtu 303 obyvatel. Z celkového počtu 874 ekonomicky aktivních obyvatel (tj. zaměstnavatelé, zaměstnanci, živnostníci, pracující důchodci, ženy na mateřské dovolené i nezaměstnaní) jich za prací mimo obec vyjíždí 369, tedy 42% obyvatelstva. Dalšími dojíždějícími obyvateli jsou studenti a to z celkového počtu 310 studentů jich do škol mimo obec vyjíždí 144, tedy 46%. Z uvedených statistik vyplývá, že necelá polovina ze skupiny ekonomicky aktivních i neaktivních obyvatel, vyjíždí mimo obec. [8]

V obci je 563 obydlených budov z toho 556 rodinných domů. Z objektů občanské

vybavenosti se v obci nachází základní škola, mateřská škola, obecní úřad, obchod s potravinami, Tělocvičná jednota Sokol a fotbalový klub s hřištěm. Obec má vlastní Spolek dobrovolných hasičů. V roce 2010 obec započala s výstavbou splaškové kanalizace a vlastní čistírny odpadních vod, která má být dokončena v roce 2014. Dále jsou zde dvě restaurační zařízení a kostel s přilehlým hřbitovem. Přibližně 2 kilometry od obce se nachází rozhledna Babí lom, která je vyhledávaným turistickým místem Brňanů. Na obrázku č. 3. 3. je pohled na jižní část obce Lelekovice z rozhledny Babí lom.



Obrázek č. 3. 3. Pohled na obec Lelekovice z rozhledny Babí lom [30]

4. Podklady

Pro analýzu využití území byly použity tyto podklady:

- císařské otisky z let 1871
- letecké měřické snímky z let 1953, 1976 a 1994
- ortofotosnímky z let 2003, 2010
- data ZABAGED[®] polohopis a výškopis
- katastrální mapa obce
- klad mapových listů v systému Sv. Štěpán
- územně analytické podklady obce
- servery webových mapových služeb

4. 1. Zeměměřický úřad a ÚAZK

Data byla vybrána na Geoportálu ČÚZK [16], spadající pod správu zeměměřického úřadu. Data k diplomové práci jsou, po vyplnění a potvrzení žádosti školou, pro studenty v určitém maximálním rozsahu zdarma. Objednatel (student) se zavazuje, že data nebudou využity pro komerční účely a jsou poskytnuty od zeměměřického úřadu. Z geoportálu ČÚZK byla poskytnuta data ZABAGED[®] polohopis a výškopis. Datové sady jsou ve formátu .shp (shapefile), ortofotosnímky a císařské otisky. Ortofotosnímky byly poskytnuty ve formátu .jpg a .tif transformované do souřadnicového systému JTSK. Císařské otisky byly ve formátu .jpg.

4. 2. Katastrální úřad

Pro účely práce bylo potřeba využít katastrální mapu. Po osobní domluvě na úřadě byl vyplněn stejný formulář jako pro resort ČÚZK pro bezplatné poskytnutí dat. Digitální katastrální mapa (DKM) obce Lelekovic byla poskytnuta e-mailem ve formátu .dgn.

Na katastrálním úřadě pro Brno-město byl poskytnut klad mapových listů pro svatoštěpánský systém ve formátu .dgn.

4. 3. Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad

Úřad v Dobrušce (VGHMÚř) „Zabezpečuje sběr informací, tvorbu a správu standardizovaných geodetických, kartografických a geografických podkladů a map a speciálních databází určených pro zabezpečení obrany České republiky.“ [17]

VGHMÚř se mimo jiné zabývá leteckým snímkováním a poskytováním dat nejen Armádě ČR, ale také veřejnosti. Nejstarší dochované letecké snímky území jsou z roku 1953. Na webových stránkách serveru Izgard [22] je možné nalézt letecké měřické snímky, dále jen LMS, z jednotlivých let pro dané území. V levém panelu se nachází rolovací okno, ve kterém je potřeba vybrat konkrétní rok. Pokud v tomto období bylo v lokalitě provedeno snímkování, zobrazí se v mapě červený křížek s číslem snímku. Na území Lelekovic proběhlo letecké snímkování v letech 1953 (jeden černobílý snímek), 1976 (jeden černobílý snímek), 1981 a 1994 (čtyři černobílé snímky). Letecké snímky z let 1981 byly, po konzultaci s vedoucím práce, vynechány. Poskytnutí dat je zpoplatněno finanční částkou. V případě využití pro studentské účely úřad poskytuje slevu 70% z celkové částky. Po uhrazení faktury byly letecké snímky elektronicky předány. Všechny snímky jsou ve formátu .tif.

4. 4. Servery mapových služeb

Servery WMS (Web Mapping Services) jsou webové mapové služby poskytované koncovým uživatelům prostřednictvím internetu. V GISových softwarech je umožněno online sdílet a využívat geografická data. Geoportály většinou poskytují bezplatně tematické mapy (sdílení, implementace, specifikace a bezplatné poskytování dat jsou opatřeny příslušnými vyhláškami a nařízeními). V práci byl využit server Národního geoportálu INSPIRE [51] a geoportál ČÚZK [52]. V záložce adresář a název služby je potřeba vyplnit typ mapového produktu. Datové sady jsou zobrazitelné v prostředí ArcMap jako další vrstvy po připojení se k serveru. Nevýhodou webových služeb může být výpadek sítě nebo dočasná nefunkčnost serveru na straně dodavatele.

4. 5. Obecní úřad Lelekovice

Obecní úřad poskytl územně analytické podklady obce. Současný platný územní plán je z roku 1996. Obdržená data obsahovala oskenovaný územní plán ve formátu .jpg, výzkumy z terénního šetření a textové soubory ve formátu .doc.

5. Zpracování dat

Získaná data byly před vyhodnocením a analýzami upraveny do potřebné formy. Zejména rastrová data postrádající informace o umístění do souřadného systému vyžadovala odlišný přístup. Vektorová data byla poskytnuta s definovaným souřadnicovým systémem JTSK.

5. 1. Letecké snímky

Letecké snímky byly zpracovány v programu PCI Geomatica 2013 v modulu OrthoEngine. PCI Geomatica je Kanadská firma vyvíjející software pro zpracování obrazových dat z oblasti fotogrammetrie a dálkového průzkumu země. Software Geomatica obsahuje další moduly. Firma poskytuje uvedený software s možností využití plné verze po dobu dvou týdnů zdarma. Dále poskytuje studentské a školní licence.

Všechny snímky poskytnuté z VGHMÚř Dobruška postrádají informace o prvcích vnitřní orientace. U každého snímku je známa pouze konstanta komory (ohnisková vzdálenost), měřítko, rozměry snímku a výška letu (tabulka č. 5. 2). V posledním sloupci je vypočtena velikost pixelu odpovídající skutečnosti Analogové letecké snímky byly ve Vojenském úřadu převedeny do digitální formy skenováním s vysokým rozlišením přibližně 1800dpi (dot per inch – bodů na palec). Velikost palce je 25,4 mm, což odpovídá rozlišení u všech tří sad snímku přibližně 14 - 15 μ m. Tato hodnota je uvedena i v předávacím protokolu vojenského úřadu a byla ověřena výpočtem ze známé vzdálenosti rámových značek (protokol) a počtu pixelů na snímku (kartometricky) viz rovnice č. 5. 1. Hodnota vypočtená z průměru patnácti měření na třech snímcích odpovídá 15 μ m.

$$x = \frac{\text{vzdálenost rámových značek [mm]}}{\text{počet pixelů}} \text{ [mm]}$$

Rovnice č. 5. 1. Výpočet velikosti pixelu

datum pořízení	číslo snímku	ohnisková vzdálenost [mm]	měřítko snímku	rozměry rámových značek [mm]	druh snímku	výška letu [m]	velikost pixelu ve skutečnosti [mm]
24.6.1994	1005	152,43	10 180	220x220	čb, negativ	1500	152,7
24.6.1994	1007	152,43	10 180	220x220	čb, negativ	1500	152,7
24.6.1994	1014	152,43	10 180	220x220	čb, negativ	1500	152,7
24.6.1994	1016	152,43	10 180	220x220	čb, negativ	1500	152,7
8.6.1976	15213	151,97	19 540	230x200	čb, negativ	3400	293,1
30.6.1953	04032	211,09	25 000	180x180	čb, negativ	5600	375,0

Tabulka č. 5. 2. Informace o LMS

5. 1. 1. Letecké snímky z roku 1994

V modulu OrthoEngine byl založen nový projekt a vybrán matematický model (*Aerial Photography*). Matematický model určuje vazbu mezi obrazovými pixely snímku a jim odpovídající polohu na zemi. Do projektu byly nahrány 4 snímky, dle tabulky č. 5. 2. byly nastaveny parametry komory a změřeny souřadnice rámových značek. Pro každý snímek byly vybrány vřícovací body – body u nichž jsou známy souřadnice v obou souřadnicových soustavách (*pixel, line; Y_{JTSK}, X_{JTSK}*). V modulu Orthoengine jsou označeny jako *GCP – Ground Control Points*. Pro určení prvků vnější orientace je minimální počet vřícovacích bodů čtyři. Vřícovací body byly vybrány na dobře identifikovatelných místech (křižovatky, body základního polohového bodového pole). Souřadnice vřícovacích bodů byly určeny z vektorových podkladů (katastrální mapa, data ZABAGED[®] polohopis a připojené mapové podklady pomocí služby WMS). Model obsahoval celkem 20 vřícovacích a vázacích bodů (*tie points*). Prvky vnější orientace byly vypočteny blokovým vyrovnáním svazku (*block bundle adjustment*). Digitální model terénu nezbytný pro proces ortorektifikace byl vyhotoven interpolací vrstevnic z dat ZABAGED[®] výškopis v softwaru ArcMap (*Topo to raster*). Rastr DMT byl využit při procesu ortorektifikace. Snímky byly převzorkovány použitím bikubické konvoluce. Posledním krokem je vytvoření bezešvé mozaiky. Z vygenerovaných ortofotosnímků je automatickým procesem s provedeno spojení

snímků (mozaikování). V roce 1994 bylo provedeno snímkování jen části obce. Snímky nepokrývají nejsevernější část území Lelekovic. Protokol o výpočtu s uvedením středních chyb transformace je v příloze č. 1.

5. 1. 2. Letecký snímek z roku 1976

Snímek z roku 1976 obsahuje celou zkoumanou lokalitu obce Lelekovice. Zpracování snímku bylo provedeno obdobným způsobem jako v případě LMS z let 1994. Byl vybrán stejný matematický model. V programu byly nejdříve nastaveny údaje o kalibraci (ohnisková vzdálenost, vzdálenost rámových značek). Rámové značky byly změřeny na rastru archivního snímku. Následně byly vybrány vlíčovací body (*GCP*). Do výpočtu byly přidány nebo ubrány body tak, aby bylo dosaženo co nejmenší střední chyby. Větší počet bodů však nesnižoval výslednou střední chybu. Celkem byly vybrány čtyři vlíčovací body. V případě jednoho leteckého snímku nebylo potřeba vyhledat vázací body. Body slouží k vytvoření návaznosti jednotlivých snímků a vytvoření bezešvé mozaiky. Snímek byl nakonec převzorkován bikubickou konvolucí. Výstupem je ortofotosnímek umístěný do souřadnicového systému JTSK. Střední chyby ortorektifikace snímku jsou uvedeny v příloze č. 1.

5. 1. 3. Letecký snímek z roku 1953

“Při zpracování leteckých snímků by měla být používána výhradně metoda ortorektifikace. Použití jiných metod (jednoduchá podobnostní nebo afinní transformace, polynomičká transformace zvoleného stupně, transformace metodou plátových modelů (transformace po částech) nebo transformace pomocí racionálních polynomičkých funkcí) je možné navrhnout pouze ve výjimečných situacích, např. pokud se jedná o archivní snímky s chybějícími údaji o parametrech letecké komory, která byla použita pro pořizování dat, pokud na snímku chybí rámové značky nebo pokud se jedná o snímky neměřické bez jakýchkoliv doprovodných údajů. I v těchto případech, je-li to možné, však bývá preferována metoda aspoň přibližného odhadu chybějících údajů a následného použití ortorektifikace [19].“

Letecký snímek z roku 1953 neobsahoval rámové značky. Jako matematický model byla zvolena polynomičká transformace 1. stupně (afinní). Transformace vyšších řádů by

způsobovaly deformace rastru pokud by nebyly voleny dostatečně kvalitní identické body. Snímek byl transformován v prostředí ArcMap 10 (*Georeferencing*). Nejmenších změn bylo dosaženo vůči snímku z roku 1976. Identické body pro transformaci proto byly vyhledány s využitím snímku z roku 1976. Transformovaný rastr s hranicí k. ú. je na obrázku č. 5. 3.



Obr. č. 5. 3. Letecký snímek z roku 1953 se 4 vlíčovacími body a hranice katastrálního území „Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2013“

Další úprava snímků probíhala v prostředí ArcMap. Ortorektifikované snímky z let 1994 a 1976 a transformovaný snímek z roku 1953 byly nahrány do prostředí ArcMap a ořezány (*Clip*) na hranici katastrálního území.

5. 2. Císařské otisky

5. 2. 1. Úprava mapových listů

U jednotlivých mapových listů byly vyhledány palcové značky a průsečíky rámu mapového listu. Na většině značky chyběly nebo nebyly rozpoznatelné. Chybějící rohy mapového rámu zhoršují výsledek transformace, odstranění srážky mapy a vytvoření souvislého rastru. Ke každému mapovému listu bylo nutno přistupovat zvlášť. Pokud nebyl rám zobrazený (jedna nebo dvě strany rámu) mimo rámové údaje a nepokreslené plochy uvnitř mapové plochy byly odděleny od kresby polohopisu podle hranice katastrálního

území a zbylého mapového rámu. V prostředí Photoshop byla využita funkce *kouzelná hůlka*. Hranice k. ú. jsou obarveny žlutou, růžovou nebo modrou lemovkou. Funkce *kouzelná hůlka*, kliknutím do rastru, vybere pixely stanovené barevné hloubky. Výběr je možné ovlivnit tolerancí. V každém barevném pásmu se potom hodnoty pro výběr pohybují ve stanoveném rozsahu. Příklad: pokud vybereme hodnotu pixelu *red* 253, *green* 167, *blue* 166 a nastavíme toleranci 25, výběr pixelů proběhne v rozsahu pásma *red* 238-278, *green* 142-192, *blue* 141-191. Vybrané pixely s lemovkou byly odděleny a vrstva s polohopisem a kresbou zkopírována a uložena. Upravené mapové listy byly nahrány do prostředí ArcMap. Pokud byly rám a rohy mapového rámu vykresleny mapové listy byly upraveny v prostředí ArcMap pomocí funkce *clip*. Zachovaný rám sloužil pro odstranění srážky a vytvoření navazujícího souvislého rastru.

5. 2. 2. Transformace mapových listů do systému JTSK

Transformace archivních map obecně probíhá ve dvou krocích. Nejdřív ze souřadnicového systému skeneru (*pixel, line*) do systému původního (v případě zmíněných císařských otisků systém svatoštěpánský) a následně do systému JTSK. První krok transformace v sobě zahrnuje i odstranění srážky mapového listu. Pro převod map v systémech stabilního katastru do souvislého zobrazení v systému JTSK existuje platný návod (dále jen návod ČÚZK) vydaný ČÚZK [12]. Převod rastrových map v programu Microgeos Nautil popisuje například článek [42]. Mnohem rozsáhlejší studii o problematice převodu map nejen stabilního katastru do systému JTSK pojednává habilitační práce doc. Čady [7]. Pro účely GISu neexistuje jednotná norma pro převod rastrů do zvolené projekce.

Identické body pro určení transformačního klíče byly všechny nalezené rohy rámu mapového listu a body polohopisu v kresbě. Do prostředí ArcMap byla nahrána kostra mapového rámu poskytnutá Katastrálním úřadem Brno – město. Tím vznikne souvislý klad mapových listů v systému Sv. Štěpán, který je umístěný v systému JTSK. Pro samotnou transformaci sloužil klad mapových listů, katastrální mapa, ortofotosnímky a vhodně posloužily i servery WMS služeb respektive vrstvy katastrální mapy. Identické body byly vybrány na rozích rámu mapového listu (rozpoznatelné), v kresbě polohopisu a body u kterých se předpokládá nejmenší změna.

Návod ČÚZK v případě chybějícího rámu navrhuje rekonstrukci chybějících rámu. S využitím palcových značek je možné tyto rámy rekonstruovat. Palcové značky na mapových listech skoro ve všech případech chyběly. Byla provedena jednoduchá rekonstrukce chybějícího rohu mapového rámu na mapovém listě VS-II-18-08. Na základě analytické geometrie (průsečíku dvou přímek) byl vypočítán koncový bod přímky (viz rovnice č. 5. 4.) pro výpočet průsečíku dvou přímek.

$$x_1 = A + t\vec{u}_1 \quad y_1 = A + t\vec{u}_2$$

$$x_1 = C + t\vec{v}_1 \quad y_1 = C + t\vec{v}_2$$

Rovnice č. 5. 4. Parametrická rovnice dvou přímek

Souřadnice (*pixel*, *line*) byly odsunuty z původního rastru v prostředí ArcMap. Rekonstrukce je znázorněna na obr. č. 5. 5.



Obr. č. 5. 5. Rekonstrukce rohu mapového rámu

Celkem bylo odsunuto dvacet souřadnic na každém bodě (A, B, C, D). Deset ve směru *pixel* a deset ve směru *line*. Pomocí rovnic (rovnice č. 5. 4.) uvedených výše, byla vypočtena poloha bodu 1. Ze čtyř rovnic o dvou neznámých byly získány souřadnice ze dvou přímek. Souřadnice ve dvou směrech (*pixel*, *line*) a ze dvou rovnic byly mezi sebou porovnány. Odchytky v určení bodu z deseti měření jsou uvedeny v tabulce č. 5. 6.

I když byly body A, B, C, D měřeny na konci dochované linie mapového rámu je z obrázku

zřejmé z jaké části přímky je určován výsledný průsečík. Z výsledku středních chyb určeného bodu je patrná dobrá vnitřní přesnost určení bodu odsunutím. Odchytky ani na jednom bodě nepřekračují mezní hodnoty.

	xi [px]	v [px]	vv		yi	v [px]	vv [px]
dx	5,068	-0,013	0,000	dy	22,084	0,012	0,000
	5,034	0,021	0,000		22,073	0,023	0,001
	5,087	-0,032	0,001		22,042	0,054	0,003
	5,048	0,007	0,000		22,121	-0,025	0,001
	5,050	0,005	0,000		22,041	0,055	0,003
	5,048	0,007	0,000		22,096	0,000	0,000
	5,048	0,007	0,000		22,100	-0,004	0,000
	5,046	0,009	0,000		22,098	-0,002	0,000
	5,098	-0,043	0,002		22,049	0,047	0,002
	5,025	0,030	0,001		22,099	-0,003	0,000
1pixel	5,055	m_{pixel}	0,023	1line	22,080	m_{line}	0,032
		δ_{pixel}	0,045			δ_{pixel}	0,065

Tabulka č. 5. 6. Odchytky v určení bodu 1 – rohu rámu mapového listu

V návodu ČÚZK je uvedena grafická přesnost mapy střední souřadnicovou chybou 0,4 sáhu což odpovídá 0,76m [12]. Velikost pixelu rastru v měřítku 1:2880 odpovídá 0,25m. Mezní souřadnicová chyba grafické mapy je tedy 1,52m (při pravděpodobnosti 0,95; $t=2$). Hodnota vypočtená z deseti měření 5,055px v ose *pixel* odpovídá střední souřadnicové chybě ve skutečnosti 1,26m. Mezní chyba v ose *pixel* je 2,52m a nesplňuje mezní odchylku 1,52m. Mezní chyba určení rohu rámu mapového listu v ose *line* je 11,04m a nevyhovuje mezní odchylce v grafické mapě.

Analýza a rekonstrukce rohu mapového rámu byla otestována na jednom mapovém listě, který zobrazuje nejlépe celý rám. Absence rohu rámu mapového listu zhoršuje výslednou transformaci. Rekonstruovaný průsečík rámu mapového listu pro transformaci nebyl použitý. Mezní chyby v obou osách (*line*, *pixel*) překračují mezní odchylku. Analýza však poskytuje celkem dobrou představu o možnostech a výsledku rekonstrukce.

Při transformaci do systému JTSK byl kladen důraz na souvislé zobrazení mapových listů a návaznost kresby polohopisu na styku mapových listů. I přesto v některých případech nebylo dosaženo hladkého spojení navazujících linií. Ukázka návaznosti na styku mapových listů je na obrázku č. 5. 7. Vzhledem k chybějícím rohům mapových listů a celkově velmi špatnému stavu všech císařských otisků výsledný spojený rastr lícoval s kladem mapových listů (na obrázku je vyznačen modrou barvou).



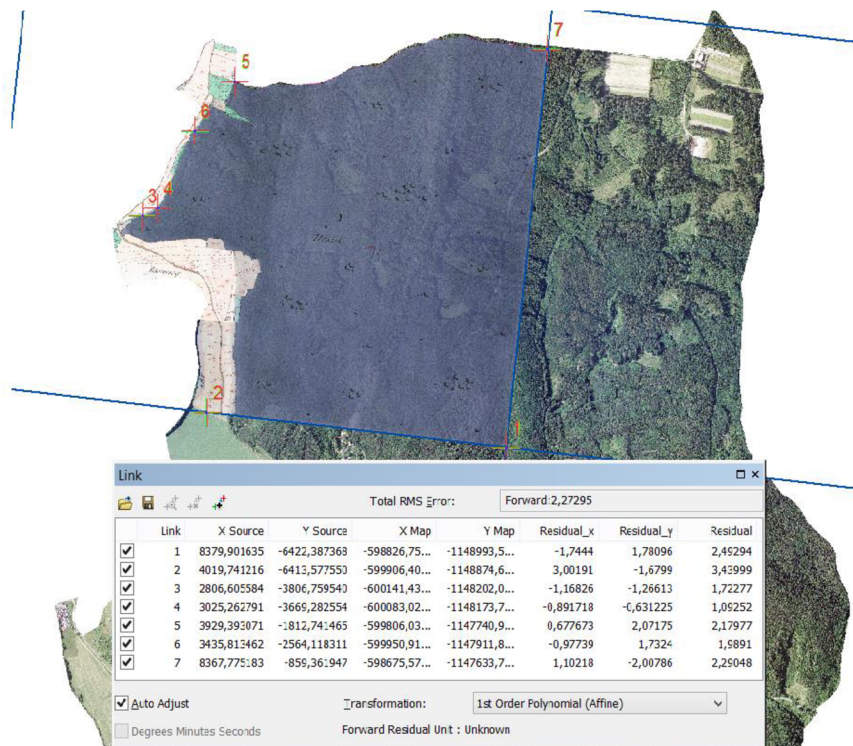
Obrázek č. 5. 7. Styk mapových listů se znázorněným kladem

Jednotlivé mapové listy byly transformovány užitím polynomické transformace 1. řádu (afinní) nebo projektivní transformace. Projektivní transformace nezachovává rovnoběžnost protilehlých stran. Polynomické transformace vyšších řádů nebo splinové transformace nebyly použitelné nebo způsobovaly výrazné deformace rastrů kvůli nedostatku identických bodů. Minimální počet identických bodů pro afinní transformaci jsou tři (šest souřadnic) pro projektivní osm bodů. Na některých mapových listech bylo obtížné nalézt kvalitní identické body přímo v kresbě. Listy zobrazují pouze lesní pozemky. Identické body byly voleny na hranici katastrálního území, rohy budov nebo identifikovatelné rozhraní odlišných druhů pozemků (les-louka). Střední chyby transformací jsou uvedeny v tabulce č. 5. 8.

klad listu	označení listu	střední chyba [m]	počet IB	transform:
VS-II-17-20	1492-1-001	2,27	7	afinní
VS-III-17-17	1492-1-002	5,08	10	afinní
VS-II-18-4	1492-1-003	2,26	9	afinní
VS-III-18-1	1492-1-004	1,13	9	projektivní
VS-II-18-8	1492-1-005	4,04	10	afinní

Tabulka č. 5. 8. Střední chyby transformace císařských otisků

Transformace mapového listu (VS-II-17-20) je na obr. č. 5. 9.

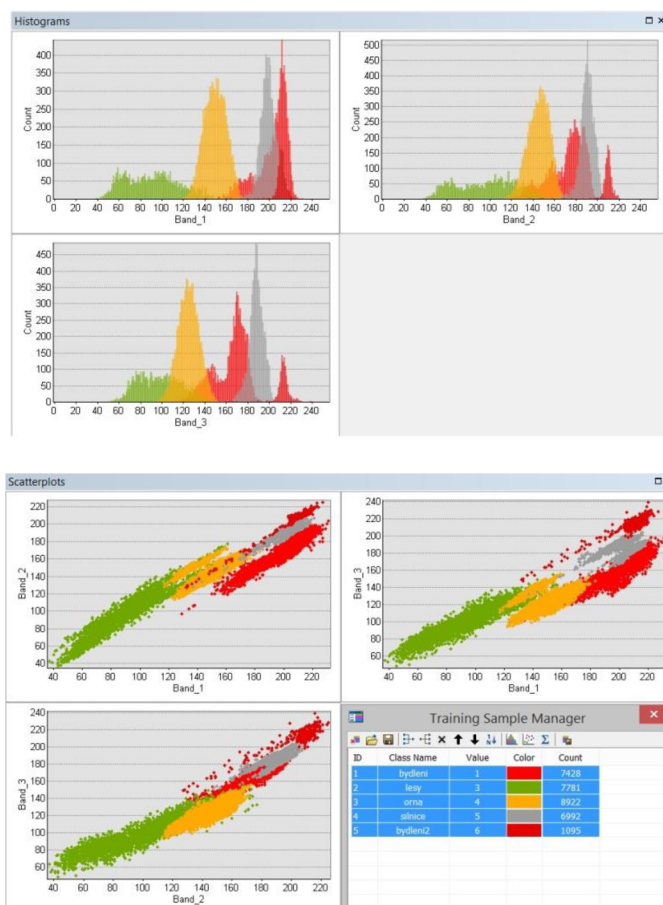


Obrázek č. 5. 9. Transformace císařského otisku (poloprůhledného) se zobrazeným ortofotom a kladem listů

5. 3. Ortofotomky

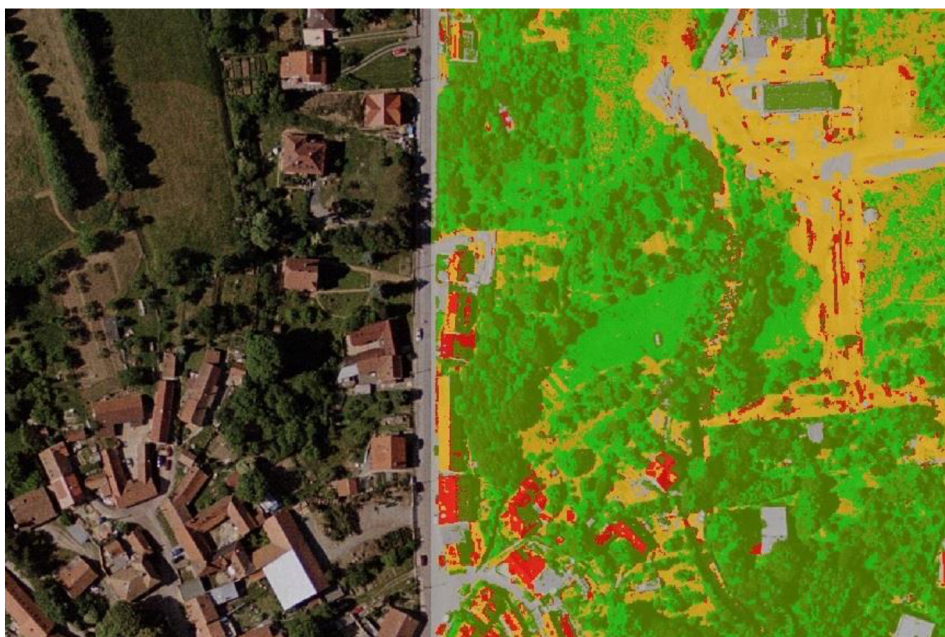
Ortofotomky z let 2010 byly vyhodnoceny metodou řízené klasifikace multispektrálního obrazu použitím klasifikátoru maximální pravděpodobnosti (*maximum likelihood*). V softwaru ArcMap (*Image Classification*) byly na vybraných reprezentativních površích (zástavba, orná půda, zemědělské plochy, lesní pozemky, dopravní plochy) vybrány trénovací množiny. Klasifikátor maximální pravděpodobnosti předpokládá normální rozdělení pravděpodobnosti hodnot pixelů v trénovacích množinách a na základě výběru trénovacích ploch podle statistických veličin (rozptyl, korelace, kovariance) klasifikuje ostatní pixely rastru. Klasifikace podává dobré výsledky, jestliže jsou vhodně vybrány trénovací množiny (dostatečný počet pixelů, minimálně 100 pixelů, vhodná velikost, vhodná poloha rozmístění a umístění ploch) [13].

Řízená klasifikace spočívá ve výběru trénovacích ploch - vzorových pixelů reprezentujících typ povrchu na daném rastru. Bylo klasifikováno 5 ortofotomků a rozlišeny 4 druhy povrchů (budovy, lesy, orná půda, silnice). Ukázka rozptylogramu a histogramu pro snímek BLAN94 je na obrázku č. 5. 10.



Obrázek č. 5. 10. Histogram a rozptylogram trénovacích ploch ortofotosnímku z roku 2010

Trénovací množiny by měly vykazovat normalitu vybraného souboru. Pro každý snímek byly vybrány specifické trénovací plochy odpovídající danému rastru. Ortofotosnímek s vyhodnoceným poloprůhledným rastrem je na obrázku č. 5. 11. Z obrázku je patrné, že některé plochy jsou vyhodnoceny nesprávně. Část silnice je vyhodnocena jako orná půda. Na histogramu je vidět že tyto dvě pásma se nepřekrývají a klasifikátor maximální pravděpodobnosti v podstatě bez vyhodnocení zařadí pixel do plochy orná půda. Pokud by trénovací množiny pro dopravní plochy byly vybrány v tmavších místech, je pravděpodobné, že by pixely byly vyřizeny správně. Trénovací plochy proto byly vybírány na dalších rastroch pečlivěji. Snaha o co největší automatizaci vyhodnocení ortofotosnímku ve výsledku i tak vyžadovala editaci polygonů. Polygony vznikly převedením rastrů na vektorový formát. Klasifikace usnadnila výběr ploch. Pro vytvoření ploch land use je však ne zcela vhodná. Byl spíše vytvořen podrobný rastr land cover a následně editací upraven na mapu land use. Vyhodnocené plochy v podobě malých uzavřených polygonů jsou tvarově velmi různé a příliš podrobné. Polygony byly generalizovány (*Majority filter*) a odstraněny velmi malé polygony (do 5m²).



Obrázek č. 5. 11. Klasifikovaný rastr s ortofotosnímkiem z roku 2010

5. 4. Územní plán obce

Doplňujícím podkladem pro tvorbu ploch land use byl územní plán z roku 1996. Obec zatím nemá vyhotovený nový územní plán. Nový územní plán má být vyhotoven v tomto roce. Stávající plán byl poskytnutý ve formátu .pdf. Soubor obsahoval 12 listů. Plán nezobrazuje celé katastrální území, ale přibližně dvě třetiny. Sever území na něm není zobrazen, nachází se zde pouze lesní pozemky, které nejsou pro územní plánování tolik podstatné jako jádrová oblast obce. Plán obsahuje legendu s barevně odlišenými stávajícími plochami, plochami navrhovanými a plochami zařazenými do ochranného pásma. V dolní části jsou uvedeny údaje o zpracovatelské firmě. Plán byl vyhotoven v měřítku 1 : 2000.

Zpracování a úpravy byly provedeny v softwaru Photoshop. Ze stránek souboru .pdf byly vyjmuty jednotlivé mapové listy (*vyjmout vrstvu*). Hranicí výběru definoval rám mapového listu. Z jednotlivých listů byl následně vytvořen bezešvý rastr viz obrázek č. 5. 12. Územní plán obce Lelekovice. Pokud by listy transformovány po jednom, nedošlo by k hladkému spojení jednotlivých mapových listů. V případě, že by byl k dispozici klad mapových listů jako v případě císařských otisků, postup transformace by byl obdobný. Upravený územní plán byl převzorkován, uložen do formátu .tif a importován do prostředí ArcMap (*Georeferencing*). Identické body pro transformaci (v systému JTSK) byly vyhledány v katastrální mapě. Byla použita afinní transformace na celkem 7 bodů se střední chybou transformace 1,12 m.

6. Vyhotovení modelu v softwaru ArcMap

Rastrová a vektorová data byla importována a dále zpracována v softwaru ArcMap. Před samotnou tvorbou ploch land use byly definovány třídy do kterých byly plochy zařazeny. Pro vektorová i rastrová data byla vytvořena společná geodatabáze. Vektorová data jsou založena na hierarchickém modelu. Kontrola spojnic vrcholů a návaznosti kresby je kontrolována topologickými pravidly. Rastrová data jsou uložena v modelu představující hodnotový typ.

6. 1. Vytvoření tříd land use

Klasifikační stupnice slouží k zařazení dané plochy do třídy. Před hodnocením území je nutné tyto třídy stanovit. Vymezení tříd, podle kterých klasifikace probíhá, určuje zejména rozsah hodnocené lokality a účely analýzy. Vyhláška [1] stanovuje „obecné požadavky na využívání území při vymezení ploch a pozemků“ a dále upravuje jejich použití v územních plánech, při jejich tvorbě a správě.

Jako jeden z výchozích podkladů pro vytvoření tříd land use byla použita existující definice tříd programu CORINE LAND COVER (COoRdination of INformation on the Environment; dále jen CLC), podle které jsou jednotlivé druhy povrchů rozlišeny. Program CORINE, iniciovaný Evropskou unií zahájený v roce 1985, sdružuje informace o životním prostředí a přírodních zdrojích a srovnává je v rámci členských států Evropské unie. Cílem projektu bylo vytvořit databázi krajinného pokryvu, která bude aktualizována v určitých časových etapách [6.]. V rámci projektu bylo definováno 44 klasifikačních tříd, z nichž 28 se vyskytuje v České republice. Obsahem je 5 základních tříd rozdělených do podtříd. Definice tříd byla převzata v překladu do češtiny od M. Koželuha (aktualizace v r. 2006) [25].

V tabulce č. 6. 1. jsou uvedeny tři klasifikační stupnice. V prvním sloupci je stupnice CLC 2006. Byly zde uvedeny pouze třídy, které se v rámci území obce vyskytují, spolu s klasifikačními čísly. Z databáze CLC je na území obce Lelekovice celkem 17 tříd. Ve druhém sloupci tabulky č. 6. 1. byly uvedeny třídy dle dostupných podkladů (ZABAGED[®] polohopis, letecké snímky, ortofotomapy, statistické údaje ČÚZK [10]) a z terénního průzkumu obce. Ve třetím sloupci tabulky č. 6. 1. byly uvedeny třídy vymezené vyhláškou č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území (dále jen vyhláška o využívání území) [1]. Ve čtvrtém sloupci byly uvedeny plochy ze seznamu legendy umístěné na

územním plánem obce. Klasifikační stupnice byly mezi sebou porovnány v rámci výskytu stejných tříd. V práci byly třídy nazvány podle vyhlášky o využívání území s úpravou. Plochy bydlení byly přejmenovány na plochy zástavby a u zemědělské plochy byly odděleny plochy s ornou půdou.

Klasifikace dle				
CLC		dle KN, průzkum lokality	územní plán obce z roku 1996	vyhl. 501/2006 sb. plochy
Třída 1: Urbanizovaná území				
112 121	Městská nesouvislá zástavba Průmyslové nebo obchodní zóny	budovy, byty, haly prům. objekty	pl. obytné zástavby, občasně vybavenosti, podnikatelské činnosti	bydlení
142	Zařízení pro sport a rekreaci	hřiště, hřbitovy, parky, veřejné prostory, chaty	rekreační, sportovní	rekreační
122	Silniční a železniční síť a přilehlé prostory	silnice, komunikace, parkoviště, garáže	místní komunikace, parkoviště, účelové cesty, železnice	dopravní infrastruktury
Třída 2: Zemědělské plochy				
211	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	orná půda	orná půda	zemědělské
222 231	Ovocné sady a keře Louky	ovocné sady travní porost	pastviny, louky veřejná zeleň, vyhrazená zeleň	
242	Komplexní systém kultur a parcel	zahrady		
243	Převážně zem. území s příměsí veg.	zeleň		
Třída 3: Lesy a polopřírodní oblasti				
311 312 313	Listnaté lesy Jehličnaté lesy Smíšené lesy	lesní pozemek	les	lesní
321	Přírodní pastviny Přechodová stadia lesa a křoviny			
332	Holé skály			
Třída 5: Vodní plochy				
511 512	Vodní toky a cesty Vodní plochy	tok umělé, přirozený nádrž umělá	vodoteče, vodní plochy	vodní a vodohospodářs ké
		neplodná půda, nevyužité plochy, Skládky, plochy tech. vybavení	trafostanice, vodojemy, vedení plynu	ostatní

Tabulka č. 6. 1. Klasifikace ploch land use

6. 2. Tvorba ploch land use

Třídy land use definované v kapitole 6. 1. byly vytvořeny (*Toolbar – Editor*) pro každé sledované období zvlášť. Nejdříve pro období z let 2010 až k historicky nejstarším podkladům. Jako velmi dobrý zdroj informace o způsobu využití ploch sloužila katastrální mapa, data ZABAGED[®] polohopis a terénní průzkum území.

K plochám (*polygon*) jsou v softwaru ArcMap automaticky vytvořeny atributové tabulky s údaji o výměře. K tabulkám lze doplnit další atributy (charakteristiky), které udávají zpřesňující informace o objektech a umožňují například vyhledávání pomocí SQL dotazů. K polygonům byl přidán sloupec typ ploch (zástavba, rekreační, dopravní, zemědělské, lesní, vodní a vodohospodářské, ostatní).

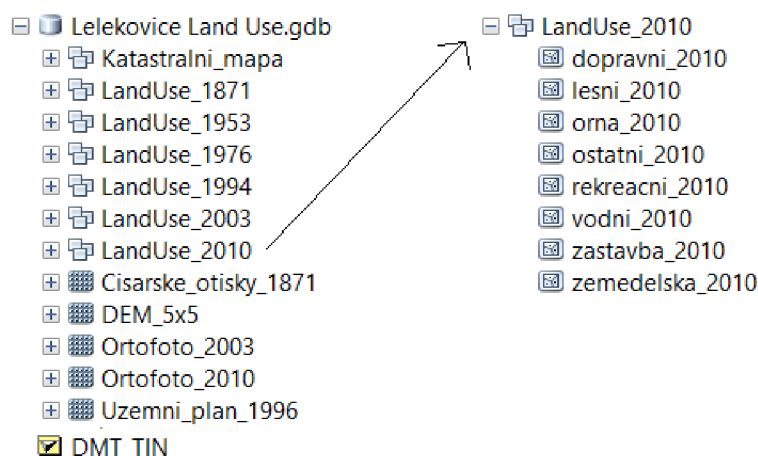
6. 3. Digitální model terénu

Z vektorových dat ZABAGED[®] výškopis z datové sady vrstevnic byl vytvořen digitální model terénu (DMT) ve formě TIN (Create TIN). TIN je zkratka pro triangular irregular network. DMT je reprezentován nepravidelnou trojúhelníkovou sítí, jehož vrcholy jsou interpolovány ze zadaných dat (vrstevnic, kótovaných bodů, hran, terénních stupňů) pomocí zabudovaného algoritmu v softwaru ArcMap (Delauného triangulace; Zdroj ArcGIS Help manager). Datová sada obsahuje vrstevnice hlavní, zesílené a doplňkové vrstevnice. Dalšími vrstvami jsou hrany a kótované body. Interval vrstevnic je 5m. Při tvorbě se jednotlivým vrstvám nadefinuje informace o typu (*surface feature*), která slouží ke správné generaci modelu. Zadává se informace o průběhu terénu (*softline* – průběh terénu je na hraně plynulý; *hardline* – průběh je ostrý, hrana, terénní stupeň; *masspoint* – kótovaný bod). Vrstevnice ze sady ZABAGED[®] výškopis nemají ve všech místech spojitý průběh. V modelu se v těchto místech ztrácí informace o výšce a průběh terénu je lehce deformován. Při detailnější analýze je možné body doplnit interpolací nebo linie dotáhnout a model vygenerovat.

Z vrstevnic byl dále vytvořen digitální model terénu v rastrové podobě (*Topo to raster*). Velikost buňky rastru byla nastavena na hodnotu 5m. U každé vstupující vrstvy sloužící pro generaci modelu, obdobně jako u tvorby TIN, byl nadefinován typ (*contours, point*). Rastrová podoba DMT byla využita při ortorektifikaci leteckých snímků.

6. 4. Vytvoření geodatabáze

Pro lepší manipulaci a správu vektorových a rastrových dat je výhodné ukládat je v geodatabázi. V ArcCatalogu byla vytvořena *file geodatabase* s názvem Lelekovice_Land_Use.gdb. Pro vektorová data byly v geodatabázi vytvořeny podsložky (*feature dataset*). Ty umožňují ukládat pohromadě data ze stejné sady nebo tematickým obsahem do tříd (*feature class*) v tomto případě polygony. Feature class byly založeny jako multiple (s možností ukládat nejen polygony ale i body a linie). Pro každou plochu byla vytvořena vlastní vrstva viz obrázek č. 6. 2. Obsah geodatabáze. Pro rastrová data slouží funkce *Raster Dataset*. Do databáze byly importovány rastry spojené mapové listy císařských otisků, digitální výškový model (DEM), ortofotosnímky z let 2003 a 2010 a územní plán obce.



Obrázek č. 6. 2. Obsah geodatabáze

6. 5. Analýza modelu

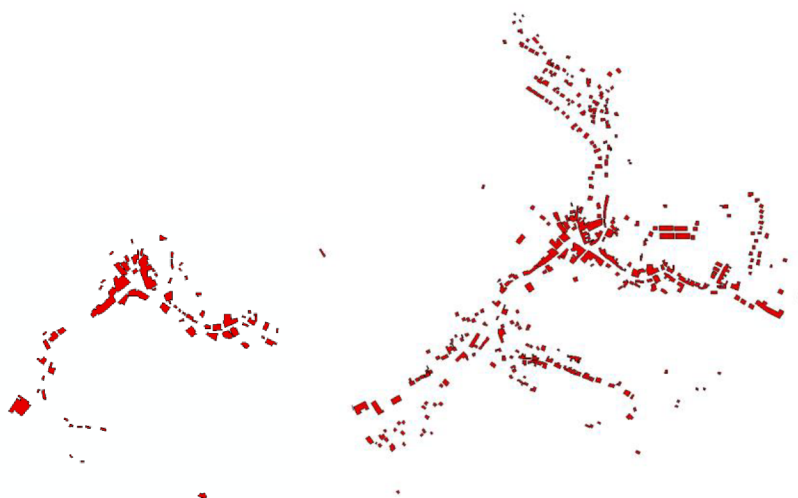
Z modelu byly vyhotoveny statistické údaje vývoje ploch v celém sledovaném období. Pro každé sledované období byly vypsány souhrny ploch v jednotlivých třídách. Období byly porovnány v průběhu let mezi sebou. Celková výměra sledovaných ploch za celé období zobrazuje tabulka č. 6. 3. Souhrnné výměry ploch. Plochy rekreační zahrnující zejména chaty byly sledovány až od roku 1994. Plochy byly zobrazeny na územním plánu Lelekovic. Na císařských otiscích byly plochy zařazeny do zemědělských ploch případně orné půdy. Souhrnný součet výměr u ploch z roku 1871 je větší než údaje u dalších období.

Hranice katastrálního území byla v roce 1871 větší. Od archivních leteckých snímků byla brána hranice k. ú., dle aktuálního stavu katastrální mapy (datum poskytnutí katastrálním úřadem Brno venkov, aktualizace v roce 2013).

Souhrn ploch land use ve sledovaném období [ha]							
plochy/rok	1871	1953	1976	1994	2003	2010	údaje z KN
zástavba	2,66	5,06	7,55	9,37	39,20	40,70	19,08
rekreační				17,60	17,60	17,56	2,74
dopravní	8,31	8,60	9,10	9,04	12,95	12,98	20,68
zemědělské	82,77	100,97	91,07	82,77	77,26	76,98	91,51
orná půda	159,64	132,60	137,98	126,67	93,58	92,35	89,99
lesní	474,99	475,39	474,99	474,99	480,31	480,31	476,82
vodní	5,47	3,12	3,13	3,13	3,12	3,12	3,29
ostatní	5,65	3,04	4,95	5,20	4,77	4,78	
suma	739,50	728,77	728,77	728,77	728,77	728,77	728,77

Tabulka č. 6. 3. Souhrnné výměry ploch za sledované období

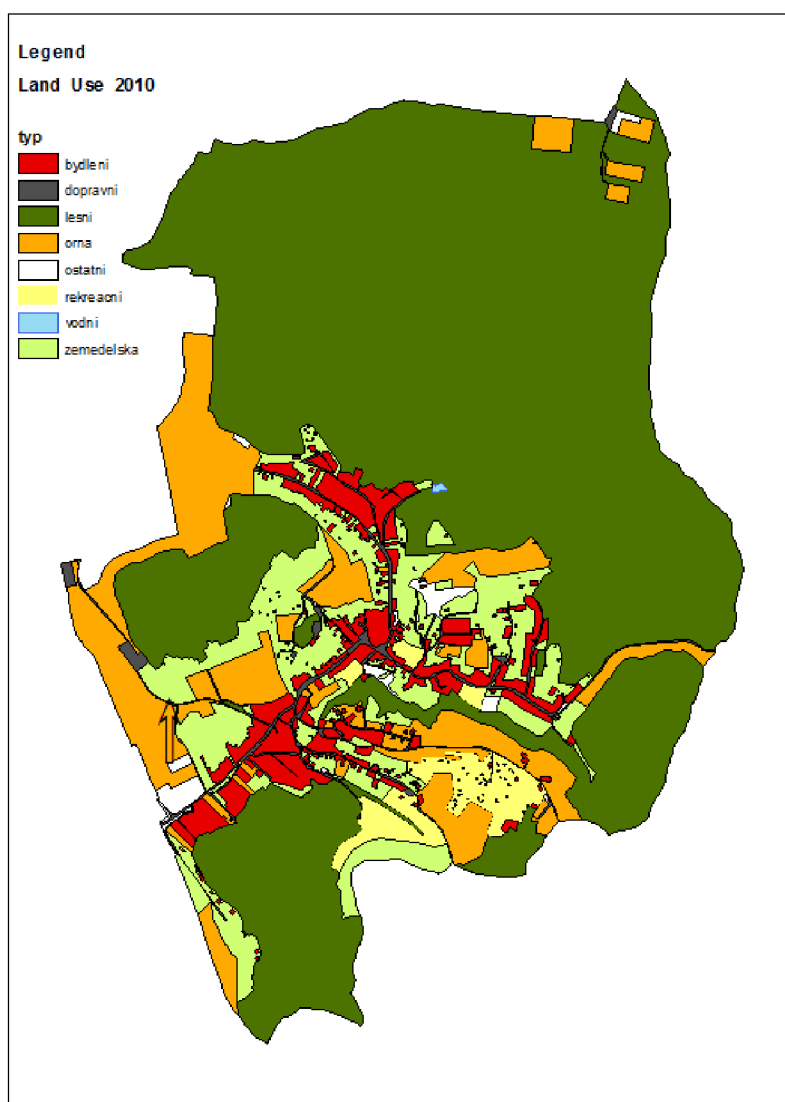
Z tabulky č. 6. 3. je patrné že se vyvíjí zejména plochy zástavby na úkor zemědělských ploch a orné půdy. Extrémní nárůst ploch zástavby je způsoben přidružením zahrad a dalších obytných ploch u ortofotosnímků z let 2003 a 2010. Rekreační plochy jsou oproti plochám uvedeným v KN nižší a zemědělské vyšší. To je způsobeno tím, že při klasifikování ploch byly do rekreačních ploch zahrnuty i zahrady, travní porosty a menší cesty. Na obrázku č. 6. 4. je zobrazen vývoj ploch zástavby mezi lety 1871 až 1994. U ortofotosnímků z let 2003 a 2010 je plocha zástavby i včetně přidružených ploch zahrad. Předtím byly plochy zástavby pouze pro domy. Na územním plánu jsou zahrnuty i přidružené zahrady. Proto byly zahrnuty do zástavby.



Obrázek č. 6. 4. Vývoj ploch zástavby mezi lety 1871 až 1994

Nárůst ploch pro dopravní plochy je způsoben výstavbou nových parokovacích ploch na západní části katastrálního území. Na obrázku č. 6. 5. jsou zobrazeny souhrnné plochy využití území v roce 2010. Většinu ploch, přibližně 66% území zabírají lesy. Tyto plochy se průběhu vývoje území výrazně neměnily. V severovýchodní části se nachází Chráněné krajinné pásmo lesa zvané Březina. Na protějším svahu se nachází vrchol Strážná.

Obec Lelekovice se nachází na severu Brna v celkem oblíbené lokalitě brňanů. Stavební pozemky zde dosahují vyšších cen než je tomu například na jihu města. Z důvodu velmi členitého terénu a dražších pozemků není pravděpodobné, že by se rozvíjely průmyslové plochy. Do budoucna je pravděpodobné, že se budou vyvíjet zejména plochy zástavby na úkor orné půdy a zemědělských ploch. Zástavba se rozvíjí zejména v jižní části obce, kde dřív byla pouze orná půda.



Obrázek č. 6. 5. Plochy land use pro období z roku 2010

Závěr

Cílem práce bylo zpracovat studii využití území v obci Lelekovice. V první fázi byla vyhledána data a sesbírány mapové podklady od institucí a z dostupných zdrojů. Těmito zdroji byl hlavně Český úřad zeměměřický a katastrální, Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce, katastrální úřad Brno město i venkov a obecní úřad Lelekovice. Data byla upravena a transformována do systému JTISK. Pozornost byla věnována hlavně převodu císařských otisků ze systému stabilního katastru do systému JTISK. Další fázi byla ortorektifikace archivních leteckých snímků. Proces ortorektifikace zahrnoval nastudování základní problematiky zpracování obrazových dat, geometrické transformace a základy fotogrammetrie. Zpracování archivních leteckých snímků bylo provedeno v softwaru Geomatica Orthoengine. Velké objemy dat a výpočty kladly vyšší nároky na výkon počítače. Výsledky ortorektifikovaných snímků z let 1994 dosahovaly středních chyb v souřadnici X 0,85m a v souřadnici Y 0,64m. Pro snímek z roku 1976 dosahovaly maximální hodnoty v souřadnici X 0,38m a v souřadnici Y 0,52m. Chyby by byly pravděpodobně nižší v případě dostupného přesnějšího digitálního modelu terénu. Další vliv na přesnost mají vřícovací body. Body byly vybírány tak aby bylo dosaženo co nejnižší střední chyby. Ortofotosnímky byly zpracovány řízenou klasifikací v softwaru ArcMap. Byl vytvořen detailní rastr krajinného pokryvu. Pro plochy land use bylo potřebné dále tyto plochy upravit. Kromě ortofotosnímků byly ostatní podklady vektorizovány. Vytvořené plochy land use pro každé sledované období byly exportovány do geodatabáze a byly vytvořeny grafické výstupy. Geodatabáze s plochami land use byla předána starostovi obce Lelekovice.

„Půda je proto bezesporu nejcennější přírodní bohatství. Je přirozenou součástí národního bohatství každého státu. Půdu je proto nutné chránit nejen pro současnou dobu ale se značným výhledem do budoucna.“ [28]

Seznam obrázků, tabulek a rovnic

Obrázek č. 2. 2. Princip ortorektifikace leteckých snímků (zdroj Geomatica Help)	str. 14
Obrázek č. 2.3. Způsob vzniku leteckých snímků (zdroj Geomatica Help manager)	str. 15
Obrázek č. 2. 4. Mapa výskytu cholery v Londýně [38]	str. 16
Obrázek č. 2. 5. Vztah GIS a ostatních oborů	str. 17
Obrázek č. 2. 6. Ukázka tvarů buněk [41]	str. 19
Obrázek č. 3. 1. Poloha obce Lelekovice [11]	str. 20
Obrázek č. 3. 2. Erb obce Lelekovice [29]	str. 21
Obrázek č. 3. 3. Pohled na obec Lelekovice z rozhledny Babí lom [30]	str. 22
Obrázek č. 5. 3. Letecký snímek z roku 1953 se 4 vlíčovými body a hranice katastrálního území „Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, ® MO ČR 2013“	str. 28
Obrázek č. 5. 5. Rekonstrukce rohu mapového rámu	str. 30
Obrázek č. 5. 7. Styk mapových listů se znázorněným kladem	str. 32
Obrázek č. 5. 9. Transformace císařského otisku (poloprůhledného) se zobrazeným ortofosnímkiem a kladem listů	str. 33
Obrázek č. 5. 10. Histogram a rozptylogram trénovacích ploch ortofotosnímku z roku 2010	str. 34
Obrázek č. 5. 11. Klasifikovaný rastr s ortofotosnímkiem z roku 2010	str. 35
Obrázek č. 5. 12. Územní plán obce Lelekovice	str. 36
Obrázek č. 6. 2. Geodatabáze	str. 40
Obrázek č. 6. 4. Vývoj ploch zástavby mezi lety 1871 až 1994	str. 41
Obrázek č. 6. 5. Plochy land use pro období z roku 2010	str. 41

Tabulka č. 5. 2. Informace o LMS	str. 27
Tabulka č. 5. 4. Střední chyby transformace císařských otisků	str. 28
Tabulka č. 5. 6. Odchytky v určení bodu 1 – rohu rámu mapového listu	str. 31
Tabulka č. 5. 8. Střední chyby transformace císařských otisků	str. 32
Tabulka č. 6. 1. Klasifikace ploch land use	str. 38
Tabulka č. 6. 3. Souhrnné výměry ploch za sledované období	str. 41
Rovnice č. 2. 1. Reprezentace digitálního obrazu	str. 12
Rovnice č. 5. 1. Výpočet velikosti pixelu	str. 25
Rovnice č. 5. 4. Parametrická rovnice dvou přímek	str. 31

Seznam použitých zdrojů

1. Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů
2. Vyhláška č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, §1 odst. 1
3. ARCDATA PRAHA. *Geografické informační systémy, Co je GIS?* [online]. Praha: Arcdata Praha s.r.o., 2013 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z <http://www.arcdata.cz/oborova-reseni/co-je-gis/>
4. BARTONĚK, Dalibor. *Počítačová grafika I, Modul M01: Teorie grafických formátů*. VUT Fast Brno, Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno, 2005. 120 s.
5. BARTONĚK, Dalibor. OPATŘILOVÁ, Irena. *Modul HE15 Územní informační systémy, Klasifikace obrazu*. Brno: Fakulta stavební, VUT v Brně. Listopad 2012. 7 str.
6. CORINE Land Cover [online] [cit. 2014-05-10] Dostupné z <http://www-1.sysnet.cz/C12572EA0043144E.nsf/showProject?OpenAgent&PID=CPRJ6VKC57MR&cat=about>
7. ČADA, Václav. *Robustní metody tvorby a vedení digitálních katastrálních map v lokalitách sáhových map*. Plzeň, 2003. 114 s. Habilitační práce. Západočeská univerzita v Plzni.
8. ČESKÝ STATISTICKÝ URAD. *Sčítání lidu, domů a bytů 2011* [online]. Praha: Český statistický úřad, Copyright[®] 2009-2013 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z <http://www.scitani.cz/>
9. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Seznam katastrálních území s informacemi o digitálních a digitalizovaných mapách* [online]. Praha: ČÚZK, 2013 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZZK_ID:679895
10. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Statistické údaje*. [online]. Praha: ČÚZK, 2013 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=META:SESTAVA:MDR002_XSLT:WEBCUZZK_ID:679895

11. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Geoportál ČÚZK* [online]. Praha: ČÚZK, 2013 [cit. 2014-03-12]. Dostupné z <<http://geoportal.cuzk.cz/ips113/printCache/IPS-20140518-041800-361271.JPG>>
12. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Návod pro převod map v systémech stabilního katastru do souvislého zobrazení v S-JTSK*. ČÚZK, *Resortní předpisy a opatření* [online]. Praha: ČÚZK, 2013 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z <<http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK.aspx>>
13. DOBROVOLNÝ, Petr. *Dálkový průzkum Země: digitální zpracování obrazu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1998, 208 s. ISBN 80-210-1812-7
14. EUROPEAN COMMISSION. *Manual of concepts on land cover and land use information systems*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001, 106 s. ISBN 92-894-0432-9
15. GEOBUSINESS, *Terminologický oríšek: Jak správně používat výrazy "land use" a "land cover"?*. [online] Springwint, s.r.o., 2013 [cit. 2014-05-10] Dostupné z <<http://www.geobusiness.cz/2011/04/terminologicky-orisek-jak-spravne-pouzivat-vyrazy-land-use-a-land-cover/>>
16. GEOPORTAL Čúzk, [online] Praha: ČÚZK, 2013 [cit. 2014-04-26] Dostupné z <http://geoportal.cuzk.cz/%28S%28u2i5g3vqrbujodmm1fkheg55%29%29/Default.aspx?head_tab=sekce-00-gp&mode=TextMeta&text=uvod_uvod&menu=01&news=yes&UvodniStrana=yes>
17. GEOGRAFICKÁ SLUŽBA AČR. *Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad*. [online] Dobruška: Geosl AČR, 2007 [cit. 2014-03-22] Dostupné z <http://www.geoservice.army.cz/htm/s_urad.html>
18. GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. What are the Parts of a Geographic Information System? [online]. 2010. [cit. 2014-03-28] Dostupné z <<http://webapp1.dlib.indiana.edu/cgi-bin/virtcdlib/index.cgi/4302870/FID1/html/gisover.htm>>
19. GISAT s.r.o. *Geometrická transformace*. [online] Praha: Gisat s.r.o., 2013 [cit. 2014-04-25] Dostupné z <<http://www.gisat.cz/content/cz/sluzby/zpracovani-dat/geometricka-transformace>>
20. HANZL, Vlastimil. *Fotogrammetrie I*, Modul 01. VUT FAST Brno, Akademické nakladatelství CERM s.r.o. Brno, 2006, 101 s.

21. HOUSKOVÁ, Dagmar. *Posouzení vývoje využití území města Písku*. Praha, 2010, 79 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické. Fakulta stavební, Katedra mapování a geodézie. Vedoucí práce: doc. Ing. Lena Halounová, CSc
22. IZGARD. *Letecké měřické snímky* [online] © MO ČR, 2006-2008, [cit. 2014-04-10] Dostupné z <<http://izgard.cenia.cz/lmstredy/viewer.htm>>
23. KOLÁŘ, Jan. HALOUNOVÁ, Lena. PAVELKA, Karel. 1. vydání *Dálkový průzkum Země 10*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. 164 s. ISBN 80-01-01567-X
24. KONEČNÝ, Milan. *Úvod do geografických informačních systémů*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 107 s.
25. KOŽELUH, M. *Definice tříd Corine Land Cover*. [online] 2006. [cit. 2014-03-25] Dostupné z <[http://www-1.sysnet.cz/C12572EA0043144E.nsf/\\$pid/CPRJ6VKC57MR/\\$FILE/Katalog_CZ.pdf](http://www-1.sysnet.cz/C12572EA0043144E.nsf/$pid/CPRJ6VKC57MR/$FILE/Katalog_CZ.pdf)>
26. LIPSKÝ, Zdeněk. *Sledování změn v kulturní krajině: učební text pro cvičení z předmětu Krajinná ekologie*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 1999, 71 s., [4] s. barev. obr. příl. ISBN 80-213-0643-2
27. MEZERA, Alois. *Tvorba a ochrana krajiny*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1979, 467 s.
28. MINISTERSTVO ŽIVOTNIHO PROSTŘEDÍ. [online] [cit. 2013-02-21] Dostupné z <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/\\$FILE/OOHPP-Definice_pudy-20080820.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/$FILE/OOHPP-Definice_pudy-20080820.pdf)>
29. OBEC Lelekovice. *Portál s informacemi o obci Lelekovice sekce historie* [online]. Lelekovice: Svata's web design, 2013 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z <<http://www.lelekovice.cz/start.html>>
30. OBEC Lelekovice. *Portál s informacemi o obci Lelekovice* [online]. Lelekovice: Svata's web design, 2013 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z <http://www.lelekovice.cz/bb_o_obci/foto_obec/stranky/0_obec.htm>
31. OPRCHAL, Jan. *Změny v průběhu koryta části toku řeky Svratky a jejich vliv na proces odtoku vody z povodí*. Brno, 2009, 98 s. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Fakulta přírodovědecká, Geografický ústav. Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Dobrovolný, CSc..
32. PAVELKA, Karel. *Fotogrammetrie 20*. 2. vydání, dotisk. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 193 s. ISBN

35. RUDA, Aleš. *Úvod do studia geografických informačních systémů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 173 s. ISBN 978-80-7375-427-3.
36. SKLENIČKA, Petr. *Základy krajinného plánování*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství Naděžda Skleničková, Praha, 2003. 321 s. ISBN 80-903206-1-9
37. TROLL, Carl. *Die Geographische Landschaft und ihre Erforschung*. Springer Verlag, 1950. 19 s.
38. UNIVERSITY OF CALIFORNIA. *Department of epidemiology, John Snow site*. [online]. Los Angeles, 2009. [cit. 2014-03-29]. Dostupné z <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/snowmap1_1854_lge.htm>
39. VOBORA, Václav. *Automatické vyhledání vlivovacích bodů pro polynomiální rektifikaci*, Plzeň, 2007, 66 s. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky.
40. VOŽENÍLEK, Vít. *Geografické informační systémy*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998, 173 s. ISBN 80-7067-802-x
41. WIKIPEDIA, org, *Type of rasters* [online]. Wikimedia Commons 2012 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Type_of_rasters.png>
42. ZAORALOVÁ, Jana. KOCÁB, Milan. *Práce s rastrovými mapami v systému Microgeos Nautil* [online]. Praha: VÚGTK, 2006 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z <http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/49_zaoralova_kocab/paper/49_zaoralova_kocab.pdf>
43. ZČÚ. *Úvod do geografických informačních systémů*. [online] Fakulta aplikovaných věd, 2013. [cit. 2014-04-10] Dostupné z <<http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/index1.htm>>
44. ŽÍŽALA, D., NOVÁK, P. *Metodika hodnocení historického vývoje land use s využitím DPZ*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011, 114, [12] s. ISBN 978-80-87361-13-9.

Seznam použitých dat

45. ČÚZK. *Základní báze geografických dat (ZABAGED[®]) polohopis*. 2013. Formát .shp, JTSK. [cit. 2014-05-23]
46. ČÚZK. *Základní báze geografických dat (ZABAGED[®]) výškopis*. 2013. Formát .shp, JTSK. [cit. 2014-05-23]
47. ČÚZK. *Ortofotomapy ČR (aktualizace: 2003, 2010)*. 2013. Formát .jpg, .tif JTSK. [cit. 2014-05-23]
48. ČÚZK. *Císařské otisky Moravy a Slezska (1492-1-001, 002, 003, 004, 005, 006)*. 2013. Formát .jpg, [cit. 2014-05-23]
49. VGHMÚř Dobruška. *Letecké měřické snímky (1953, 1976, 1994, 2003, 2010)*. © MO ČR 2013 Formát .tif. [cit. 2014-05-23]
50. Katastrální úřad Brno – venkov. *Katastrální mapa Lelekovic*. Aktualizace: 2013-02-12. Formát .dgn [cit. 2014-05-23]
51. GEOPORTÁL CENIA, *Tematické mapy (CENIA: Corine, typy půd, III. vojenské mapování)*. [online] Copyright CENIA 2010-2013. [cit. 2014-05-23]. Dostupné z http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services/<adresar>/<nazev_sluzby>/MapServer/WMSServer
52. GEOPORTÁL ČÚZK, *Webové mapové služby (Katastrální mapy)*. [online] Copyright © 2010 ČÚZK. Aktualizace: 2013-04-10 [cit. 2014-04-10]
53. GEOPORTÁL ČÚZK, *Webové mapové služby (Ortofotomapy)*. [online] Copyright © 2010 ČÚZK. Aktualizace: 2012-11-05 [cit. 2014-04-10]
54. Katastrální úřad Brno – město. *Klad mapových listů v systému S-SK (Sv. Štěpán) umístěný v systému JTSK*. Formát .dgn [cit. 2014-04-10]

Seznam zkratek

.bmp	Bit Mapped Picture, formát pro rastrová data
CAD	Computer Aided Design/Drawing
CAM	Computer Aided Manufacturing
CLC	Corine Land Cover
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DEM	Digital Elevation Model
DKM	digitální katastrální mapa
.dgn	design file, formát výkresu v programu MicroStation
GCP	Ground Control Points (vlíčovací body)
GIS	Geografické Informační Systémy
.jpg	Joint Photographic Experts Group
KM	katastrální mapa
LMS	letecký měřický snímek
.pdf	Formát dat společnosti Adobe, Portable Document Format
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
.shp	shapefile, formát výkresu v programu ArcInfo
.tif	Tag Image File Format, formát pro rastrová data
TIN	Triangulated Irregular Network
VGHMÚř	Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad
ZABAGED [®]	Základní báze geografických dat

Příloha č. 1

Výsledky ortorektifikace pro snímky z let 1994

Residual Units: Ground units

Residual Summary for 4 Images

GCPs: 20 X RMS 0.85 Y RMS 0.64
Check points: 0 X RMS 0 Y RMS 0
Tie points: 6 X RMS 0.22 Y RMS 0.35

Listing: All points All images

Point ID	Res	Res X	Res Y	Type	Image ID	Ground X	Ground Y
Ground Z	Comp X	Comp Y					
G0005 308.70	2.065 -598982.58	-1.632 -1149988.02	-1.265	GCP	1994_01007	-598980.950	-1149986.750
G0024 300.50	2.016 -599064.19	-1.647 -1150619.69	-1.162	GCP	1994_01016	-599062.540	-1150618.530
G0001 304.80	1.856 -599249.63	1.568 -1149922.79	-0.993	GCP	1994_01005	-599251.200	-1149921.800
G0016 330.00	1.443 -600877.61	1.296 -1151028.56	0.636	GCP	1994_01014	-600878.910	-1151029.200
G0029 265.10	1.384 -599176.32	-0.821 -1151784.59	1.114	GCP	1994_01016	-599175.500	-1151785.700
G0004 335.00	1.207 -599460.79	1.207 -1149078.99	0.013	GCP	1994_01005	-599462.000	-1149079.000
G0018 333.40	1.074 -598856.86	0.486 -1149824.99	-0.958	GCP	1994_01016	-598857.350	-1149824.030
T0006 305.676	0.941 -599132.90	-0.648 -1149894.67	-0.682	TP	1994_01005	-599132.249	-1149893.989
G0011 317.00	0.893 -598387.94	-0.239 -1150159.36	-0.860	GCP	1994_01016	-598387.700	-1150158.500
G0008 295.00	0.780 -600238.02	-0.521 -1150913.32	0.580	GCP	1994_01014	-600237.500	-1150913.900

T0006	0.779	0.362	0.690	TP	1994_01016	-599132.249	-1149893.989
305.676	-599131.89	-1149893.30					
G0030	0.745	0.742	0.061	GCP	1994_01005	-600412.500	-1149997.690
304.90	-600411.76	-1149997.63					
G0003	0.629	-0.606	0.170	GCP	1994_01005	-600529.800	-1149167.200
330.00	-600530.41	-1149167.03					
G0009	0.563	0.559	0.068	GCP	1994_01014	-599250.900	-1149921.800
304.00	-599250.34	-1149921.73					
T0005	0.404	0.042	0.402	TP	1994_01014	-599451.485	-1150299.631
294.156	-599451.44	-1150299.23					
T0005	0.398	-0.053	-0.394	TP	1994_01016	-599451.485	-1150299.631
294.156	-599451.54	-1150300.02					
G0019	0.389	0.379	-0.089	GCP	1994_01016	-597881.090	-1151775.640
324.20	-597880.71	-1151775.73					
T0006	0.324	0.201	0.254	TP	1994_01007	-599132.249	-1149893.989
305.676	-599132.05	-1149893.73					
G0028	0.322	0.136	0.292	GCP	1994_01007	-598391.630	-1150171.610
316.50	-598391.49	-1150171.32					
T0006	0.294	0.091	-0.280	TP	1994_01014	-599132.249	-1149893.989
305.676	-599132.16	-1149894.27					
G0020	0.289	-0.013	0.289	GCP	1994_01014	-599186.040	-1149952.210
304.00	-599186.05	-1149951.92					
T0001	0.227	-0.037	-0.224	TP	1994_01007	-599125.468	-1149899.591
304.619	-599125.51	-1149899.81					
G0031	0.225	0.132	0.182	GCP	1994_01007	-599064.220	-1149221.960
323.40	-599064.09	-1149221.78					
T0001	0.225	0.033	0.223	TP	1994_01005	-599125.468	-1149899.591
304.619	-599125.44	-1149899.37					
T0003	0.193	0.029	0.191	TP	1994_01005	-599117.342	-1149442.162
312.160	-599117.31	-1149441.97					
G0015	0.192	0.168	0.094	GCP	1994_01014	-599998.910	-1150508.330
296.00	-599998.74	-1150508.24					

T0003	0.192	-0.032	-0.189	TP	1994_01007	-599117.342	-1149442.162
312.160	-599117.37	-1149442.35					
T0004	0.185	0.031	0.182	TP	1994_01007	-599388.463	-1150021.462
305.402	-599388.43	-1150021.28					
T0004	0.182	-0.027	-0.180	TP	1994_01005	-599388.463	-1150021.462
305.402	-599388.49	-1150021.64					
G0014	0.145	-0.087	-0.117	GCP	1994_01014	-599450.170	-1150036.020
305.00	-599450.26	-1150036.14					
G0032	0.100	-0.089	0.045	GCP	1994_01005	-600657.780	-1148365.480
335.06	-600657.87	-1148365.43					
G0026	0.090	-0.056	0.071	GCP	1994_01007	-597669.400	-1149892.500
335.00	-597669.46	-1149892.43					
T0002	0.001	0.000	0.001	TP	1994_01005	-599088.111	-1149503.020
310.415	-599088.11	-1149503.02					
T0002	0.001	-0.000	-0.001	TP	1994_01007	-599088.111	-1149503.020
310.415	-599088.11	-1149503.02					

RMS (x, y) for worst 5% of points in list: 1.63, 1.27

Residual Units: Image pixels

Residual Summary for 4 Images

GCPs: 20 X RMS 5.28 Y RMS 4.09

Tie points: 6 X RMS 1.13 Y RMS 2.33

Listing: GCPs only All images

Point ID	Res	Res X	Res Y	Type	Image ID	Image X	Image Y	Comp
X	Comp Y	DS Res	DS Res X	DS Res Y				
G0005	13.18	9.68	-8.94	GCP	1994_01007	3598.0	12772.0	
3607.7	12763.1	131.80	96.84	-89.40				
G0024	13.01	9.40	-9.00	GCP	1994_01016	3597.7	7188.0	
3607.1	7178.9	130.14	93.96	-90.04				
G0001	11.80	-10.61	-5.17	GCP	1994_01005	13456.2	13383.5	
13445.6	13378.4	117.99	-106.07	-51.69				
G0016	9.40	-8.52	3.97	GCP	1994_01014	3519.7	10278.9	
3511.2	10282.9	93.97	-85.18	39.69				
G0029	8.60	6.18	5.98	GCP	1994_01016	4148.5	14498.0	
4154.7	14504.0	86.04	61.85	59.82				

G0004	7.94	-7.88	0.94	GCP 1994_01005	11615.8	8146.9
11608.0	8147.9	79.40	-78.84	9.40		
G0018	7.25	-4.21	-5.90	GCP 1994_01016	4036.0	1745.5
4031.8	1739.6	72.51	-42.10	-59.04		
G0011	5.85	0.69	-5.81	GCP 1994_01016	7462.3	3555.2
7463.0	3549.4	58.54	6.94	-58.13		
G0008	4.95	3.25	3.73	GCP 1994_01014	7722.9	9557.8
7726.2	9561.5	49.49	32.49	37.34		
G0030	4.84	-4.74	0.94	GCP 1994_01005	6070.5	14708.3
6065.8	14709.2	48.35	-47.43	9.38		
G0003	4.18	4.13	0.69	GCP 1994_01005	4648.9	9483.9
4653.0	9484.6	41.85	41.28	6.85		
G0009	3.63	-3.61	0.36	GCP 1994_01014	14235.2	3296.4
14231.6	3296.8	36.30	-36.12	3.58		
G0019	2.47	-2.47	-0.18	GCP 1994_01016	12238.0	13381.5
12235.5	13381.3	24.75	-24.68	-1.79		
G0028	2.05	-0.71	1.93	GCP 1994_01007	7494.1	13632.2
7493.4	13634.2	20.55	-7.06	19.29		
G0020	1.90	0.01	1.90	GCP 1994_01014	14639.5	3505.5
14639.5	3507.4	18.96	0.06	18.96		
G0031	1.48	-0.75	1.27	GCP 1994_01007	2523.0	7898.5
2522.3	7899.8	14.75	-7.49	12.71		
G0015	1.24	-1.09	0.58	GCP 1994_01014	9303.4	7005.1
9302.4	7005.6	12.38	-10.92	5.84		
G0014	0.94	0.57	-0.74	GCP 1994_01014	12926.8	4011.3
12927.4	4010.5	9.39	5.73	-7.43		
G0032	0.67	0.63	0.24	GCP 1994_01005	3190.0	4260.5
3190.6	4260.7	6.72	6.27	2.41		
G0026	0.58	0.40	0.43	GCP 1994_01007	12040.3	11494.7
12040.7	11495.2	5.85	4.01	4.26		

RMS (x, y) for worst 5% of points in list: 9.68, 8.94

Residual Summary for 1994_01005

GCPs: 5 X RMS 6.55 Y RMS 2.41

Residual Summary for 1994_01007

GCPs: 4 X RMS 4.87 Y RMS 4.62

Residual Summary for 1994_01016

GCPs: 5 X RMS 5.49 Y RMS 6.09

Residual Summary for 1994_01014

GCPs: 6X RMS 4.03 Y RMS 2.39

Výsledky ortorektifikace pro snímky z let 1976

Residual Units: Ground units

Residual Summary for 1 Image

GCPs: 4 X RMS 0.38 Y RMS 0.52

Check points: 0

Listing: All points All images

Point ID	Res	Res X	Res Y	Type	Image ID	Ground X	Ground Y
Ground Z	Comp X	Comp Y	DS Res	DS Res X	DS Res Y		
G0004	0.866	-0.473	-0.725	GCP	1976_15213	-599116.200	-1149441.800
309.30	-599116.67	-1149442.53	8.66	-4.73	-7.25		
G0005	0.759	-0.266	0.710	GCP	1976_15213	-600529.900	-1149166.500
328.90	-600530.17	-1149165.79	7.59	-2.66	7.10		
G0006	0.464	0.435	0.161	GCP	1976_15213	-600248.600	-1150729.000
295.60	-600248.16	-1150728.84	4.64	4.35	1.61		
G0003	0.327	0.298	-0.136	GCP	1976_15213	-597907.100	-1151840.700
320.30	-597906.80	-1151840.84	3.27	2.98	-1.36		

Residual Units: Image pixels

Residual Summary for 1 Images

GCPs: 4 X RMS 1.19 Y RMS 1.71

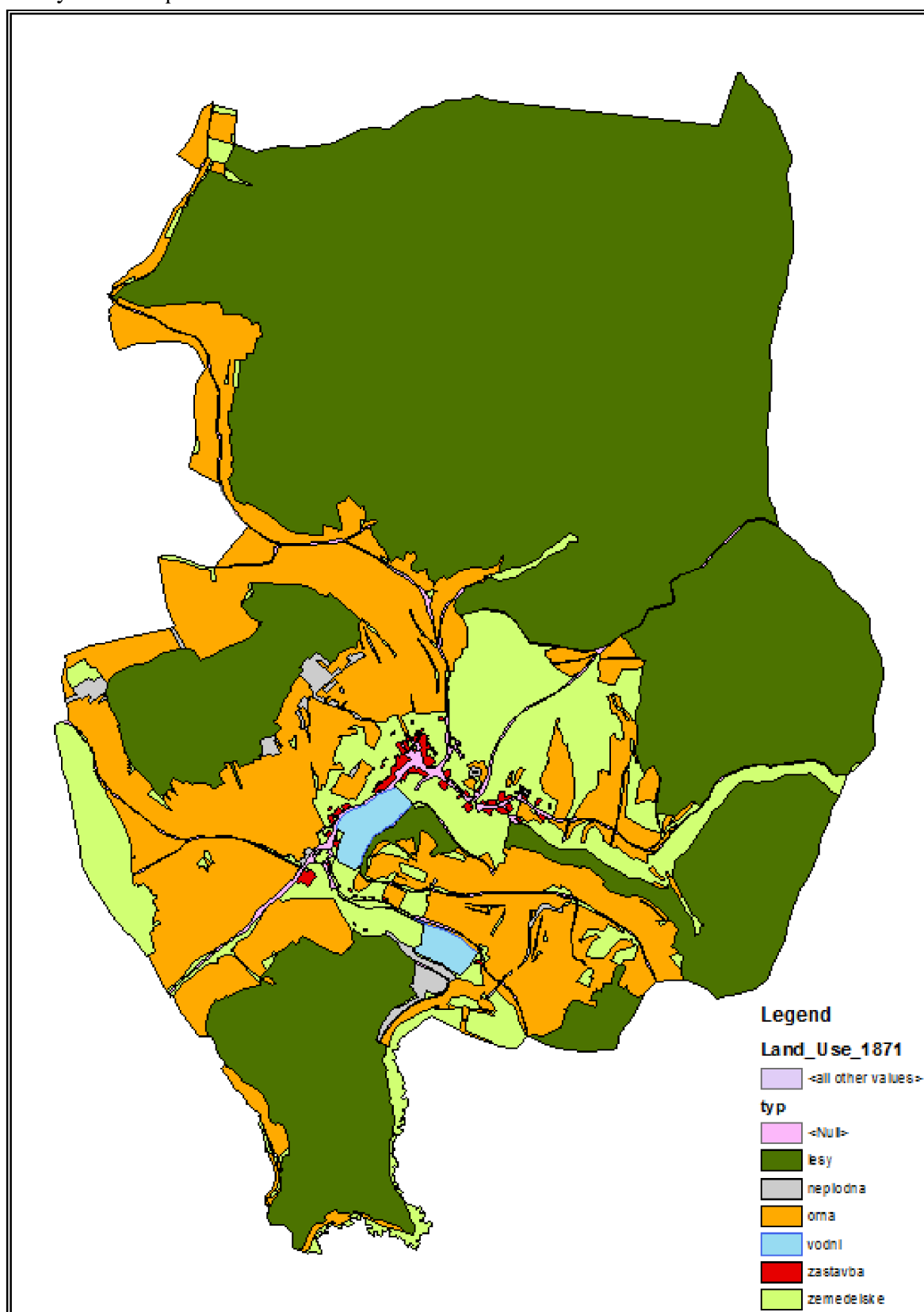
Check points: 0 X RMS Y RMS

Listing: GCPs only All images

Point ID	Res	Res X	Res Y	Type	Image ID	Image X	Image Y	Comp
X	Comp Y	DS Res	DS Res X	DS Res Y				
G0004	2.77	1.22	-2.49	GCP	1976_15213	8877.5	7015.3	
8878.7	7012.8	27.73	12.22	-24.89				
G0005	2.50	1.17	2.22	GCP	1976_15213	4168.3	6653.1	
4169.4	6655.3	25.04	11.66	22.17				
G0006	1.53	-1.35	0.71	GCP	1976_15213	5747.4	11591.5	
5746.1	11592.2	15.26	-13.52	7.08				
G0003	1.01	-0.97	-0.29	GCP	1976_15213	13608.5	14113.5	
13607.6	14113.2	10.15	-9.72	-2.90				

Příloha č. 2

Plochy land use pro období 1871



Plochy land use pro období 2003

