



**Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra matematiky**

**Bezešvá vektorová reprezentace
III. vojenského mapování**

Diplomová práce

Plzeň 2009

David Velhartický

Zadání práce

(Vložený list)

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a následné obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr navazujícího magisterského studia na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím literatury a pramenů, jejichž úplný seznam je její součástí.

Plzeň, srpen 2009

.....
podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Karlu Janečkovi, Ph.D. a panu Ing. Karlu Jedličkovi za metodické vedení práce, odborné konzultace a připomínky.

Název práce: Bezešvá vektorová reprezentace III. vojenského mapování

Autor: David Velhartický

Vedoucí práce: Ing. Karel Janečka, Ph.D.

Abstrakt

Na Západočeské univerzitě v Plzni provádějí studenti v rámci seminární práce z předmětu Úvod do GIS vektorizaci historických map třetího vojenského mapování. Vektorizace probíhá po územích v rozsahu čtvrtiny plochy mapového listu třetího vojenského mapování 1 : 25 000. Cílem diplomové práce je umožnit provádění automatizovaných kontrol odevzdávaných seminárních prací a efektivní uložení získaných dat. Kontroly, realizované pomocí skriptovacího jazyka Python, se zaměřují především na nastavení vlastností mapových vrstev a vyplnění jejich atributů. Rovněž je možné pomocí vytvořených skriptů provádět topologickou kontrolu odevzdaných dat. Součástí řešení je také databázové uložení kontrolovaných dat, kdy jsou validní mapové vrstvy propojeny do bezešvé databáze.

Klíčová slova: třetí vojenské mapování, Python, skriptování pro GIS, bezešvá databáze, vektorová reprezentace

Title: Seamless vector representation of 3rd Military Survey

Author: David Velhartický

Supervisor: Ing. Karel Janečka, Ph.D.

Abstract

At the University of West Bohemia in Pilsen students of the subject Introducing to GIS perform the vectorisation of the 3rd Military Survey historical maps. The vectorisation is done at territories of one quarter of the 3rd Military Survey map sheet - scale 1 : 25 000. The main aim of diploma thesis is an automated check of vectorised maps and their effective storage. The check is realized as a set of scripts written in Python language and is focused on the verification of map layers properties setting, next on verification of filling out the attributes and also on the verification of topology. Proposed solution contains the database storage of data. Finally it is possible to store map layers in one seamless database.

Keywords: 3rd Military Survey, Python, scripting for GIS, seamless database, vector representation

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Třetí vojenské mapování	3
2.1	Historie třetího vojenského mapování.....	3
2.2	Klad mapových listů třetího vojenského mapování	4
2.2.1	Speciální mapa a topografické sekce	4
2.2.2	Mapy středních měřítek.....	6
3.	Vektorizace třetího vojenského mapování na ZČU v Plzni.....	7
3.1	Zadání seminárních prací.....	7
3.1.1	Vybrané části zadání seminárních prací.....	8
3.1.2	Náležitosti odevzdávaných dat	15
3.2	Polygonová reprezentace kladu čtvrtin mapových listů	15
3.2.1	Tvorba mapové vrstvy	16
3.2.2	Atributy mapové vrstvy	19
3.2.3	Mapová vrstva „Klad_ctvrtin_ML_III_VM.shp“	25
4.	Vlastnosti open source a komerčních GIS aplikací.....	26
4.1	ArcGIS.....	26
4.2	GRASS.....	27
4.3	SAGA	28
4.4	OpenJUMP.....	30
4.5	PostGIS.....	31
4.6	Shrnutí.....	31
5.	Skripty kontroly vektorových dat.....	33
5.1	Skript „00-Tvorba polygonů zadání UGI“	33
5.1.1	Shrnutí.....	35
5.2	Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“	35
5.2.1	Možnost hromadných kontrol a ukládání.....	36
5.2.2	Kontrolní část skriptu	37
5.2.3	Přerušování skriptu, doplňující kontroly.....	42
5.2.4	Část skriptu pro ukládání dat do geodatabáze.....	43
5.2.5	Problémy zjištěné při tvorbě skriptu.....	46
5.2.6	Shrnutí.....	46
5.3	Skript „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“	47
5.3.1	Shrnutí.....	48
5.4	Skript „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“	49
5.4.1	Zdrojové kontrolní skripty	49

5.4.2	Problematika rozlišování druhů staveb	50
5.4.3	Kontrola správného vyplnění atributů staveb	52
5.4.4	Kontrola výškopisu – tvorba kontrolního TIN	56
5.4.5	Práce s výslednými daty skriptu - „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“	56
5.4.6	Práce s výslednými daty skriptu - „TINxxxx_y_z“	57
5.4.7	Problémy zjištěné při tvorbě skriptu	59
5.4.8	Shrnutí	59
5.5	Skript „03-Kontrola dat v geodatabázi“	60
5.5.1	Dostupnost licence ArcInfo	60
5.5.2	Vstupní parametry	61
5.5.3	Textový soubor s informacemi o kontrole	61
5.5.4	Kontrola mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů	61
5.5.5	Kontrola mapových vrstev vektorizovaných mapových prvků	62
5.5.6	Kontrola mapových vrstev – Topologická kontrola	63
5.5.7	Kontrola mapových vrstev – Kolize nepodchytné topologickými pravidly ...	64
5.5.8	Kontrola vektorizace za hranicí zadaného území	65
5.5.9	Kontrola nedotažených mapových prvků	66
5.5.10	Shrnutí	69
5.6	Skript „04-Export chybových shp z geodatabáze“	69
5.6.1	Shrnutí	71
6.	Tvorba bezešvé databáze	72
6.1	Skript „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“	72
6.1.1	Metodika napojování mapových prvků	73
6.1.2	Postup napojování mapových prvků	75
6.1.3	Funkce „napojPrvky“ a „zmenGeom“	78
6.1.4	Kontrola dat uživatelem a další úpravy dat	83
6.1.5	Problémy zjištěné při tvorbě a ladění skriptu	85
6.1.6	Shrnutí	86
6.2	Skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“	87
6.2.1	Shrnutí	88
7.	Možnosti úprav a dalšího rozvoje skriptů	89
7.1	Sloučení skriptů „01-Kontrola a uložení do GDB“ a „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“	89
7.2	Možnost provedení pouze části kontrol databázově uložených dat	89
7.3	Topologická kontrola bezešvých mapových vrstev	90
7.4	Úpravy společné všem skriptům	90
7.4.1	Tvorba nápovědy skriptů ve formátu Html	90
7.4.2	Změna prostředků komunikace s uživatelem	90

8. Problémy odhalené při tvorbě skriptů	92
8.1 Spouštění skriptů v různých vývojových verzích ArcGIS	92
8.1.1 ArcGIS 9.1.....	92
8.1.2 ArcGIS 9.3.....	94
8.2 Komunikace s uživatelem – příkazové okno	96
8.3 Práce skriptu v geodatabázi – chybné zamykání geodatabáze.....	96
9. Závěr.....	98
Použité zdroje	99
Seznam obrázků a tabulek	102
Seznam příloh	105

1. Úvod

Z důvodu rychlého rozvoje průmyslu a morálního zastarávání map druhého vojenského mapování bylo ve druhé polovině 19. století rozhodnuto o započítí nových mapovacích prací, které by vycházely ze základů stabilního katastru. Nové mapování bylo nazváno třetím vojenským, proběhlo na území celé tehdejší Rakousko-Uherské monarchie a byly při něm využity na tehdejší dobu pokrokové metody. O kvalitě provedených mapovacích prací svědčí, že aktualizované mapy třetího vojenského mapování byly využívány na území tehdejšího Československa až do padesátých let 20. století jako jediné topografické mapové dílo velkého měřítka, pokrývající celé území republiky.

Mohlo by se zdát, že takto staré mapy již dnes nemají žádnou funkci a jediné, co zbývá, je jejich historická hodnota. Není to ale pravdou. Staré mapy, a mapy třetího vojenského mapování nevyjímaje, jsou cenným zdrojem informací o podobě krajiny v době, kdy byly vytvořeny. Po zrušení jednotných zemědělských družstev a navrácení pozemků jejich původním majitelům přichází v posledních letech na řadu myšlenka znovuoobnovení trvale udržitelné krajiny, navrácení krajiny do podoby pokud možno co nejbližší stavu před započítím kolektivizace. V tomto případě jsou historické mapy neocenitelnou pomůckou, která může napovědět, jakým způsobem by se měla obnova krajiny ubírat.

Od roku 2005 se Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v Brně podílí na projektu¹, v jehož rámci se zabývá kvantitativním hodnocením vývoje kulturní krajiny České republiky za posledních 250 let. V rámci projektu jsou vektorizovány vybrané mapové prvky map ze zkoumaného období. Porovnáním vektorové kresby z různých zdrojů a časových období je pak možné sledovat změny v účelu užívání pozemků a změny rozlohy ploch se sledovaným typem užívání.

Jako jeden ze zdrojů analýz posloužily barevné topografické sekce třetího vojenského mapování (III. vojenské mapování) v měřítku 1 : 25 000, které byly po naskenování georeferencovány do souřadnicového systému S-JTSK oddělením geomatiky na Západočeské univerzitě v Plzni.

Georeferencované topografické sekce třetího vojenského mapování byly na Západočeské univerzitě v Plzni dále využity pro účely výuky předmětu Úvod do GIS jako podklad pro seminární práce zaměřené na ovládnutí znalostí a dovedností při tvorbě a úpravách vektorových map. V rámci seminárních prací jedno- až dvojčlenné skupiny studentů vektorizují vybrané mapové prvky topografických sekcí třetího vojenského mapování v rozsahu jedné čtvrtiny mapového listu.

Odevzdávané práce bylo nutné kontrolovat a podrobně prohlížet po stránce nastavení vlastností vytvořených mapových vrstev a topologických vlastností vytvořené vektorové

¹ Výzkumný záměr MSM6293359101 Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace; část Kvantitativní analýza dynamiky vývoje krajiny ČR.

kresby, což při počtu několika desítek studentů, kteří každoročně předmět Úvod do GIS absolvují, kladlo velké nároky na cvičící. Za účelem zpřesnění a zjednodušení kontroly odevzdávaných prací vzniklo zadání diplomové práce zautomatizovat jednotlivé kroky kontroly, navrhnout vhodný způsob ukládání odevzdaných dat a vytvořit postupy, pomocí nichž by bylo možné spravovaná data převést do podoby bežešvé databáze.

Předmět Úvod do GIS je povinným předmětem v bakalářském stupni studia studijního oboru Geomatika. Před třemi lety jsem ho absolvoval i já, a tak mne téma diplomové práce zaujalo nejen proto, že v něm lze využít vyšší stupně znalostí práce s GIS aplikacemi - automatizaci procesů a vytváření skriptů. Diplomová práce se pro mě zároveň stala odpovědí na mnohé z otázek, které si student při vektorizaci map třetího vojenského mapování pokládá. „Má moje práce vůbec jiný smysl, než obdržení zápočtu? Proč mám vektorizovat tak rozsáhlé území a k čemu bude vlastně vytvořená mapa použita?“

Po vytvoření diplomové práce mohu prohlásit, že úsilí vynaložené při vektorizaci nepřijde nazmar. Vytvářená data bude možné pečlivěji kontrolovat, což na jednu stranu klade vyšší nároky na studenty, na druhou stranu vzroste hodnota vytvořených dat. Ta bude možné seskupovat do větších územních celků v bežešvé podobě, a tak budou vhodnější pro další zpracování, například v podobě různých analýz.

Skripty automatizované kontroly a úprav odevzdávaných dat, naprogramované v programovacím jazyce Python, jsou určeny pro aplikaci ArcToolbox systému ArcGIS verze 9.1 a vyšší.

2. Třetí vojenské mapování

Ve druhé polovině devatenáctého století začínalo být patrné, že do té doby používané sáhové mapy druhého (Františkova) mapování začínají být zastaralé – ať již pro svou nízkou polohovou přesnost, nebo pro neaktuálnost polohopisných informací, způsobenou bouřlivým rozvojem průmyslu a dopravy v době průmyslové revoluce. Bylo proto rozhodnuto o provedení nových mapovacích prací.

2.1 Historie třetího vojenského mapování

(Čerpáno především z [1], [2].)

Třetí vojenské mapování započalo vydáním prozatímní instrukce ministerstvem války v roce 1868 a bylo dokončeno v roce 1885. Úkolem bylo vytvořit topografickou mapu Rakousko-Uherské monarchie v metrickém měřítku 1 : 25 000 (do té doby byly používané mapy sáhové) a od ní odvozené mapy menších měřítek.

Mapování na území dnešní České republiky probíhalo v letech 1876 až 1879. Polohopisné základy třetího vojenského mapování byly převzaty z katastrálního operátu, na území dnešní České republiky tak docházelo k měření ve dvou souřadnicových systémech – gusterberském a svatoštěpánském. Výškopisné základy nemohly být z katastrálního operátu pro svou velkou chybovost převzaty. Vybraným trigonometrickým bodům katastrálního operátu proto byly určeny nové nadmořské výšky, odvozené od trigonometrického bodu Koží hon u Mikulova, jehož nadmořská výška byla určena připojením na tehdejší síť přesné nivelace jadranského výškového systému.

Polohopisným podkladem nově vznikajících map se staly generalizované kopie map stabilního katastru, pantograficky zmenšené do měřítko 1 : 25 000. Vyměřovací listy o rozsahu čtvrtiny topografické sekce byly po ukončení mapovacích prací skládány do topografických sekcí, jejichž originály byly vykreslovány v jedenácti barvách dle jednotného značkového klíče (určen definitivní instrukcí v roce 1875). Z nově vzniklých barevných mapových listů byly dále odvozovány mapy menších měřítek – mapa speciální v měřítku 1 : 75 000, generální s měřítkem 1 : 200 000 a přehledná mapa střední Evropy v měřítku 1 : 750 000.

Generální mapa a přehledná mapa střední Evropy byla vyhotovena v barevném provedení. Speciální mapa byla od počátku tisknuta pouze v černobílém provedení, z důvodu potřeby její co nejrychlejší reprodukce. V této podobě byla využívána až do své reambulace ve dvacátých letech, kdy do ní byla pro zvýšení přehlednosti doplněna zelená kresba lesů.

Po rozpadu Rakousko-Uherské monarchie v roce 1918 byly originály map třetího vojenského mapování předány nástupnickým státům. Na území nově vzniklého Československa nebylo možné provést v krátkém čase kompletně nové velkoměřítkové mapování, a proto došlo k úpravám stávajících map třetího vojenského mapování reambulací.

V rámci úprav byly původní německé a poněmčené názvy přepsány názvy českými a došlo také k aktualizaci polohopisných a výškopisných informací. Změny byly vykreslovány do kopií původních map a originály barevných topografických sekcí se tak zachovaly v původním stavu. Díky tomu máme dnes k dispozici cenný materiál informující o podobě krajiny v českých zemích na konci devatenáctého století.

Snahy o provedení nového mapování ve velkém měřítku opakovaně končily zmapováním pouze malé části území státu, a tak reambulované mapy třetího vojenského mapování sloužily v Československu až do padesátých let dvacátého století, kdy byly nahrazeny novými mapami, vyhotovenými na základě fotogrammetrických měření.



Obr. 2.1: Plzeň a okolí na výřezu speciální mapy třetího vojenského mapování z roku 1883.

2.2 Klad mapových listů třetího vojenského mapování

2.2.1 Speciální mapa a topografické sekce

Původními mapami třetího vojenského mapování, od nichž se následně odvozovaly mapy dalších měřítek, byly sice topografické sekce v měřítku 1 : 25 000, při sestavování základního kladu mapového díla a jeho nomenklatur však dali autoři přednost speciální mapě menšího měřítka, u níž předpokládali, že její využití dosáhne masovějších rozměrů.

Pro zobrazení speciálních map bylo zvoleno Sanson-Flamsteedovo polyedrické zobrazení na Besselově elipsoidu. Mapové listy jsou rovinným zobrazením pravoúhlých elipsoidických čtyřúhelníků o rozměrech 15' zeměpisné šířky a 30' zeměpisné délky. V důsledku sbíhavosti poledníků mají mapové listy tvar rovnoramenného lichoběžníka.

To znemožňuje sestavení více mapových listů do jedné plochy. Důsledkem sbíhavosti poledníků jsou také rozdílné rozměry lichoběžníkových mapových listů z různých vrstev kladu.

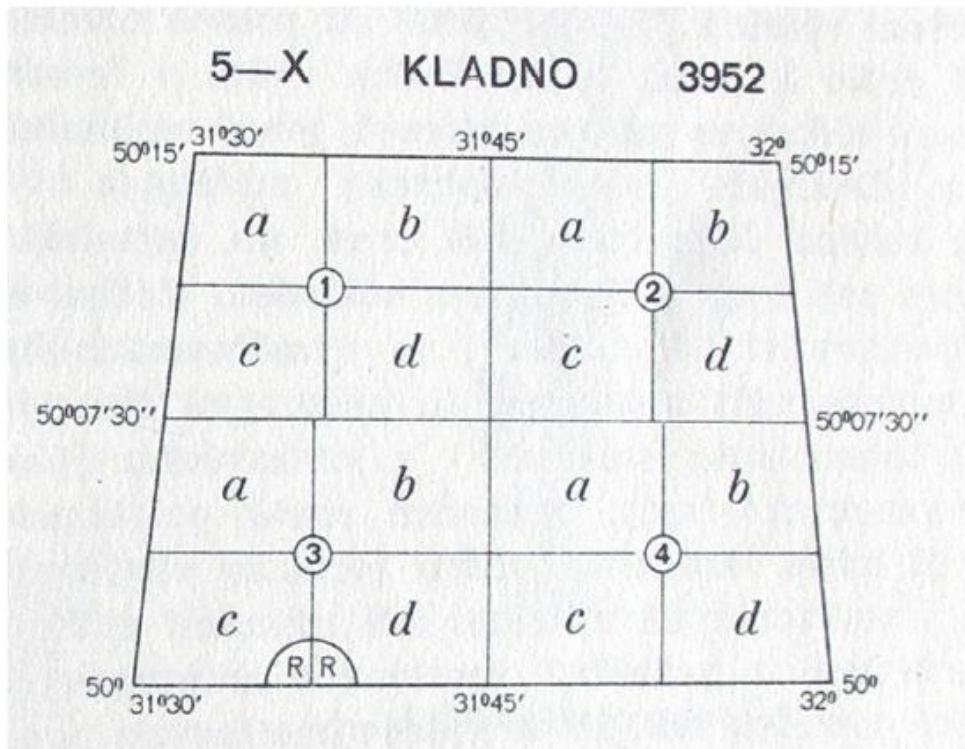
Nomenklatura kladu mapových listů speciálních map třetího vojenského mapování se dle definitivní instrukce z roku 1875 skládala z arabského čísla pro vrstvy číslované od rovnoběžky $51^{\circ}15'$ severní šířky na jih a z římského čísla pro sloupce číslované od poledníku 27° východní délky od Ferra na východ. K číselné kombinaci byl dále doplňován název význačného místa, které se nacházelo na daném mapovém listu. Označení mapového listu speciální mapy, na němž je zobrazena Praha, tedy představovala kombinace: „5-IX Praha“.

Od roku 1917 došlo v číslování mapových listů speciální mapy ke změně. Kombinace arabských a římských čísel byla nahrazena čtyřčíslím arabských cifer. První dvě cifry označovaly číslo vrstvy mapových listů (číslovány nově od 60° s.š. na jih) a druhé dvě cifry číslo sloupce (nadále číslovány od 27° v.d. od Ferra na východ). Čísla mapových listů tedy neodpovídala číslům předchozího značení. I nadále se u čísla mapového listu používalo označení názvem významného místa, ten se však přesunul před číselnou kombinaci. V tomto případě tedy nese mapový list, který zobrazuje Prahu, označení „Praha 3953“.

Topografické sekce 1 : 25 000 pokrývají plochu čtvrtiny mapového listu speciální mapy 1 : 75 000, tedy $7,5'$ zeměpisné šířky a $15'$ zeměpisné délky. Jejich označení představuje nomenklatura mapového listu speciální mapy doplněná o označení jeho čtvrtiny, která je na mapovém listu topografické sekce zobrazena.

Nejprve byly čtvrtiny speciální mapy označovány německou zkratkou zeměpisných stran (NW, NO, SW, SO). Později se ustálilo označení číslicemi 1 - 4 od levého horního rohu po řadách, oddělené od čísla mapového listu speciální mapy lomítkem (zdroj: topografické sekce třetího vojenského mapování, [6]). Mapový list topografické sekce, který zobrazuje Prahu, lze tedy dle novějšího značení zapsat v podobě „3953/3“.

Topografické sekce lze dále rozdělit na vyměřovací listy, na kterých bylo prováděno samotné mapování. Vyměřovací list odpovídá jedné čtvrtině topografické sekce, zobrazen je ve stejném měřítku - 1 : 25 000. Označení vyměřovacích listů je sestavováno stejným postupem jako v případě topografických sekcí. Základem je označení mapového listu nadřazené mapy (topografická sekce), které je doplněno označením jeho čtvrtiny. Čtvrtiny mapového listu topografické sekce jsou označeny malými písmeny a – d po řadách od levého horního rohu. (Dělení mapových listů viz *Obr. 2.2*)



Obr. 2.2: Dělení mapového listu speciální mapy na topografické sekce a vyměřovací listy. (zdroj: [1], str. 23)

2.2.2 Mapy středních měřítek

Z topografických sekcí třetího vojenského mapování byly dále odvozeny dvě mapy středního měřítka - generální mapa v měřítku 1 : 200 000 a přehledná mapa střední Evropy v měřítku 1 : 750 000.

Generální mapa je vytvořena v lichoběžníkovém polyedrickém zobrazení. Každý z mapových listů zobrazuje území o 1° zeměpisné šířky a 1° zeměpisné délky. Klad mapových listů je tvořen tak, že každý celý stupeň severní šířky a východní délky s počátkem ve Ferru leží uprostřed mapového listu. Celé stupně poledníků a rovnoběžek také určují označení mapového listu, které je stejně jako v případě speciální mapy doplněno o název význačného místa zobrazeného na mapě (např. 32° 50° Praha).

Přehledná mapa Evropy je zobrazena ve stejnoplochem nepravém kuželovém Bonneově zobrazení. Mapové listy mají tvar obdélníku o rozměrech 39 x 33cm. Počátkem souřadnicové soustavy je průsečík rovnoběžky 48° severní šířky a poledníku 38° východní délky od Ferru. Mapové listy byly označovány arabskými číslicemi po řadách směrem k jihu a velkými písmeny po sloupcích směrem na západ. Území dnešní České republiky je zobrazeno na čtyřech mapových listech - B1, B2, C1 a C2.

3. Vektorizace třetího vojenského mapování na ZČU v Plzni

V roce 2005 se oddělení geomatiky Západočeské univerzity v Plzni účastnilo práce na výzkumném záměru Agentury ochrany přírody a krajiny ČR „Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace“. Úkolem bylo provést georeferencování naskenovaných rastrových obrazů mapových listů topografických sekcí a speciální mapy třetího vojenského mapování do souřadnicového systému S-JTSK. Vytvořené rastrové ekvivalenty mapových listů slouží nejen k analýzám v rámci výzkumného záměru, své uplatnění našly také při výuce práce s geografickými informačními systémy.

V rámci předmětu Úvod do geografických informačních systémů (Úvod do GIS, KMA / UGI) je studentům zadávána seminární práce, jejímž cílem je vektorizace vybraných mapových prvků georeferencované rastrové mapy třetího vojenského mapování. Jedno- až dvojčlenné pracovní skupiny mají za úkol zpracovat během semestru data z území jedné čtvrtiny mapového listu v měřítku 1:25 000.

3.1 Zadání seminárních prací

Prvotním cílem seminárních prací z předmětu Úvod do GIS není kompletní převedení mapových prvků topografických sekcí třetího vojenského mapování do vektorové podoby. Základem má být seznámení studentů s geografickými informačními systémy a zvládnutí jejich základního ovládnutí. Tomu bylo také podřízeno zadání seminárních prací.

V rámci seminární práce je vytvářeno devět vektorových mapových vrstev, které reprezentují vybrané mapové prvky topografických sekcí třetího vojenského mapování - kóty, vrstevnice, areály sídel, stavby, komunikace, vodní plochy, vodní toky, lesy a železnice. V některých mapových vrstvách jsou jednotlivé typy vektorizovaných mapových prvků rozlišeny pomocí atributů.

Když v roce 2005 vznikalo zadání seminárních prací, nebylo počítáno s dalším praktickým využitím vytvářených vektorových map. Z toho důvodu nebyl kladen přílišný důraz na přesné odlišení a pojmenování mapových prvků, které byly zadávány k vektorizaci. Zadání seminárních prací bylo pravděpodobně tvořeno bez použití originálního značkového klíče třetího vojenského mapování, pouze na základě vizuální prohlídky rastrových mapových listů a subjektivního rozhodnutí o vlastnostech jednotlivých mapových prvků. Výsledkem bylo několik chybných interpretací značkového klíče ve výsledných vektorových mapách - především vektorizace mapové vrstvy zahrad pod názvem Areály sídel, vypuštění jednoho ze tří typů mapových prvků staveb, nebo nezařazení druhé nejvyšší třídy komunikací do výčtu vektorizovaných mapových prvků z důvodu špatné viditelnosti jejich mapové značky, z níž se dá chybně usuzovat, že jde pouze o doplňkové komunikace.

V rámci diplomové práce, jejíž cíle již počítají s podrobnou kontrolou a dalšími úpravami odevzdávaných vektorových dat, bylo třeba zadání seminárních prací přehodnotit.

Na základě porovnání elektronického dokumentu zadání seminárních prací s originálním značkovým klíčem třetího vojenského mapování došlo k dílčím úpravám v zadání a byly doplněny některé další mapové prvky, které je nutné vektorizovat, aby byla zachována hierarchie vektorizovaných mapových prvků. Zároveň byly přepracovány názvové konvence vytvářených vektorových mapových vrstev a způsob jejich ukládání v adresářové struktuře tak, aby lépe vyhovovaly automatizovanému způsobu kontroly.

Aby bylo možné zkontrolovat pomocí vytvářených kontrolních skriptů i dříve zpracovaná vektorová data, nesměly být změny v zadání seminárních prací příliš radikální. Z toho důvodu jsou například zahrady stále vektorizovány v mapových vrstvách s názvem Areály sídel a pro nově zavedenou třídu komunikací byl zvolen dosud neobsazený atribut čísla 4, ačkoliv jejich důležitost tomuto indexu neodpovídá.

Změny předepsaného postupu vektorizace přicházely postupně s vytvářením kontrolních skriptů. Část změn byla již v roce 2008 zapracována cvičícím Ing. Karlem Janečkou, Ph.D. do původní elektronické podoby zadání (dostupné na internetové adrese <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/ch06.html>). V průběhu další práce se návrhy na úpravu zadání seminárních prací a upozornění na často se opakující chyby dále množily. Proto byl pro zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS v roce 2009 vytvořen nový dokument, který je součástí příloh diplomové práce.

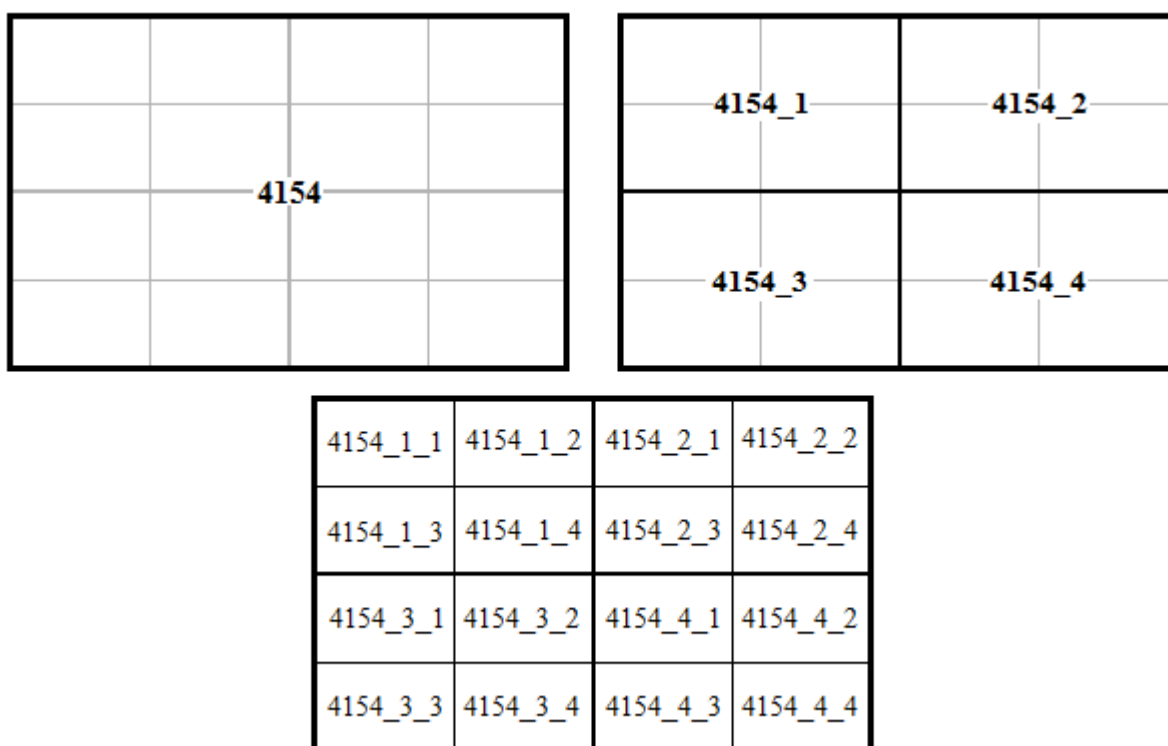
3.1.1 Vybrané části zadání seminárních prací

Vektorizace vybraných mapových prvků topografických sekcí třetího vojenského mapování probíhá na GIS systému společnosti ESRI – ArcGIS verze 9.1 až 9.3 a výstupem práce je devět bodových, liniových a polygonových mapových vrstev ve formátu shapefile (*.shp), jejichž parametry jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 3.1: Vlastnosti nově zakládáných vektorových mapových vrstev.

Název vektorové vrstvy	Typ vektorové vrstvy	Souřadnicový systém	Název atributu	Typ atributu	Povinnost vyplnění atributu
xxxx_y_z_ArealySidel	Polygon	S-JTSK_Krovak_East_North	Nazev	Text	Nepovinný
xxxx_y_z_Komunikace	Polyline	S-JTSK_Krovak_East_North	Typ	Short Integer	Povinný
xxxx_y_z_Koty	Point	S-JTSK_Krovak_East_North	Vyska	Short Integer	Povinný
xxxx_y_z_Lesy	Polygon	S-JTSK_Krovak_East_North	-	-	Bez atributu
xxxx_y_z_Stavby	Polygon	S-JTSK_Krovak_East_North	Typ	Text	Povinný
xxxx_y_z_VodniPlochy	Polygon	S-JTSK_Krovak_East_North	Nazev	Text	Nepovinný
xxxx_y_z_VodniToky	Polyline	S-JTSK_Krovak_East_North	Nazev	Text	Nepovinný
xxxx_y_z_Vrstevnice	Polyline	S-JTSK_Krovak_East_North	Vyska	Short Integer	Povinný
xxxx_y_z_Zeleznice	Polyline	S-JTSK_Krovak_East_North	-	-	Bez atributu

Název vektorové mapové vrstvy je uvozen číselnou kombinací ve tvaru „xxxx_y_z“, První část předčíslení („xxxx_y“) představuje označení kladu mapového listu topografické sekce třetího vojenského mapování (znak „_“ nahrazuje lomítko používané v originálním značení mapových listů, které však není možné použít v názvu souboru). Znak „z“ v předčíslení názvu mapové vrstvy představuje čísla 1–4, tj. označení čtvrtiny mapového listu topografické sekce, jejíž zvektorizování je úkolem pro jednu pracovní skupinu. Čtvrcení topografických sekcí se podobá kladu vyměřovacích listů třetího vojenského mapování. Jde ale o pouhou shodu náhod – pro účely seminárních prací z předmětu Úvod do GIS bylo vytvořeno umělé čtvrcení topografických sekcí (viz kapitola 3.2), které nelze považovat za reprezentaci vyměřovacích listů.



Obr. 3.1: Značení mapových listů třetího vojenského mapování (speciální mapa, topografické sekce a jejich čtvrtiny) ve formátu vytvořeném pro seminární práce z předmětu Úvod do GIS. (Značení je možné využít v názvech adresářů a souborů.)

Vektorizace probíhá v přesnosti rastrového podkladu - liniové prvky kopírují středovou linii svých předloh a nesmějí z nich vybočit, stejně tak hranice polygonových prvků. Bodové prvky jsou umisťovány do středu bodové značky na rastrové předloze. Především při vektorizaci liniových vrstev musí být pamatováno na topologická pravidla - linie na sebe navazují v uzlových bodech a jejich křížení mimo tyto body není přípustné.

Pokud je potřeba vektorizované prvky v rámci mapové vrstvy dále rozlišovat, nebo k nim doplňovat další informace, zavádí se dle zadání atributy předepsaného typu a názvu. Atributy jsou děleny na povinné a nepovinné. V případě povinných atributů musí být vyplněny atributy u všech ve vrstvě obsažených mapových prvků, atributy nepovinné slouží pro doplnění dalších informací (názvů obcí, vodních toků a vodních ploch) a jsou vyplňovány, pouze pokud lze uvedené informace vyčíst z mapového podkladu.

a) Mapová vrstva xxxx_y_z_ArealySidel

První mapová vrstva byla dříve chybně pojmenována areály sídel. Ve skutečnosti se jedná o zahrady, které dříve obklopovaly téměř každé větší či menší sídlo. Pro zachování návaznosti s dříve vytvořenými daty byl název mapové vrstvy zachován a pouze doplněn o označení čtvrtiny zpracovávaného mapového listu.

Tato mapová vrstva jako jediná odlišuje sídla od shluků budov a samostatných usedlostí. Do jejího nepovinného atributu „Nazev“ jsou zapisovány názvy sídel. Nevýhodou je, že ne u všech v mapě pojmenovaných sídel jsou zakresleny zahrady. Dochází tak k částečné ztrátě informací.

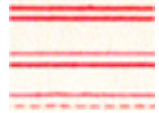
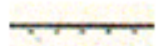
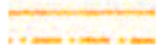
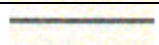
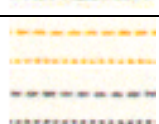


Obr. 3.2: Mapová vrstva areálů sídel. Zelené polygony zahrad doplňují mapové značky staveb. (zdroj: [26])

b) Mapová vrstva xxxx_y_z_Komunikace

Mapová vrstva komunikací obsahuje povinný atribut „Typ“, pomocí něž jsou vektorizované komunikace děleny do čtyř tříd. Originální topografické sekce třetího vojenského mapování takových tříd rozlišují 12, jedná se tedy o značné zjednodušení parametrů mapové vrstvy (viz Tab. 3.2).

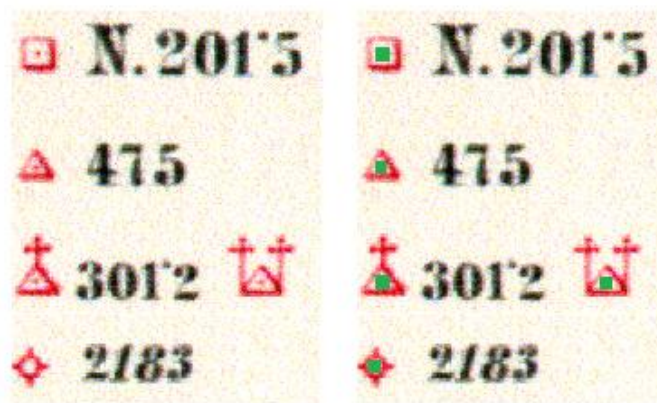
Tab. 3.2: Rozřazení komunikací z topografických sekcí třetího vojenského mapování do tříd stanovených zadáním seminárních prací. (zdroj obrazových ukázek: [35])

Třídy vektorových mapových vrstev	Povinný atribut "Typ"	Zákres mapových prvků v mapě III. VM
Udržované komunikace celoročně sjízdné	1	
Udržované komunikace sjízdné sezonně	4	
Neudržované cesty hlavní	2	
Neudržované cesty vedlejší	3	
Nevektorizované komunikace nižších tříd	-	

c) Mapová vrstva xxxx_y_z_Koty

Jedinou bodovou vektorovou mapovou vrstvou, která je v rámci seminární práce z předmětu Úvod do GIS vytvářena, je mapová vrstva kót s povinným atributem „Vyska“. Ačkoliv se může zdát, že nemůže být snadnější mapová vrstva pro definování podmínek vektorizace, opak je pravdou. Kromě typických značek kót, zobrazených na obrázku *Obr. 3.3*, je možné na mapových listech topografických sekcí třetího vojenského mapování najít hodnoty nadmořských výšek doplněné ke značce božích muk, pomníku, nebo kostela. V některých případech se dokonce na mapě vyskytnou výškové údaje bez jakékoliv značky, která by určovala umístění kóty.

Součástí zadání seminárních prací jsou dnes pouze níže vyobrazené kóty. Dál záleží už jen na vlastní iniciativě studentů, které z dalších výškopisných údajů do vektorové podoby převedou. V případě kót je tedy stále zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS otevřenou záležitostí, která čeká na upřesnění v příštích letech.



Obr. 3.3: Mapové značky kót a umístění vektorové značky - červený bod ve středu mapové značky / průnik úseček záměrného kříže. (zdroj: [35])

d) Mapová vrstva xxxx_y_z_Lesy

Čtvrtou vektorovou mapovou vrstvou v abecedním pořadí je mapová vrstva lesů. Tato mapová vrstva nenese žádné atributy, přesto její vektorizace nemusí být tak snadná, jak se zdá. Na topografických sekcích třetího vojenského mapování jsou lesy vyobrazeny šedými polygony s tmavším obvodem. Tyto polygony jsou však na mapách již málo znatelné, navíc na styku lesa s liniovými mapovými prvky (komunikace, železnice, vodní plochy) zvýraznění okraje polygonu lesa chybí. Při vektorizaci může proto snadno dojít k chybnému zákresu hranic.

Průseky, patrné v některých polygonech, se při vektorizaci lesů neberou v potaz. Vektorizována je celá plocha lesa. (Lesní průseky jsou zobrazeny na *Obr. 3.6.*)



Obr. 3.4: Lesy – okraje polygonu lesa končící komunikací a vodním tokem bez zvýraznění okraje polygonu. (zdroj: [26])

e) Mapová vrstva xxxx_y_z_Stavby

Z důvodu malých polygonů svých mapových značek patří vektorizace mapové vrstvy staveb mezi časově nejnáročnější mapové vrstvy vytvářené v rámci seminární práce. K původně rozlišovaným dvěma typům staveb (B, R – černá a červená mapová značka; povinný atribut „Typ“) přibyl po prozkoumání značkového klíče typ třetí, jemuž byl stanoven atribut N. Červené mapové značky představují obytné domy, černé mapové značky zemědělské objekty stavěné ze dřeva a nově zavedené mapové značky s černým jádrem a červeným obvodem představují zemědělské objekty kamenné.



Obr. 3.5: Stavby všech druhů – obytné (červené), zemědělské dřevěné (černé) a zemědělské kamenné (černé s červeným rámem). (zdroj: [26])

f) Mapové vrstvy xxxx_y_z_VodniPlochy a xxxx_y_z_VodniToky

Vodstvo zatupují ve vektorové podobě topografických sekcí třetího vojenského mapování dvě mapové vrstvy. Polygonová vrstva vodních ploch a liniová vrstva vodních toků obsahují nepovinný atribut „Nazev“.

Polygony vodních ploch jsou velmi rozdílné. V mapách můžeme najít veliké rybníky, ale i malé rybníčky na návších vesnic, které často zůstanou nezvektorizovány, protože k nim není zakreslen žádný vodní tok, který by na existenci vodní plochy upozornil.



Obr. 3.6: Vodní tok, vodní plocha a železnice na výřezu mapového listu topografické sekce třetího vojenského mapování. (zdroj: [26])

g) Mapová vrstva xxxx_y_z_Vrstevnice

Vrstevnice jsou předposlední vektorovou mapovou vrstvou, kterou studenti předmětu úvod do GIS v rámci seminárních prací vytvářejí. Dominantním prvkem výškopisu na mapách třetího vojenského mapování byly Lehmannovy šrafy. Vrstevnice měly na těchto mapách spíše pomocnou funkci a proto, že byly dodatečně odhadovány na základě výškových rozdílů kót a směrů a hustoty šrafování, nebyly ani příliš přesné.

Hlavní vrstevnice byly do map vynášeny v intervalu sto metrů. V méně svažitéch terénech pak byly doplňovány mezilehlými vrstevnicemi dvacetimetrovými, případně desetimetrovými vrstevnicemi doplňkovými.

Nadmořské výšky (vztažené ke hladině Jaderského moře) jsou v polygonové mapové vrstvě vrstevnic zapisovány do povinného atributu „Vyska“.



Obr. 3.7: Kóta a vrstevnice. Od leva: kóta (437m.n.m.), mezilehlá vrstevnice (420m.n.m.), doplňková vrstevnice (410m.n.m.) a hlavní vrstevnice (400m.n.m.). (zdroj: [26])

h) Mapová vrstva xxxx_y_z_Železnice

Posledními vektorizovanými mapovými prvky v rámci seminárních prací z předmětu Úvod do GIS jsou linie železnic. Železniční síť je nejdřívším jevem, který je do vektorové podoby převáděn, nalezneme ho jen na některých topografických sekcích. I přes to, že železnice zadaným územím nevede, je nutné mapovou vrstvu železnic vytvořit, na což však studenti často zapomínají. (Železnice je zobrazena na *Obr. 3.6.*)

3.1.2 Náležitosti odevzdávaných dat

Seminární práce jsou zadávány v šestém týdnu semestru a mezním termínem pro odevzdání prací je zápočtový týden semestru, ve kterém je předmět Úvod do GIS vyučován.

Název adresáře, v němž jsou zvektorizovaná data odevzdávána, musí být ve formátu "xxxx_y_z_Prijmeni1_Prijmeni2", kde „xxxx_y_z“ je označení mapového listu a jeho čtvrtiny shodující se s předčíslem v adresáři uložených mapových vrstev a PrijmeniX jsou příjmení členů skupiny bez diakritiky (bez háčeků a čárek). Správně nazvaný adresář má tedy formu např. "4152_4_1_Smutna_Pavlovsky" a v něm uložená mapová vrstva "4152_4_1_ArealySidel".

Součástí odevzdané práce je také dokumentace obsahující zhodnocení průběhu a výsledků práce.

3.2 Polygonová reprezentace kladu čtvrtin mapových listů

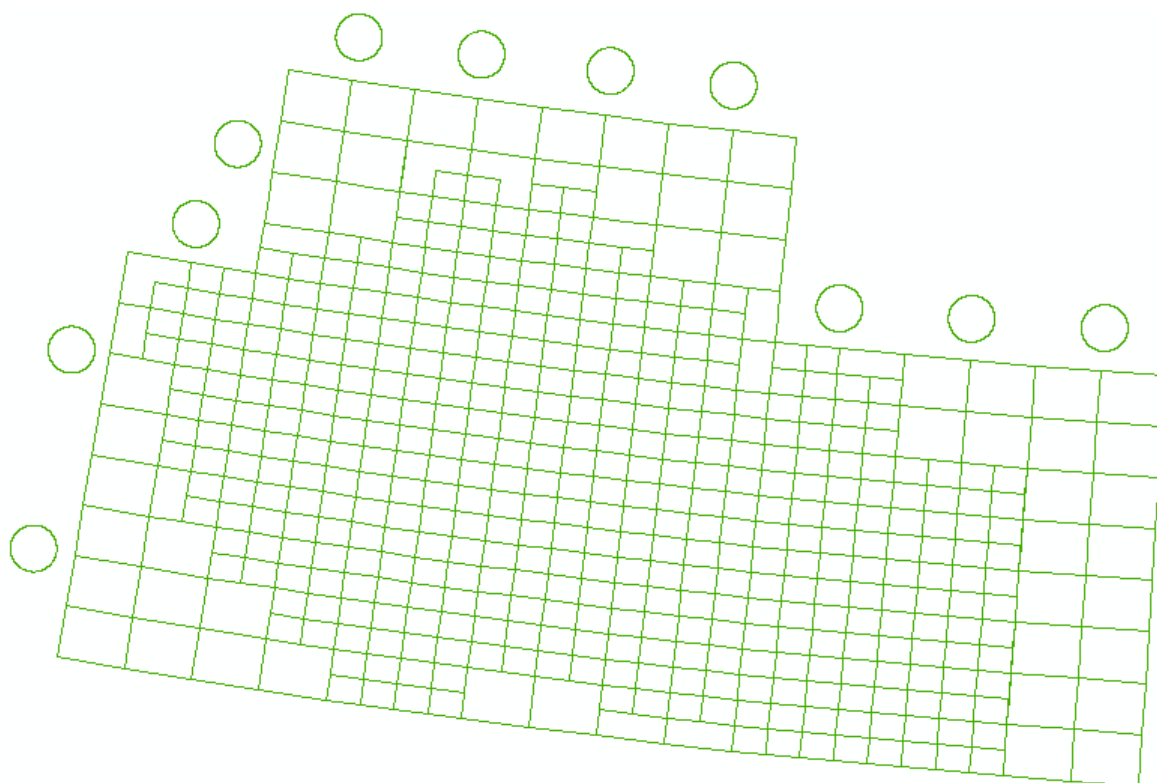
Zadáním seminárních prací z předmětu Úvod do GIS je vektorizace čtvrtiny mapového listu map třetího vojenského mapování. Jednotlivé čtvrtiny mapových listů byly do letošního roku určovány podle linií na naskenovaných rastroch. Linie, které dělí mapové listy na čtvrtiny, jsou však na rastroch špatně viditelné. Často docházelo ke vzniku nedotahů a přetahů přes zadané hranice a tyto chyby nebylo možné zkontrolovat. Nebylo možné zaručit, že vektorizace bude skutečně provedena na ploše celého zadaného území.

S návrhem propojit zvektorizovaná data do bezešvé mapy nabyly požadavek na ukončování vektorizovaných mapových prvků na průsečíku sousedních čtvrtin mapových listů na důležitosti. Jedním z dílčích zadání diplomové práce se tak stalo vytvoření polygonové mapové vrstvy kladu mapových listů třetího vojenského mapování, s jejíž pomocí bude možné tomuto požadavku dostát. Součástí projektu bylo i vytvoření množiny atributů této mapové vrstvy, do kterých mohou být ukládány informace o rozsahu vektorizace map a o kontrolách dat zpracovaných v rámci seminárních prací. Další atributy informují o průběhu tvorby bezešvé mapy.

3.2.1 Tvorba mapové vrstvy

Jako zdroj dat pro tvorbu polygonové mapové vrstvy posloužila mapová vrstva kladu mapových listů třetího vojenského mapování ve formátu programu Kokeš (*.vyk), kterou vytvořil Doc. Ing. Václav Čada, CSc. jako podklad pro transformaci rastrových mapových listů třetího vojenského mapování do souřadnicového systému S-JTSK.²

Ze zdrojové mapové vrstvy byly v programu Kokeš vyexportovány tři mapové vrstvy shapefile, z nichž byla dále využívána pouze liniová mapová vrstva „01-Prehled_kladu_III_VM_1.shp“. Tato mapová vrstva však obsahovala liniové prvky různé délky, které se v některých případech vzájemně překrývaly.



Obr. 3.8: Liniová mapová vrstva kladu map třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000 po exportu do formátu SHP „01-Prehled_kladu_III_VM_1.shp“. (Mapový podklad: [3])

² Dle informací od pana docenta Čady vykazují rastrové mapové listy, georeferencované za pomoci této mapové vrstvy (postup transformace je popsán v [2]), polohovou chybu až 120m. Ta je způsobena mimo jiné vlivem chyb v základech S-JTSK (např. stočení sítě a chybné určení zeměpisné délky Ferrského poledníku). V současné době proto dochází ke zpřesňování transformačních rovnic a k dotransformování mapových listů pomocí identických bodů.

Při vektorizaci map třetího vojenského mapování jsou v současnosti používány dříve transformované rastrové mapové listy s nižší polohovou přesností. Proto i zde uvedená mapová vrstva kladu mapových listů reprezentuje tyto méně přesné mapové listy.

Problém různé délky liniových prvků mapové vrstvy byl odstraněn v ArcMap pomocí nástroje *Split Line At Vertices*. Vznikla nová liniová mapová vrstva „02-Prehled_kladu_III_VM_1_Split.shp“ (soubory jsou součástí přiloženého CD), jejíž prvky odpovídaly stranám mapových listů map třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Správné rozdělení liniových mapových prvků v rozích reprezentovaných mapových listů bylo překontrolováno pomocí nástroje *Feature Vertices To Points*.³ Nalezené chyby byly odstraněny pomocí nástroje *Split Tool* z nástrojové lišty Editor.

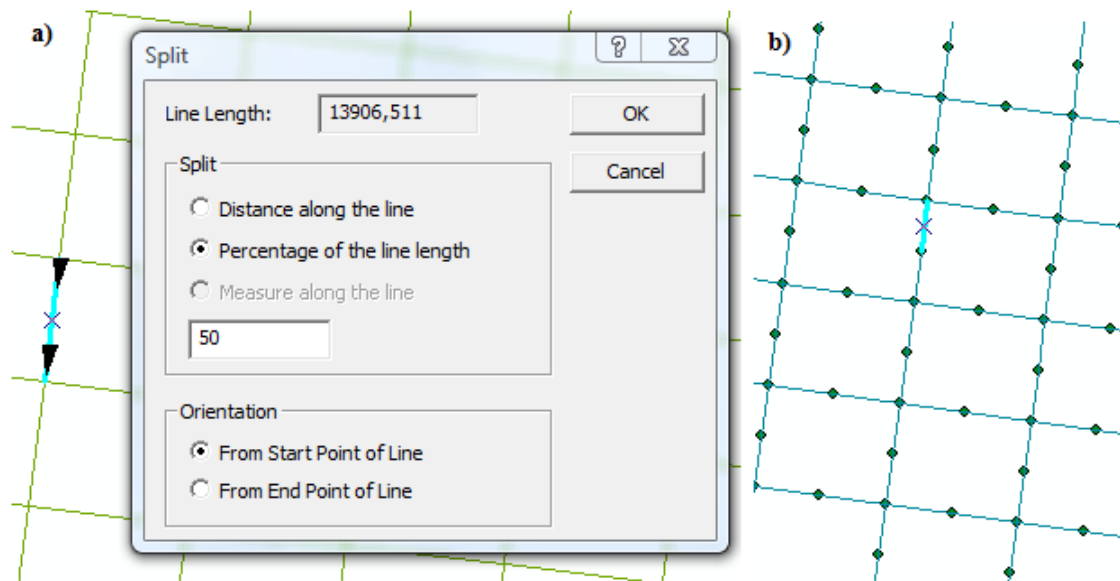
Vstupní mapová vrstva reprezentuje klad mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Pro účely práce ale byla potřeba reprezentovat čtvrtiny těchto mapových listů. Bylo tedy nutné všechny nově vzniklé liniové prvky mapové vrstvy „02-Prehled_kladu_III_VM_1_Split.shp“ rozdělit na poloviny a jimi proložit další liniové mapové prvky.

Půlení liniových mapových prvků bylo provedeno uživatelskou editací v ArcMap po jednotlivých liniích pomocí nástroje *Split / Percentage of the line length / 50%* z nástrojové lišty Editor (Obr. 3.9). Kompletní rozdělení všech liniových mapových prvků nově vzniklé mapové vrstvy „03-Ctvrceni_1.shp“ bylo opět překontrolováno výše popsaným způsobem (*Feature Vertices To Points*, kontrolní mapová vrstva „03-Kontrola2.shp“).

Dále byly odstraněny duplicitní liniové mapové prvky, které se v mapové vrstvě „03-Ctvrceni_1.shp“ vyskytovaly. Za tímto účelem byl proveden import mapové vrstvy do geodatabáze (Personal Geodatabase „Topolog_kontrola.mdb“, dataset „x04_Kontrolni_dataset“) a v ní byla provedena topologická kontrola mapové vrstvy (topologická pravidla *Must Not Have Dangles, Must Be SinglePart, Must Not Intersect Or Touch Interior*). Topologická kontrola odhalila 175 duplicitních linií, které byly následně odstraněny.

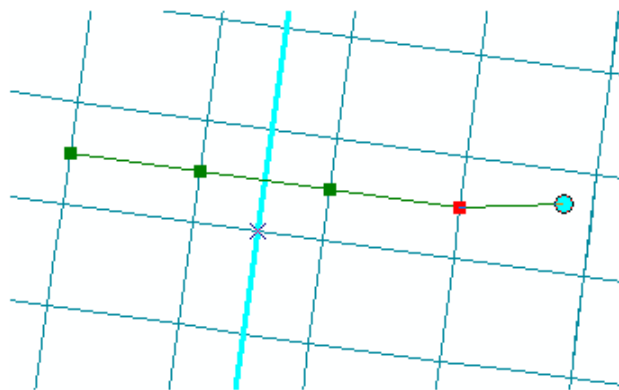
Opravená mapová vrstva byla z geodatabáze vyexportována pod názvem „05_Topo_ciste.shp“. U nové mapové vrstvy byla znovu zkontrolována úplnost rozdělení liniových mapových prvků na poloviny reprezentovaných okrajů mapových listů. (Nástroj *Feature Vertices To Points*, kontrolní mapové vrstvy „05-Kontrola3.shp“ a „05-Kontrola4.shp“. Viz Obr. 3.9.)

³ V případě bezchybného rozdělení liniových mapových prvků obsahuje kontrolní mapová vrstva množinu bodů ležících ve všech rozích mapových listů. V případě, že v místě některého z průsečíků linií zdrojové mapové vrstvy bod chybí, znamená to, že v daném místě neexistoval mezilehlý bod linie a nedošlo k jejímu rozdělení.



Obr. 3.9: Tvorba polygonové reprezentace kladu čtvrtin mapových listů.
 a) Dělení liniových mapových prvků vrstvy „02-Prehled_kladu_III_VM_1_Split.shp“
 b) Výsledná mapová vrstva „03-Ctvrceeni_1.shp“ a kontrolní bodová mapová vrstva „03-Kontrola2.shp“ potvrzující rozdělení všech linií zdrojové mapové vrstvy.

Ze zkontrolované mapové vrstvy „05_Topo_ciste.shp“ byla vytvořena kopie „06_Ctvrtiny_1.shp“, do níž byly doplněny liniové mapové prvky, které dělí původně reprezentovaný klad mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000 na čtvrtiny mapových listů (Obr. 3.10).



Obr. 3.10: Čtvrcení původní reprezentace kladu mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Propojování koncových bodů rozdělených liniových mapových prvků.

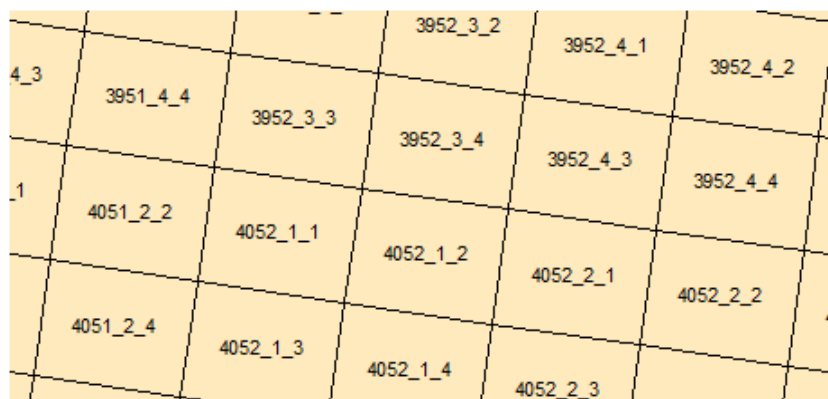
Na vytvořené liniové mapové vrstvě byla provedena topologická kontrola. (Personal Geodatabase „Topolog_kontrola.mdb“, dataset „x06_Kontrola“, topologická pravidla *Must not overlap*, *Must not have dangles*, *Must not self-overlap*, *Must not self-intersect*, *Must be single part*.)

Zkontrolovaná mapová vrstva byla vyexportována do mapové vrstvy „07_Topo_ciste_ctvrti_1.shp“, z níž byla pomocí nástroje ArcMap *Feature To Polygon* vytvořena polygonová mapová vrstva „08_Ctvrtiny_p.shp“, jejíž jednotlivé mapové prvky reprezentují čtvrtiny mapových listů třetího vojenského mapování (viz Obr. 3.13).

Následovala poslední topologická kontrola vytvořené polygonové mapové vrstvy (Personal Geodatabase „Topolog_kontrola.mdb“, dataset „x08_Ctvrtiny_p“, topologická pravidla *Must not overlap*, *Must not have gaps*) a export zkontrolované mapové vrstvy z geodatabáze do formátu SHP – vrstva „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“. Tato vrstva je již připravena pro vyplňování atributů.

3.2.2 Atributy mapové vrstvy

Mapová vrstva „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“ představuje polygonovou vektorovou reprezentaci kladu mapových listů map třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000 a jejich geometrických čtvrtin. Vznikla na základě úprav původní mapové vrstvy ve formátu programu Kokeš, která sloužila pro lokalizaci rastrových mapových listů.



Obr. 3.11: Mapová vrstva „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“. Atribut „CtvrtinaML“ uchovává nomenklaturu čtvrtin mapových listů.

Mapová vrstva slouží jako podklad pro doplnění libovolných doprovodných informací o čtvrtinách mapových listů v podobě atributů jednotlivých mapových prvků. Mimo základních atributů *Shape Leng* a *Shape Area*, které jsou automaticky generovány při importu mapových vrstev do geodatabáze, obsahuje mapová vrstva „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“ atributový sloupec *CtvrtinaML* s nomenklaturou čtvrtin mapových listů (viz níže).

Z mapové vrstvy „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“ byla odvozena mapová vrstva „10_Klad_ctvrtin.shp“. Tato mapová vrstva je kopií vrstvy „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“, do níž byly doplněny další atributy potřebné pro správu při vektorizaci mapových listů třetího vojenského mapování, kontrole vektorizovaných dat a jejich propojování do bezešvé mapy. (Seznam atributů viz Tab. 3.3 a následující text.)

Tab. 3.3: Atributy mapové vrstvy „10_Klad_ctvrtin.shp“. Podrobnější informace o vyplňovaných údajích viz následující text.

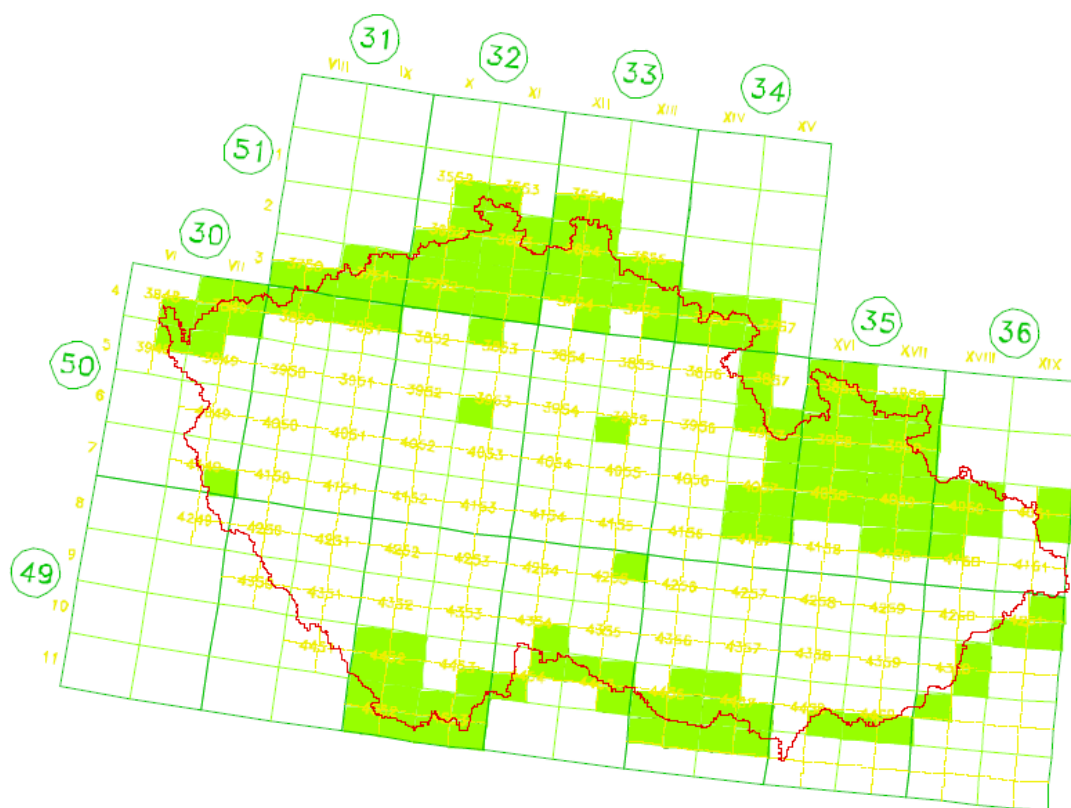
Název atributu	Typ atributu	Max. délka řetězce	Vyplňované hodnoty (omezení pro hodnoty atributů)
<i>CtvrтинаML</i>	Text	8	Nomenklatura čtvrtiny mapového listu 1:25 000 ("xxxx_y_z")
<i>ML75</i>	Text	4	Nomenklatura mapového listu (ML) 1:75 000 ("xxxx")
<i>ML25</i>	Text	1	Čtvrtina mapového listu 1:75 000 - část kladu ML 1:25 000 ("y")
<i>JeRastr</i>	Text	1	Dostupnost mapového listu v rastrové podobě ("0" / "1")
<i>Zadano</i>	Short Integer	2	Počet mapových vrstev zadaných k vektorizaci ("0" - "9")
<i>PracSkup</i>	Text	50	Jména členů pracovní skupiny (vektorizace)
<i>RokZprac</i>	Text	17	Rok vektorizace (Školní rok "05/06", max. 3 údaje oddělené ";")
<i>Dokum</i>	Text	1	Existence dokumentace k odevzdaným datům ("0" / "1")
<i>KontrObsah</i>	Text	1	Provedení kontroly obsahu dat ("0" / "1" / "2")
<i>DatumKO</i>	Text	10	Datum poslední kontroly obsahu dat
<i>KOProvedl</i>	Text	50	Jméno kontrolujícího (kontrola obsahu)
<i>KontrStTin</i>	Text	1	Provedení kontroly atributů staveb porovnáním s rastrem a tvorba TIN z mapových vrstev kót a vrstevnic ("0" / "1" / "2")
<i>DatumKST</i>	Text	10	Datum poslední kontroly staveb a tvorby TIN
<i>KSTProvedl</i>	Text	50	Jméno kontrolujícího (Kontrola staveb a tvorba TIN)
<i>KontrTopo</i>	Text	1	Provedení topologické kontroly dat ("0" / "1" / "2")
<i>DatumKT</i>	Text	10	Datum poslední topologické kontroly dat
<i>KTProvedl</i>	Text	50	Jméno kontrolujícího (topologická kontrola)
<i>Bezesva</i>	Short Integer	2	Počet mapových vrstev, které byly převedeny do bežešvé mapy ("0" - "9")
<i>DatumBezes</i>	Text	10	Datum posledního převodu dat dané čtvrtiny mapového listu do bežešvé mapy
<i>BezProvedl</i>	Text	50	Jméno uživatele, který provedl export dat do bežešvé mapy
<i>KontrBezes</i>	Text	1	Provedení kontroly dat převedených do bežešvé mapy ("0" / "1" / "2")
<i>DatumKB</i>	Text	10	Datum poslední kontroly dat převedených do bežešvé mapy
<i>KBProvedl</i>	Text	50	Jméno uživatele, který provedl kontrolu dat převedených do bežešvé mapy
<i>Arealy</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu areálů sídel
<i>Komunikace</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu komunikací
<i>Koty</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu kót
<i>Lesy</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu lesů
<i>Stavby</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu staveb
<i>VPlochy</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu vodních ploch
<i>VToky</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu vodních toků
<i>Vrstev</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu vrstevnic
<i>Zeleznice</i>	Text	100	Upřesňující informace pro vektorovou mapovou vrstvu železnic

a) Atribut *CtvrtnaML*

Atribut *CtvrtnaML* uchovává informace o nomenklatuře reprezentovaných čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Spravovaná nomenklatura je ve tvaru „xxxx_y_z“, kde „xxxx“ odpovídá nomenklatuře mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:75 000. „y“ značí čtvrtinu tohoto mapového listu a ve tvaru „xxxx/y“ tvoří nomenklaturou kladu mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Hodnota „z“ pak reprezentuje čtvrtinu mapového listu třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Čtvrtiny mapových listů „y“ a „z“ jsou číslovány po řadách od levého horního rohu mapového listu (Obr. 3.1).

Uchovávaný tvar nomenklatury „xxxx_y_z“ je nově vytvořen pro účely seminárních prací z předmětu KMA/UGI. Jeho podoba je definována za účelem možnosti jeho použití v názvech nově vytvářených vektorových mapových vrstev jak ve formátu SHP, tak i v případě jejich uložení do geodatabáze.

Atributy nomenklatury čtvrtin mapových listů byly vyplněny uživatelsky na základě lokalizovaných rastrů „Klad_Cada1“ (Obr. 3.12, zdroj: [2], str.3) a „Klad-oldmaps_geolab“ (zdroj: [6]), pouze v rozsahu území České republiky. Ostatní polygony mají v atributu *CtvrtnaML* uloženou hodnotu 0.



Obr. 3.12: Klad a označování mapových listů speciální mapy 1:75 000 a topografických sekcí 1:25 000 v S-JTSK pro Českou republiku – zdroj pro tvorbu lokalizovaného rastru „Klad_Cada1“. (zdroj: [2], str. 3)

b) Atributy *ML75* a *ML25*

Atributy *ML75* a *ML25* jsou odvozené z atributu *CtvrтинаML*. Atribut *ML75* představuje nomenklaturu mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:75 000 (speciální mapy). Atribut *ML25* reprezentuje čísla čtvrtin mapových listů 1:75 000, které slouží pro určení nomenklatury mapových listů v měřítku 1:25 000 (topografické sekce, tvar nomenklatury „*ML75 / ML25*“).

Obsah atributových sloupců byl vytvořen v ArcMap pomocí Field Calculator výrazy „*ML75 = Left([CtvrтинаML] ,4)*“ a „*ML25 = Mid([CtvrтинаML] ,6,1)*“. Atributy mohou být použity pro vykreslení kladu mapových listů v měřítku 1:75 000 a 1:25 000, případně pro odvození nových mapových vrstev.

c) Atribut *JeRastr*

Atribut *JeRastr* obsahuje informaci o dostupnosti podkladového rastru. V případě, že rastrový mapový list třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000, na němž se provádí vektorizace obsahu map, není k dispozici, obsahuje atribut hodnotu 0. V opačném případě nese atribut hodnotu 1.

d) Atribut *Zadano*

Atribut *Zadano* obsahuje informace o stavu vektorizace dané čtvrtiny mapového listu. Číselná hodnota udává počet mapových vrstev, které již byly pro danou čtvrtinu mapového listu zadány. Pokud na území čtvrtiny mapového listu nebyla doposud vektorizace zadána, obsahuje atribut hodnotu 0. Maximální hodnota počtu zadáných vrstev je v současné době 9, ale je zde možnost počet vrstev dále zvyšovat (atributový sloupec může obsahovat dvouciferná čísla).

Bližší informace o tom, které vrstvy byly zadány pro zpracování, lze získat v attributech s informacemi k jednotlivým vrstvám (viz m)).

e) Atribut *PracSkup*

Atribut *PracSkup* obsahuje informace o členech pracovní skupiny, která byla pověřena vektorizací mapových prvků dané čtvrtiny mapového listu. Uváděna mohou být jména i příjmení. Počet míst uchovávaného znakového řetězce umožňuje vyplnění více jmen i v případě, že některá ze čtvrtin mapových listů je zpracovávána více pracovními skupinami.

f) Atribut *RokZprac*

V atributu *RokZprac* jsou uchovávány informace o školním roce, v němž byla provedena vektorizace. Tato informace je důležitá při případné dodatečné kontrole dat. V každém školním roce dochází k určitým úpravám v zadání seminárních prací, a tedy ke změnám ve způsobu vektorizace. Dle roku zpracování lze pak usuzovat na možné odlišnosti, na něž je nutné se při kontrole zpracovaných dat zaměřit. (U starších

vektorových dat je nutné doplnit některé prvky – především v mapové vrstvě staveb a komunikací, případně provést důkladnější kontrolu výškopisu.)

Školní rok je zadáván ve formátu posledních dvojčíslí kalendářních roků oddělených lomítkem („08/09“). V případě, že vektorizace jedné čtvrtiny mapového listu probíhala ve více školních rocích, je možné tímto způsobem vyplnit maximálně tři školní roky oddělené čárkou.

g) Atribut *Dokum*

Atribut *Dokum* je první z atributů, který se zabývá přímo vlastnostmi zpracovávaných vektorových dat. Vyplňuje se po odevzdání hotové seminární práce a informuje o tom, zda je k dané práci dostupná dokumentace. (0 – dokumentace není dostupná / 1 – dokumentace je dostupná)

Dokumentace obsahuje odhad počtu hodin, které studenti strávili vektorizací (od hodnoty se dá usuzovat na přesnost kartografického obsahu mapových vrstev) a dále seznam problémů, s nimiž se studenti při vektorizaci setkali. Lze tak získat další informace o případných chybách, nebo vlastnostech mapových vrstev, na které je třeba se při kontrole zaměřit. (V některých případech se studenti při vektorizaci setkají s mapovým prvkem, který není v zadání seminárních prací definován, a vytvoří pro něj nový typ povinných atributů, jindy lze nalézt zajímavé podněty, které mohou posloužit pro další zpřesnění nebo úpravu zadání.)

h) Atributy *KontrObsah*, *DatumKO*, *KOProvedl*

Atribut *KontrObsah* odkazuje na kontrolní skript kontroly obsahu mapových vrstev („01-Kontrola a uložení do GDB“).

Pokud kontrola vektorových vrstev dané čtvrtiny mapového listu doposud neproběhla, obsahuje atribut hodnotu 0. Pokud kontrola proběhla, ale některá z vektorových vrstev obsahuje chyby, je hodnota atributu změněna na 1. Hodnotu 2 pak v tomto atributu nesou jen ty čtvrtiny mapových listů, jejichž vektorové mapové vrstvy jsou z hlediska prvního kontrolního skriptu bezchybné, a které byly uloženy do geodatabáze. (Podrobnosti o chybách vektorových vrstev je možné zapsat do atributových sloupců vlastností jednotlivých vrstev – viz m.)

Atributy *DatumKO* a *KOProvedl* obsahují doplňkové informace – datum, kdy byla provedena poslední kontrola mapových vrstev a jméno uživatele, který za provedenou kontrolu ručí.

i) Atributy *KontrStTin*, *DatumKST*, *KSTProvedl*

Metodika vyplňování atributů *KontrStTin*, *DatumKST*, *KSTProvedl* je shodná jako u předchozí trojice atributů. Vyplňované informace se vztahují ke druhému kontrolnímu skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“, v němž jsou na základě porovnání s rastrovým mapovým listem třetího vojenského mapování kontrolovány atributy mapové vrstvy staveb a následně je vytvořen TIN z mapových vrstev kót a vrstevnic.

Stejně jako v předchozím případě jsou zjištěné chyby ve vektorových mapových vrstvách zapisovány do atributů vlastností jednotlivých vrstev.

j) Atributy *KontrTopo, DatumKT, KTProvedl*

I v případě třetího kontrolního skriptu je postup vyplňování atributů *KontrTopo, DatumKT* a *KTProvedl* shodný s postupem vyplňování atributů předchozích kontrol. Atributy jsou určeny k dokumentaci průběhu kontroly odevzdaných vektorových vrstev pomocí skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“.

Prostor pro bližší informace o nalezených chybách lze znovu najít v attributech vlastností jednotlivých mapových vrstev.

k) Atributy *Bezesva, DatumBezes, BezProvedl*

Atribut *Bezesva* neuchovává informace o bezchybnosti vektorových vrstev, jak tomu bylo v předchozích třech případech. Spravovaná hodnota určuje počet vektorových mapových vrstev dané čtvrtiny mapového listu, které již byly začleněny do výsledné bezešvé mapy. (Hodnoty 0 – 9 s možností vyplňování dvouciferných hodnot.) Bližší informace o převodu mapových vrstev do bezešvé mapy je možné znovu zadat do atributů s informacemi k jednotlivým vrstvám.

Atributy *DatumBezes* a *BezProvedl* nesou datum posledního převodu dat do bezešvé mapy a jméno uživatele, který převod dat provedl.

l) Atributy *KontrBezes, DatumKB, KBProvedl*

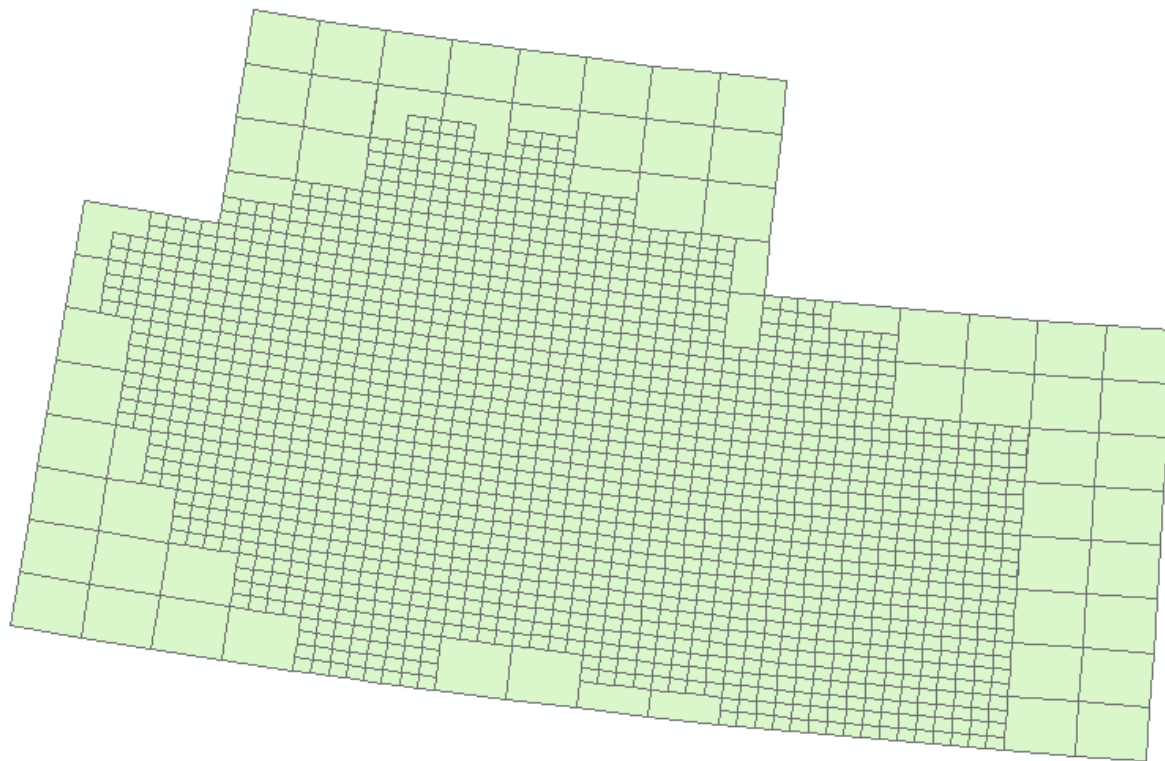
Uvedené atributy schraňují informace o kontrole vektorových dat začleněných do bezešvé mapy. Při propojování čtvrtin mapových listů do bezešvé mapy může dojít ke vzniku chyb ať už v návaznosti kresby nebo v rámci topologických pravidel. Všechny tyto chyby je třeba podchytit a opravit.

Stejně jako v předchozích případech nese první atribut číselnou hodnotu, která zobrazuje postup ve zpracování chyb (0 – kontrola neprovedena, 1 – v mapě se vyskytují chyby, 2 – mapa byla překontrolována a chyby odstraněny), zbylé dva atributy informují o osobě kontrolujícího a datu poslední kontroly dat.

m) Atributy vlastností mapových vrstev

Posledních devět atributových sloupců mapové vrstvy „10_Klad_ctvrtin.shp“ (*Arealy, Komunikace, Koty, Lesy, Stavby, VPlochy, VToky, Vrstev, Zeleznice*) obsahuje bližší informace o jednotlivých vektorových mapových vrstvách. Atributy slouží pro vyplňování informací o probíhajících kontrolách (poznámky o výskytu chyb, rozdělení příslušnosti mapových vrstev k autorům v případě, že jednu čtvrtinu mapového listu zpracovávalo více pracovních skupin), o úrovni vektorizace (vektorizace pouze části mapových vrstev znevýhodněnou pracovní skupinou), nebo o převodu dat do bezešvé mapy.

Do atributů je někdy nutné zapsat rozsáhlejší informace, z toho důvodu byla dvojnásobně zvýšena délka textového řetězce, který je možné do atributu uložit (maximálně 100 znaků).



Obr. 3.13: Polygonová mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000.

3.2.3 Mapová vrstva „Klad_ctvrtin_ML_III_VM.shp“

Mapová vrstva „10_Klad_ctvrtin.shp“ obsahuje atributové sloupce pro vyplňování údajů o spravovaných mapových vrstvách. Protože je nutné ji zachovat nevyplněnou pro případné další úpravy jejích vlastností, je pro vyplňování informací o práci s odevzdávanými daty určena kopie této vrstvy, mapová vrstva „Klad_ctvrtin_ML_III_VM.shp“.

V současné době je mapová vrstva používána pouze pro tvorbu polygonových mapových vrstev zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS (viz kapitola 5.1). Atributy mapové vrstvy jsou připraveny pro budoucí využití při správě odevzdávaných dat, v současnosti nejsou cvičícími předmětu Úvod do GIS využívány.

Informace budou do atributů mapové vrstvy zaznamenávány uživatelem v průběhu zadávání seminárních prací, kontrol odevzdaných dat a při další práci s těmito daty. Pokud není uvedeno jinak (viz Tab. 3.3), záleží podoba vyplňovaných informací na uživateli.

4. Vlastnosti open source a komerčních GIS aplikací

Seminární práce z předmětu Úvod do GIS mají pevně danou strukturu podmínek a parametrů, které studenti musí splnit. Vektorizace probíhá dle jednotných pravidel, jednotné jsou parametry nastavení mapových vrstev, jejichž naplnění vektorovými daty je cílem seminární práce. Zadání se od sebe liší pouze územím, které je každé z pracovních skupin přiděleno ke zvektorizování.

Kontrola odevzdávaných prací je proto množinou stále opakovaných postupů dílčích kontrol – postupů vhodných pro zavedení automatizovaných procesů.

Kontrola doposud probíhala pouze uživatelsky. Cvičící kontrolovali nejdůležitější vlastnosti mapových vrstev, podrobné zhodnocení odevzdávaných prací (správné vyplnění všech atributů mapových vrstev, dodržení předepsaných topologických pravidel na celém zpracovávaném území, apod.) však není při velkém objemu zpracovávaných dat a omezeném čase pro udělování zápočtů v lidských možnostech. Částečná automatizace kontrol je proto vhodným řešením.

Zadáním diplomové práce bylo vytvořit kontrolní skripty a řešení tvorby bezešvé databáze pro systém ArcGIS. V této kapitole nastíním schopnosti této komerční aplikace. Pro srovnání uvedu také schopnosti vybraných open source produktů, které se stávají stále častěji využívanou alternativou komerčních systémů.

Hlavními porovnávanými parametry bude možnost práce s vektorovými a rastrovými daty, provádění analýz nad vektorovými a rastrovými daty, možnost správy dat v databázích, podpora topologií (topologická kontrola dat) a možnost automatizace často opakovaných postupů.

4.1 ArcGIS

Komerční geografický informační systém ArcGIS společnosti ESRI umožňuje práci s vektorovými i rastrovými daty. Aplikace podporuje velké množství datových formátů, v oblasti vektorových dat především datový formát shapefile. Ten byl vyvinut společností ESRI pro potřeby jejích aplikací, postupem času se z něj stal výměnný formát podporovaný většinou geografických informačních systémů.

Systém ArcGIS disponuje velkým množstvím nástrojů pro provádění analýz nad vektorovými i rastrovými daty. Nástroje jsou spravovány vestavěnou aplikací ArcToolbox a jsou doplněny podrobně zpracovanou nápovědou, která je součástí systému. Další informace včetně uživatelských konferencí a návodů v podobě e-learningu lze nalézt na internetových stránkách výrobce (www.esri.com).

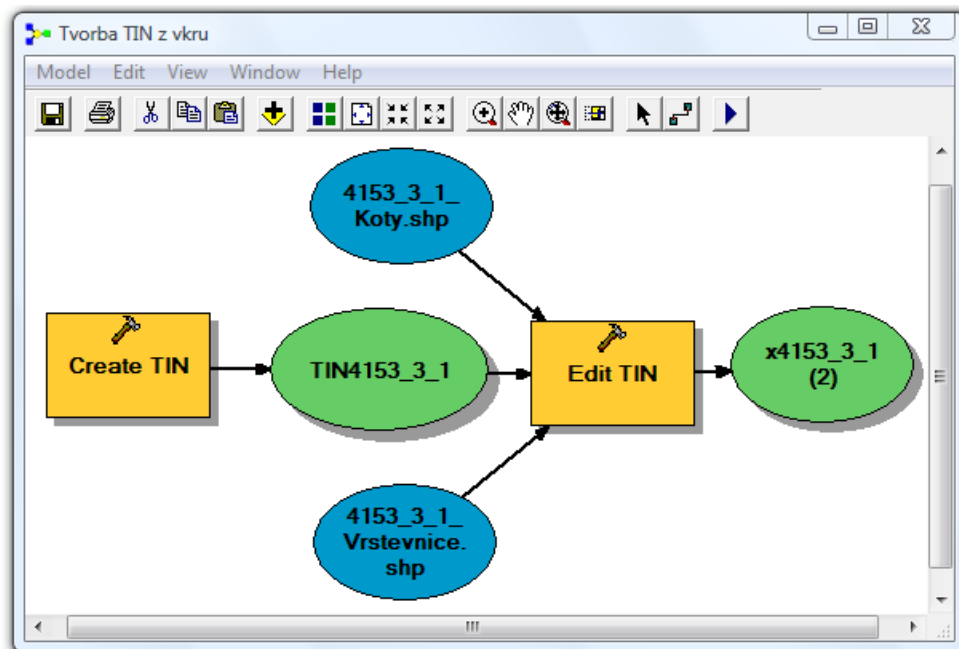
Pro databázové uložení dat se nabízí několik možností. Přímo v ArcCatalog lze založit a spravovat geodatabáze „Personal Geodatabase“ a „File Geodatabase“. Pomocí nadstavby

ArcSDE lze systém ArcGIS propojit s databázovými systémy (např. Oracle, Microsoft SQL Server apod.).

ArcGIS podporuje topologické zpracování dat. V geodatabázích lze založit topologické mapové vrstvy, pomocí kterých lze spravovat topologická pravidla pro vzájemné vztahy mapových prvků. Nalezené topologické chyby lze v ArcMap odstraňovat pomocí nástrojů z nástrojové lišty „Topology“.

Práce v systému ArcGIS je usnadněna propracovaným grafickým uživatelským rozhraním. Lze však také využít ovládání aplikace z příkazové řádky.

Často opakované postupy lze v ArcGIS zautomatizovat vytvořením skriptů v programovacích jazycích Python, Java nebo VBA. Jednodušší postupy, spočívající v aplikaci sledu nástrojů ArcToolbox na vstupní data, lze sestavit v grafickém prostředí ModelBuilder (viz Obr. 4.1).



Obr. 4.1: ModelBuilder. Automatizace postupu tvorby TIN z vektorových mapových vrstev kót a vrstevnic.

4.2 GRASS

Geografický informační systém GRASS začal vznikat před více než dvaceti lety v laboratořích americké armády. Poté, co byl na počátku devadesátých let uvolněn pro veřejné použití, začal být volně šířen jako open source aplikace pod licencí GNU/GPL. [5]

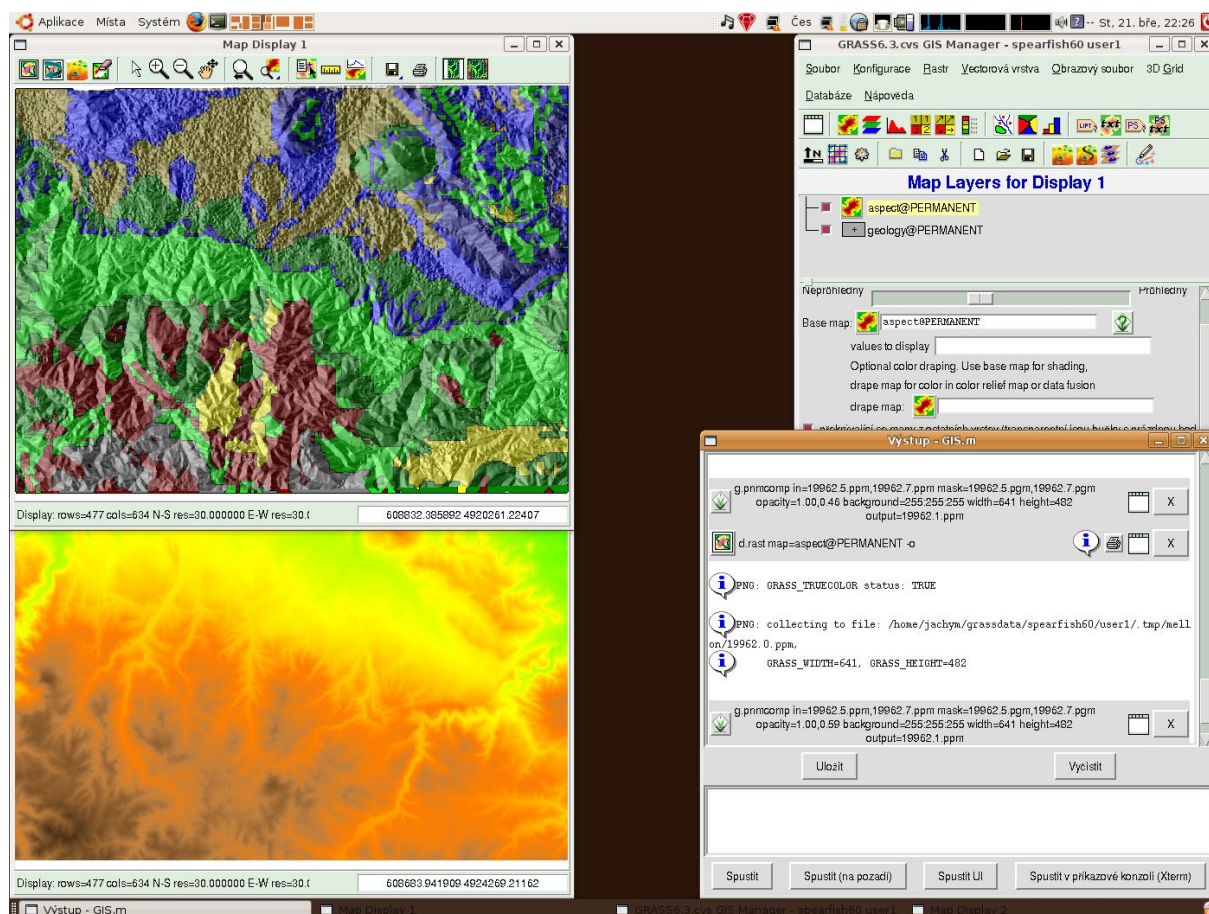
Jedná se o modulární geografický informační systém, který umožňuje práci s vektorovými a rastrovými daty ve 2D i ve 3D. S více než 350 moduly je nejrozsáhlejší open source GIS aplikací. [24]

System GRASS podporuje velké množství vektorových a rastrových datových formátů. Databázové uložení dat je možné v databázovém systému PostgreSQL za pomoci PostGIS (viz níže), atributy mohou být spravovány také v databázích Oracle, MySQL apod.

Původně byl GIS GRASS zaměřen převážně na analýzu nad rastrovými daty. To se však dnes již změnilo – v rámci modulů je k dispozici mnoho analytických nástrojů pro práci s rastrovými i vektorovými daty. System provádí síťové analýzy a spravuje topologii mapových vrstev - k dispozici je dvanáct základních nástrojů pro odstraňování topologických chyb.

Přestože má GRASS vyvinuté grafické uživatelské rozhraní, stále je spíše preferováno zadávání příkazů pomocí příkazové řádky. K dispozici je vestavěná nápověda systému, další informace je možné získat na internetu.

Ovládání aplikace z příkazové řádky nutí uživatele k tvorbě skriptů (CGI, PERL, UNIX-Shell, C apod.), které zautomatizují často se opakující postupy.



Obr. 4.2: Grafické uživatelské rozhraní GIS GRASS. (Zdroj: [5])

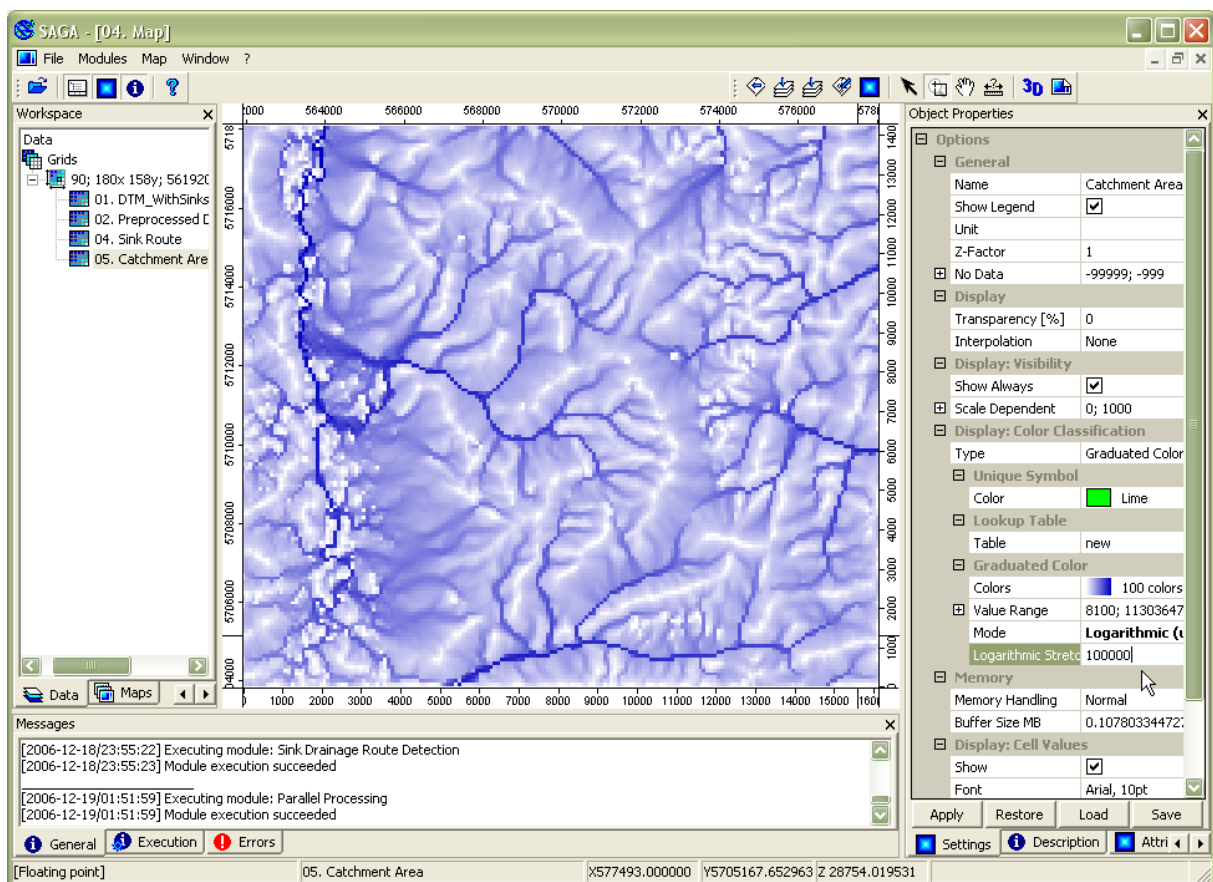
4.3 SAGA

Open source GIS SAGA je v porovnání s aplikací GRASS vyvíjen poměrně krátkou dobu (jeho vývoj započal v roce 2001). Jde o modulární software primárně určený

pro provádění analýz (především hydrologické analýzy) nad rastrovými daty. Jeho podpora vektorových datových formátů je omezená na datový formát shapefile.

Množství analytických nástrojů pro práci s rastry je dle dokumentace [14] větší než v Spatial analyst, rozšiřující aplikaci systému ArcGIS. Nástroje pro práci s vektorovými daty jsou naopak velmi omezené (možnost tvorby a editace vektorových dat, práce s atributovými tabulkami, převod vektorových dat do rastrové podoby, tvorba vrstevnic z rastrového DMR apod.)

GIS SAGA pracuje také s databázově spravovanými informacemi v podobě atributových tabulek. Ty uchovává ve formátu DBase. Informace z databázově uložených atributových tabulek mohou být propojeny (joining).



Obr. 4.3: Grafické uživatelské rozhraní GIS SAGA. (Zdroj: [15])

Systém SAGA od svého vzniku disponuje grafickým uživatelským rozhraním, které se svojí strukturou podobá uživatelskému rozhraní systému ArcGIS a je preferováno před ovládáním aplikace z příkazové řádky. Ovládání aplikace z příkazové řádky je také umožněno, pomocí rozhraní SAGA Command Line Interpreter. Automatizace postupů je možná vytvářením skriptů Python přes rozhraní SAGA Python interface.

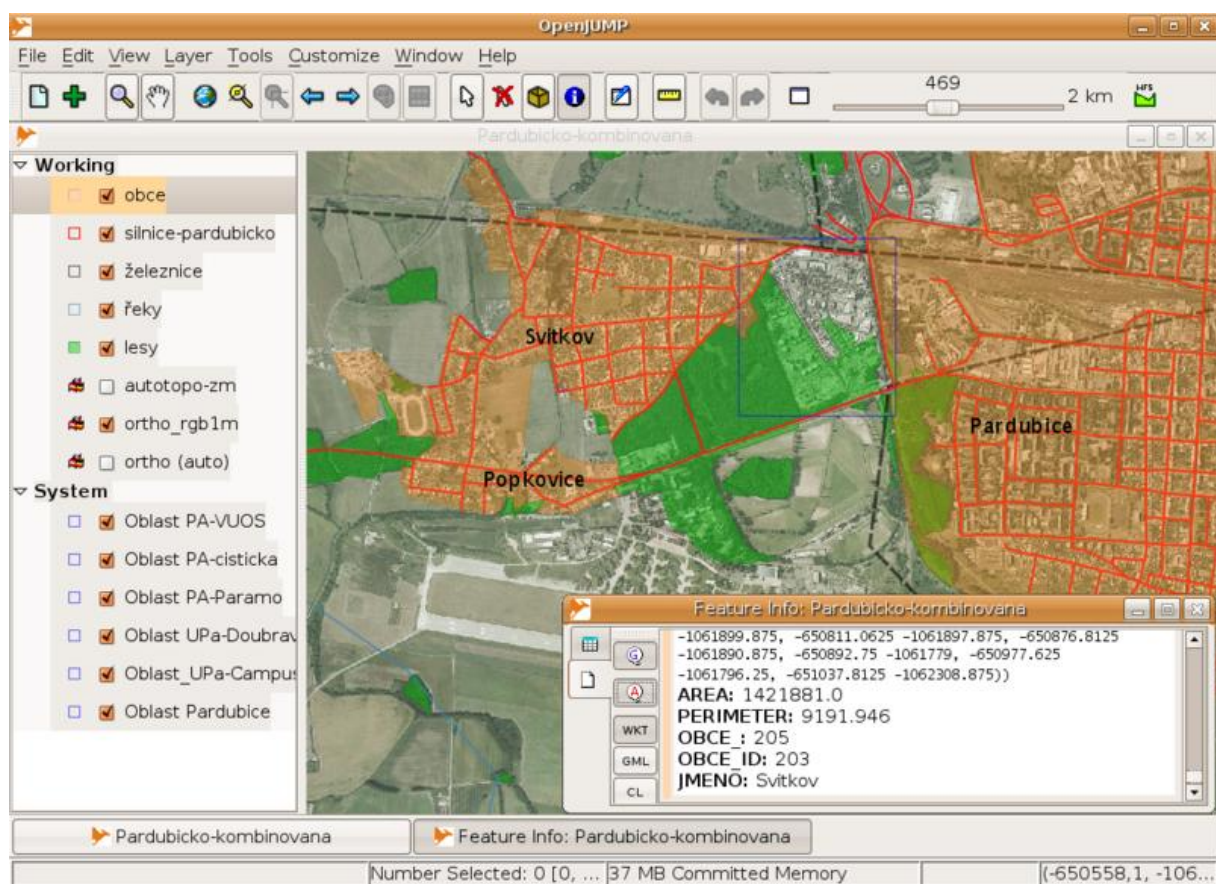
Protože jde o poměrně nový geografický informační systém, je vyvíjen podstatně menší skupinou vývojářů, než je tomu v případě GIS GRASS. Tomu odpovídá i v porovnání s GIS GRASS podstatně menší rozsah uživatelské podpory (uživatelská příručka, nápověda).

4.4 OpenJUMP

V předchozí kapitole představený GIS SAGA byl zaměřen především na práci s rastrovými daty. V případě aplikace OpenJUMP jde o opačný případ. Geografický informační systém OpenJUMP je zaměřen na práci s vektorovými daty. Rastrová data leží mimo hlavní směr vývoje – systém je umí pouze zobrazovat.

Po prozkoumání dostupné dokumentace k aplikaci jsem nabyl dojmu, že vývoj této aplikace je prozatím z dosud popsaných aplikací na nejnižší úrovni.

Práce s rastry se omezuje pouze na jejich načtení a případnou lokalizaci. Aplikace přímo podporuje pouze čtyři vektorové datové formáty (především vlastní datový formát JUMP GML založený na technologii XML). Ostatní datové formáty je nutné konvertovat do formátu shapefile.



Obr. 4.4: OpenJUMP, grafické uživatelské rozhraní. (Zdroj: [27])

Analytické funkce nad vektorovými daty se omezují pouze na základní množinu operací (editace kresby a atributů, polohové a atributové dotazy, funkce průnik apod.; podrobnější rozbor viz [8]). Aplikace postrádá jakékoliv pokročilé analytické nástroje po vzoru ArcGIS nebo GRASS. Lze ji používat spíše jako nástroj pro pokročilejší zobrazování dat a jednoduché analýzy na úrovni atributových a prostorových dotazů.

Slibnými předpoklady pro další vývoj systému OpenJUMP jsou propracované grafické uživatelské prostředí (viz *Obr. 4.4*) a podpora práce s databázově uloženými daty (databázové systémy PostgreSQL/PostGIS, MySQL; získávání dat z ArcSDE a Oracle). V nástroji BeanShell lze vytvářet automatizační skripty založené na programovacím jazyce Java.

Nevýhodou aplikace OpenJUMP je nedostatečně propracovaná nápověda. Na internetových stránkách projektu (<http://openjump.org>) je k dispozici rozpracovaná uživatelská dokumentace (mnohé kapitoly nejsou v současné době vyplněny). Na stejném místě uvedená dokumentace pro vývojáře je pro pochopení základních vlastností aplikace příliš složitá.

4.5 PostGIS

PostGIS není samostatným geografickým informačním systémem. Jedná se „... o rozšíření pro objektově-relační databázový systém PostgreSQL umožňující uložení geoprostorových objektů“ (Zdroj [12]).

PostGIS je ovládán pomocí dotazovacího jazyka SQL, případně jsou volány některé jeho vestavěné funkce. Nemá své uživatelské rozhraní, je spíše prostředníkem mezi databázovým systémem a open source GIS technologiemi (např. GRASS, uDig, QGIS, OpenJUMP apod.).

Databázové uložení rastrových dat v PostgreSQL je možné, samotný PostGIS ale pracuje pouze s vektorovými daty. V databázi si vytváří vlastní strukturu prostorových informací, které je schopen zpracovávat pomocí příkazů SQL. K dispozici jsou také funkce pro import dat různých datových formátů do databáze a jejich opětovný export (např. pro shapefile jsou k dispozici funkce „shp2pgsql“, „pgsql2shp“ a „ogr2ogr“).

Analytické funkce a další nástroje jsou velmi omezené. Jedná se především o transformace uložených vektorových dat, atributové a polohové dotazy. Množina dostupných funkcí se však stále rozrůstá a je také možné vytvářet vlastní funkce (programovací jazyky C, Java, Python a další).

Nástroje pro tvorbu a validaci topologie a nástroje pro topologickou úpravu dat jsou v současné době ve fázi vývoje. K dispozici je jejich základní testovací verze.

4.6 Shrnutí

V této kapitole bylo popsáno pět různých GIS řešení. Open source aplikace se dle předpokladů množstvím implementovaných analytických nástrojů nemohou rovnat komerčním aplikacím typu ArcGIS. Jejich výhodou naopak je možnost jejich bezplatného užívání. Díky otevřenému formátu lze tyto aplikace dále vyvíjet a upravovat dle vlastních potřeb. (Shrnutí popsanych vlastností viz *Tab. 4.1.*)

S rostoucím množstvím analytických nástrojů pro vektorová data se především systém GRASS stává výrazným konkurentem komerčních GIS aplikací. Většina GIS aplikací dnes podporuje databázové ukládání dat, a tak se rozdíly mezi open source a komerčními aplikacemi dále stírá.

Výběr konkrétní GIS aplikace závisí především na zadání projektu. Každá z aplikací má své specifické vlastnosti a záleží na uvážení autorů projektu, jaké řešení zvolí.

Tab. 4.1: Komerční a open source GIS – shrnutí základních vlastností aplikací.

Komerční a open source GIS - základní vlastnosti					
GIS aplikace	ArcGIS	GRASS	SAGA	OpenJUMP	PostGIS
Podpora vektorových datových formátů	■	■	□	■	■
Podpora rastrových datových formátů	■	■	■	□	-
Analytické funkce nad vektorovými daty	■	■	□	□	□
Analytické funkce nad rastrovými daty	■	■	■	-	-
Podpora topologií	■	■	-	-	□
Možnost databázového uložení dat	■	■	□	■	■
Možnost automatizace procesů	■	■	■	■	■
Ovládání pomocí grafického uživatelského rozhraní (GUI)	■	□	■	■	-

Vysvětlení značek:

- "■" Plná podpora hodnoceného jevu
- "□" Částečná podpora hodnoceného jevu
- "-" Hodnocený jev není podporován

5. Skripty kontroly vektorových dat

Na základě předchozího rozboru dostupného programového vybavení byl pro zpracování nástrojů kontroly a dalších úprav dat seminárních prací z předmětu Úvod do GIS zvolen geografický systém ArcGIS. Pro kontroly a úpravu dat byly vytvořeny skripty v programovacím jazyce Python.

Praktická část diplomové práce se, mimo již dříve popsané mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování (viz kapitola 3.2), skládá z osmi na sobě nezávislých skriptů. Pět skriptů slouží ke kontrolám seminárních prací, dva k vzájemnému napojování mapových prvků sousedních čtvrtin mapových listů a poslední skript je určen pro generování polygonových mapových vrstev zadání seminárních prací.

Skripty jsou spouštěny v geografickém systému ArcGIS z okna vestavěné aplikace ArcToolbox, v níž byla vygenerována grafická uživatelská rozhraní pro zadání vstupních parametrů skriptů. Další komunikace s uživatelem se uskutečňuje v dialogovém okně skriptu.

5.1 Skript „00-Tvorba polygonů zadání UGI“

První ze skriptů odkazuje na již dříve popsanou polygonovou mapovou vrstvu kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000 (viz kapitola 3.2).

Vstupními daty skriptu je podmnožina zmíněné mapové vrstvy – mapová vrstva shapefile obsahující množinu polygonů čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování, jejichž vektorizace má být studentům zadána.

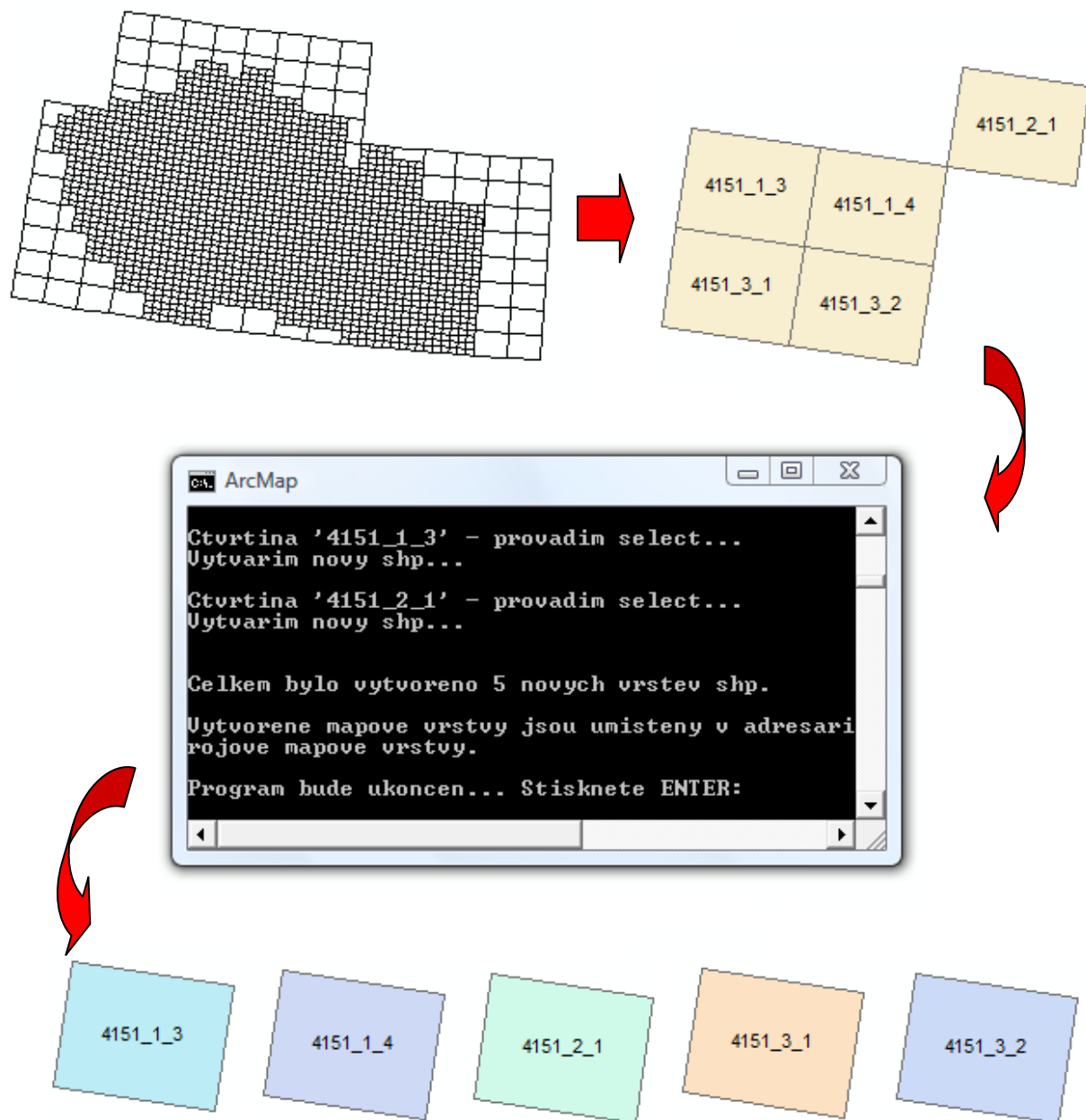
Skript prochází atributovou tabulkou vstupní mapové vrstvy a pro každý z mapových prvků vytváří v nově založeném adresáři „Zadani_UGI“ novou mapovou vrstvu shapefile. Adresář „Zadani_UGI“ je skriptem automaticky zakládán v adresáři, v němž je uložena vstupní mapová vrstva. Existoval-li tento adresář před spuštěním skriptu, nabízí skript uživateli možnost jeho přemazání. Při zamítavé odpovědi uživatele je skript ukončen.

Názvy nově vytvářených mapových vrstev („Zadani_XXXX_y_z.shp“) vycházejí z nomenklatury čtvrtin mapových listů, které reprezentují. Nomenklatura je do názvu mapových vrstev přebírána z atributového sloupce *CtvrtnaML* vstupní mapové vrstvy. Neexistuje-li tento atributový sloupec ve zdrojové mapové vrstvě, skript vyhláší chybu a je předčasně ukončen. V případě, kdy je součástí zdrojové mapové vrstvy polygon, který leží mimo území České republiky (atribut *CtvrtnaML* „0“, viz kapitola 3.2.2, a), není pro něj mapová vrstva zadání seminární práce vytvářena a uživatel je informován na obrazovce poznámkou v dialogovém okně skriptu.

Mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování má na území České republiky více než 1500 mapových prvků. Z toho důvodu není možné provést kompletní export uchovávaných dat ve formě mapových vrstev reprezentujících jednotlivé čtvrtiny mapových listů. Skript je omezen tak, aby byl ukončen v případě, že celkový počet

mapových prvků ve zdrojové mapové vrstvě je vyšší než 100. Vezmeme-li v úvahu, že pro každý z mapových prvků vstupní mapové vrstvy je vytvářena vlastní mapová vrstva shapefile, již i v tomto počtu se jedná o dosti velkou a nepřehlednou množinu dat.

Při spuštění s kompletní mapovou vrstvou čtvrtin mapových listů program vyhlásoval chybu pro přílišné množství vstupních dat.



Obr. 5.1: Postup tvorby mapových vrstev zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS pomocí skriptu „00-Tvorba polygonu zadání UGI“. (Tvorba mapové vrstvy s podmnožinou mapových prvků kladu čtvrtin mapových listů je prováděna uživatelem.)

5.1.1 Shrnutí

Vstupní parametry: Mapová vrstva shapefile – neúplná mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000 (maximální počet 100 polygonů).

Výstup: Soubor mapových vrstev shapefile v adresáři „Zadani_UGI“. Každá mapová vrstva obsahuje jeden polygon reprezentující konkrétní čtvrtinu mapového listu třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000. Název mapové vrstvy (tvar „Zadani_xxxx_y_z.shp“) je odvozen od nomenklatury čtvrtiny mapového listu (atribut *CtvrtnaML*).

Omezení: Maximální počet polygonů obsažených ve vstupní vrstvě – 100.

Existuje-li v adresáři vstupní mapové vrstvy adresář „Zadani_UGI“ před spuštěním skriptu, je na přání uživatele přemazán, nebo dojde k ukončení skriptu.

Neexistující atributový sloupec *CtvrtnaML* zdrojové mapové vrstvy vede k vyhlášení chyby a k ukončení skriptu.

Polygony s atributem *CtvrtnaML* „0“ (oblast mimo území ČR) nejsou exportovány.

5.2 Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“

Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“ se skládá ze dvou základních částí – z části kontrolní a z části ukládání dat do geodatabáze.

Ve své kontrolní části skript provádí kontrolu nastavení parametrů mapových vrstev, kontrolu dodržení názvových konvencí mapových vrstev a jejich atributů a kontrolu správného vyplnění atributů mapových vrstev.

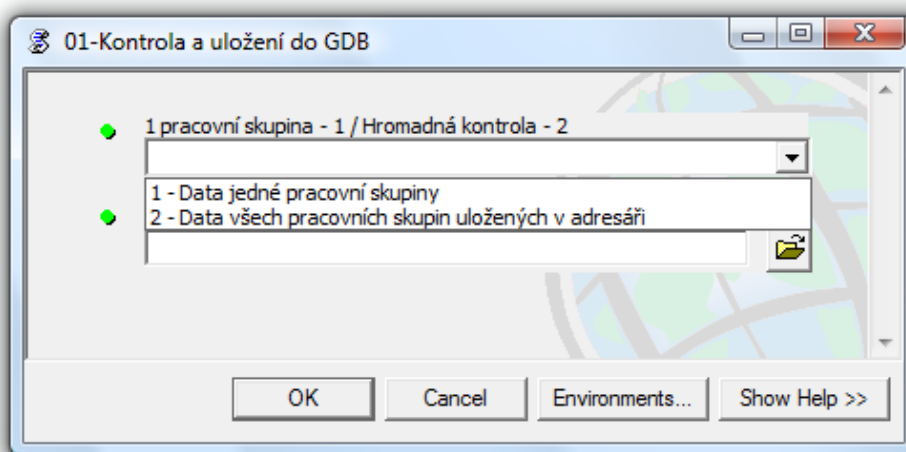
Druhá část skriptu zajišťuje uložení zkontrolovaných dat do geodatabáze (Personal Geodatabase). Uživatel má možnost automatického založení nové geodatabáze, nebo doplnění dat do libovolné již existující Personal Geodatabase. K ukládání dat do geodatabáze dochází pouze tehdy, jsou-li všechny kontrolované mapové vrstvy shledány bezchybnými.

Informace o průběhu kontrol a ukládání dat do geodatabáze jsou po celou dobu běhu skriptu vypisovány do dialogového okna. Současně jsou zobrazené informace ukládány do textových souborů, jejichž názvy jsou generovány tak, aby umožňovaly archivaci kontrolních výpisů. (Součástí názvu textového souboru je dvojčíslí rostoucí číselné řady. Číslo je při založení souboru určeno na základě prohlídky cílového adresáře a nalezení souboru shodného názvu s nejvyšším koncovým dvojčíslem.)

5.2.1 Možnost hromadných kontrol a ukládání

Kontrolu i uložení dat do geodatabáze je možné provést ve dvou módech. Můžou být zpracována data pouze jedné pracovní skupiny studentů (data jedné čtvrtiny mapového listu třetího vojenského mapování), nebo může být zvoleno hromadné zpracování, kdy jsou kontroly i případné uložení dat do geodatabáze provedeny pro data více pracovních skupin zároveň.

Mód, v němž bude skript spuštěn, je prvním z parametrů, které uživatel zadává po spuštění skriptu (viz *Obr. 5.2*). Druhým parametrem je adresářová cesta uložených dat. Její cíl se liší dle toho, který z módů skriptu uživatel zvolil.



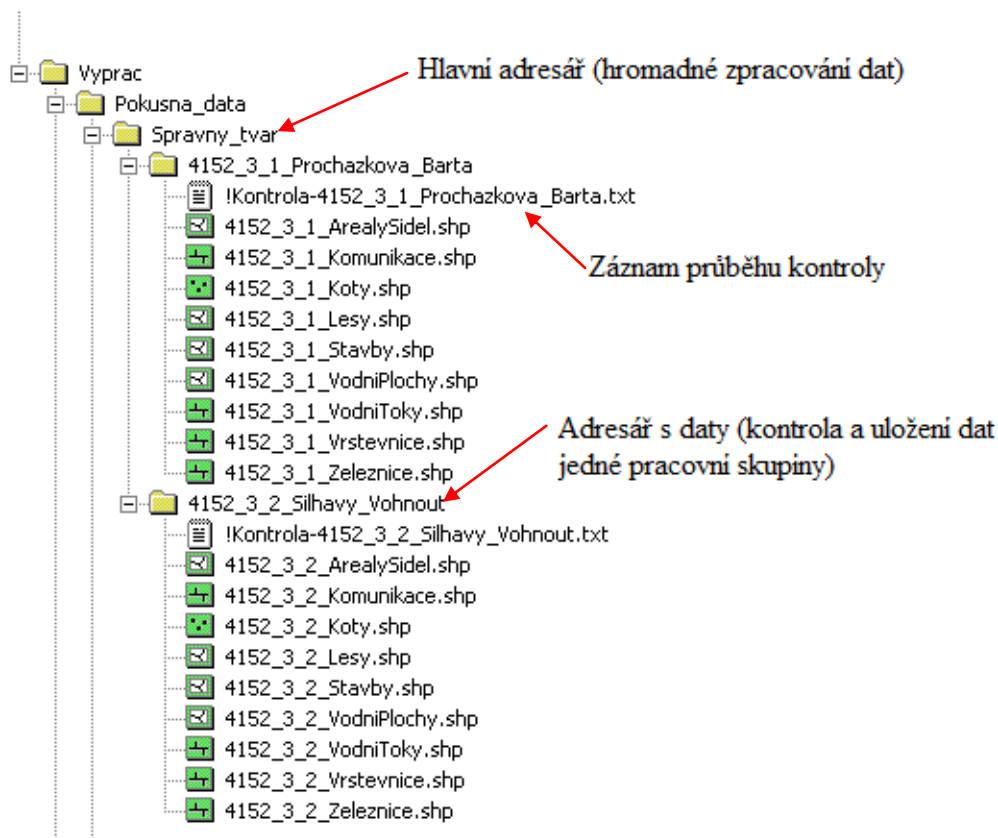
Obr. 5.2: Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“ – volba vstupních parametrů

Při volbě módu kontroly a uložení dat jedné pracovní skupiny je ve druhém vstupním parametru skriptu zadávána cesta adresáře, který obsahuje odevzdávaná data (adresář s předepsanou strukturou názvu „xxxx_y_z_Prijmeni1_Prijmeni2“, v němž jsou uložena vektorová data, viz *Obr. 5.3*).

Při volbě hromadné kontroly a uložení dat je nutné zadat cestu adresáře nadřazeného adresářům, v nichž jsou uložena vektorová data (dále „hlavní adresář“, viz *Obr. 5.3*).

Kontrola dat i jejich uložení probíhá v obou módech shodně. Při hromadné kontrole a ukládání dat je postup opakován pro všechny adresáře uložené v hlavním adresáři, z toho důvodu nesmí být v hlavním adresáři uloženy jiné adresáře než ty, které obsahují kontrolovaná data. (Nalezení nevyhovujícího adresáře je považováno za chybu neumožňující uložení dat do geodatabáze – viz níže.)

Chybné zadání adresářové cesty (volba kontroly a uložení dat jedné pracovní skupiny a zadání adresářové cesty hlavního adresáře, nebo opačně) skript nerozpozná a kontrola je spuštěna. Vzhledem k tomu, že struktura nalezených dat neodpovídá očekávanému stavu, jsou vyhlášovány chyby – skript pak končí bez možnosti uložení dat do geodatabáze. Poškození dat, nebo uložení chybných dat do geodatabáze tedy nehrozí.



Obr. 5.3: Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“ – volba adresářů dle módu skriptu

5.2.2 Kontrolní část skriptu

Zadáním vstupních parametrů skriptu je spuštěna plně automatizovaná kontrola odevzdávaných dat. V závislosti na zvoleném módu skriptu jsou zkontrolována data jedné pracovní skupiny, nebo je provedena hromadná kontrola dat. Postup kontroly je v obou případech shodný s tím rozdílem, že při hromadné kontrole je postup zopakován pro každý z podadresářů hlavního adresáře.

Postup kontroly:

- 1) Založení textového souboru souhrnného kontrolního výpisu v hlavním adresáři (oba módy kontroly)
- 2) Kontrola názvu adresáře s kontrolovanými daty. (Dodržení názvové konvence – kontrola umístění “_” v nomenklatuře čtvrtiny mapového listu.)
- 3) Kontrola naplnění adresáře daty. (Kontrola, zda není adresář prázdný. Nerozlišuje se typ obsažených dat – soubory i adresáře.)
- 4) Vstup do adresáře s kontrolovanými daty
- 5) Založení textového souboru podrobných informací o kontrole a textového souboru seznamu nalezených chyb. (Umístěn v adresáři s daty.)

- 6) Kontrola existence adresáře v adresáři s kontrolovanými daty. (V adresáři smí být pouze textové soubory a mapové vrstvy shapefile. Existence adresáře v adresáři s daty je důvodem k vyhlášení chyby.)
- 7) Tvorba seznamu obsažených mapových vrstev – kontrola existence mapových vrstev shapefile v adresáři.
- 8) Kontrola vlastností uložených mapových vrstev (podrobný popis viz níže).
- 9) Kontrola celkového počtu mapových vrstev (podrobnosti viz níže).
- 10) Výpis souhrnného hodnocení kontroly (na obrazovku a do textových souborů).
- 11) Rozhodnutí o možnosti uložení dat do geodatabáze. (Uložení dat je umožněno, pouze pokud celá kontrola proběhla bez vyhlášení chyb.)
- 12) Ukončení výpisů do textových souborů.

Jednou z částí kontrol je kontrola celkového počtu mapových vrstev („*Postup kontroly*“, bod 9). Dle zadání seminární práce má být odevzdáno devět mapových vrstev pojmenovaných dle daných pravidel. (Desátou mapovou vrstvou, která je v adresáři tolerována, je mapová vrstva obsahující polygonovou reprezentaci území zadaného pro zpracování.) Při vyšším počtu nalezených mapových vrstev je vyhlášována chyba. Nižší počet mapových vrstev, které jsou správně pojmenovány, však chybu nemusí znamenat. Může jít o upravené zadání seminární práce pro znevýhodněnou pracovní skupinu. V tom případě je uživatel pouze informován o neobvyklé situaci a záleží na jeho rozhodnutí, zda budou data do geodatabáze uložena.

V průběhu kontroly jsou skriptem zakládány tři různé textové dokumenty, které uchovávají informace o průběhu kontroly. Uživatel se tak může k výsledkům kontroly vrátit kdykoliv po ukončení skriptu. Díky zálohování starších kontrolních výpisů (číslování textových souborů, viz výše) je možné uchovávat informace o průběhu odstraňování chyb.

Textový soubor „!Kontrola-xxxx_y_z_Prijmeni1-Prijmeni2-aa.txt“ („xxxx_y_z“ – nomenklatura čtvrtiny mapového listu třetího vojenského mapování; „aa“ – dvojčíslí indexu souboru) je uložen v adresáři s daty, jejichž kontrolu popisuje. Uchovává podrobné výpisy o kontrole dat jedné čtvrtiny mapového listu. Ty jsou shodné s výpisy, které jsou v průběhu kontroly zobrazovány v dialogovém okně skriptu.

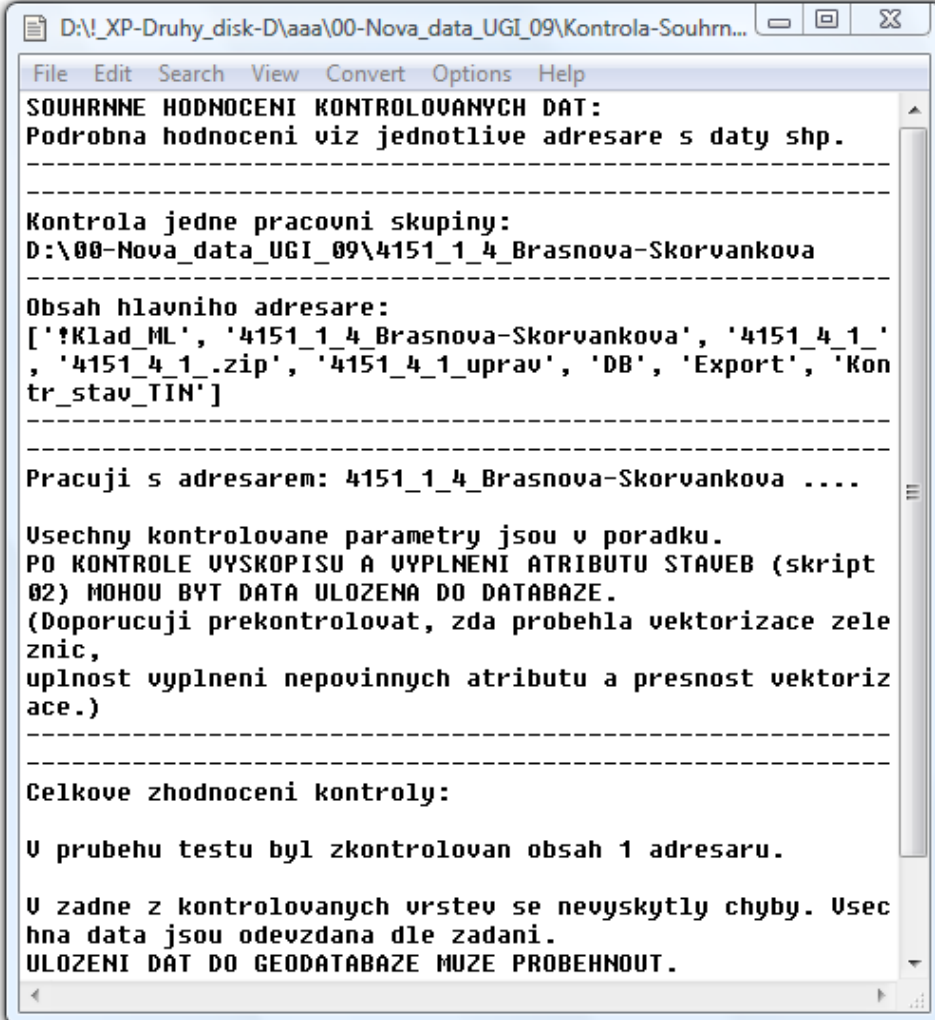
Pro vyšší přehlednost jsou kontrolní výpisy v dialogovém okně skriptu i v textových dokumentech upraveny tak, že výpis o bezchybné kontrole je uvozen pomlčkami („---- text ----“). Při nález chyb je kontrolní výpis uvozen vykřičníky („!!!! text !!!!“). Uživatel tak snáze nalezne informace o nalezených chybách.

Textový soubor „!Chyby-xxxx_y_z_Prijmeni1-Prijmeni2-aa.txt“ je zjednodušenou formou předchozího souboru. Je také uložen přímo v adresáři s daty, o jejichž kontrole informuje. Na rozdíl od předchozího souboru však uchovává pouze informace o nalezených chybách. Tento soubor slouží pro předávání výsledků kontroly autorům

vektorových dat - členům pracovní skupiny. (Pokud by byly předávány kompletní informace o proběhlé kontrole, hrozí, že by studenti mohli najít slabiny kontrolních skriptů a některé kontroly obcházet, což by mělo za důsledek snížení kvality vytvořených dat.)

Třetí textový soubor, „Kontrola-Souhrny_vypis-aa.txt“ (viz *Obr. 5.4*), je ukládán do hlavního adresáře. (Hlavní adresář viz *Obr. 5.3*.) Obsahuje souhrnné zhodnocení provedených kontrol. Soubor uchovává pouze seznam zkontrolovaných adresářů a zhodnocení, zda byly v daném adresáři nalezeny chyby. Podrobnosti o nalezených chybách nalezne uživatel v podrobných výpisech v příslušném adresáři.

Textový soubor souhrnného hodnocení kontroly je zakládán i při kontrole dat jedné čtvrtiny mapových listů. Při archivování kontrolních výpisů uživatel získá přehled o všech provedených kontrolách, rychleji také získá informaci o výsledku provedené kontroly.



```
D:\XP-Druhy_disk-D\aaa\00-Nova_data_UGI_09\Kontrola-Souhrn...
File Edit Search View Convert Options Help
SOUHRNNE HODNOCENI KONTROLOVANYCH DAT:
Podrobna hodnoceni viz jednotlivne adresare s daty shp.
-----
Kontrola jedne pracovni skupiny:
D:\00-Nova_data_UGI_09\4151_1_4_Brasnova-Skorvankova
-----
Obsah hlavniho adresare:
['!Klad_ML', '4151_1_4_Brasnova-Skorvankova', '4151_4_1_'
, '4151_4_1_.zip', '4151_4_1_uprav', 'DB', 'Export', 'Kon
tr_stav_TIN']
-----
Pracuji s adresarem: 4151_1_4_Brasnova-Skorvankova ....

Usechny kontrolovane parametry jsou v poradku.
PO KONTROLE VYSKOPISU A VYPLNENI ATRIBUTU STAVEB (skript
02) MOHOU BYT DATA ULOZENA DO DATABAZE.
(Doporucuji prekontrolovat, zda probehla vektorizace ze
le
znic,
uplnost vyplneni nepovinnnych atributu a presnost vektoriz
ace.)
-----
Celkove zhodnoceni kontroly:

U prubehu testu byl zkontrolovan obsah 1 adresaru.

U zadne z kontrolovanych vrstev se nevyskytly chyby. Usec
hna data jsou odevzdana dle zadani.
ULOZENI DAT DO GEODATABAZE MUZE PROBEHNOUT.
```

Obr. 5.4: Textový soubor souhrnného zhodnocení kontroly (kontrola a uložení dat jedné pracovní skupiny)

Kontroly mapových vrstev shapefile („*Postup kontroly*“, bod 8) probíhají v následujícím pořadí:

- 1) Kontrola názvu mapové vrstvy. (Název mapové vrstvy musí odpovídat předepsaným konvencím – viz *Tab. 3.1.*)
- 2) Porovnání nomenklatury z názvu mapové vrstvy s nomenklaturou z názvu adresáře, v němž je uložena.
- 3) Kontrola typu mapové vrstvy. (Polygon / Polyline / Point – viz *Tab. 3.1.*)
- 4) Kontrola nastavení souřadnicového systému („S-JTSK_Krovak_East_North“). Pokud nebyl souřadnicový systém nastaven, je nutné provést dotransformování vektorových dat do správných souřadnic.
- 5) Kontrola počtu atributových sloupců. (Celkový počet atributových sloupců v mapové vrstvě lesů a železnic je 3. Ostatní vrstvy obsahují 4 atributové sloupce. První tři atributové sloupce jsou založeny automaticky při zakládání mapové vrstvy, čtvrtý slouží pro vyplňování doplňkových informací při vektorizaci - viz *Tab. 3.1.* Mapové vrstvy nesmí obsahovat nadbytečné atributové sloupce, které by znemožnily vzájemné propojení mapových vrstev v bezešvé databázi.)
- 6) Kontrola názvu a typu uživatelsky vyplňovaného atributového sloupce. (Mimo mapových vrstev lesů a železnic - viz *Tab. 3.1.*)
- 7) Kontrola provedení vektorizace - je v mapové vrstvě alespoň jeden mapový prvek? (Není-li v mapové vrstvě žádný mapový prvek, je vyhlášena chyba. Výjimkou je pouze mapová vrstva železnic - viz níže.)
- 8) Kontrola vyplnění povinných a nepovinných atributů. (Podrobnosti viz níže. Povinné a nepovinné atributy viz *Tab. 3.1.*)

Je-li při libovolné z výše uvedených dílčích kontrol nalezena chyba, je tato informace předána uživateli v dialogovém okně skriptu. Zároveň je proveden záznam do textového souboru podrobných informací o kontrole a je znemožněno uložení kontrolovaných dat do geodatabáze. (Při hromadné kontrole dat stačí chyba v jednom z adresářů s daty. Ukládání dat do geodatabáze pak není spuštěno pro žádnou z kontrolovaných mapových vrstev.)

Při kontrole povinných atributů skript prochází atributovou tabulkou mapové vrstvy a kontroluje, zda byly všechny atributy vyplněny dle zadání (mapová vrstva staveb - „B“/„R“/„N“; komunikace – „1“-„4“; kóty, vrstevnice – nadmořská výška v intervalu 0 až 1605 m.n.m. jadranského výškového systému). Chybějící, nebo chybně vyplněný povinný atribut je chybou, která vylučuje uložení dat do geodatabáze. Do dialogového okna skriptu a do textového souboru podrobných kontrolních výpisů je uložena informace o nalezené chybě včetně FID mapového prvku, u něhož byla chyba nalezena.

Kontrola nepovinných atributů je obtížnější. Atributy jsou vyplňovány pouze v případě, kdy je na mapovém listu třetího vojenského mapování uveden název sídla, vodního toku, nebo vodní plochy. V opačném případě zůstává atribut prázdný. Protože není možné

automaticky zhodnotit, zda je daný mapový prvek na rastrovém mapovém listu doplněn názvem, není kontrola vyplnění všech nepovinných atributů možná. Nelze ani odhadnout, kolik mapových prvků z celkového počtu by mělo mít atribut vyplněný. Kontrola se proto omezuje pouze na zjištění, zda byly atributy vyplňovány. Skript prochází atributovou tabulkou mapové vrstvy do té doby, dokud nenajde první vyplněný nepovinný atribut. Tím je dokázáno, že atributy byly vyplňovány. Kontrola atributů je přerušena a skript pokračuje dalšími dílčími kontrolami.

Protože může nastat situace, kdy na mapovém listu není žádný název vodního toku, nebo vodní plochy, nemůže být neexistence vyplněného nepovinného atributu u těchto dvou vrstev brána za hrubou chybu, která neumožňuje uložení dat do geodatabáze. Uživatel je na tento stav upozorněn v rámci podrobných výpisů průběhu kontroly a musí provést dodatečnou osobní kontrolu zjištěného stavu porovnáním vektorových dat se zdrojovým mapovým listem.

Neexistence názvů sídel na originálním mapovém listu třetího vojenského mapování je nepravděpodobná. V případě nevyplnění žádného nepovinného atributu mapové vrstvy areálů sídel je vyhlášena chyba neumožňující uložení dat do geodatabáze.

Podobná situace jako v případě nevyplnění atributů vodních ploch a vodních toků nastává v případě, kdy není zvektorizován žádný mapový prvek železnic. Na většině zpracovávaných území se železnice skutečně nevyskytuje, a tak nemůže být neexistence mapových prvků železnic důvodem k vyhlášení chyby, která neumožňuje uložení dat do geodatabáze. Uživatel je znovu pouze upozorněn v rámci podrobných výpisů kontroly a konečné zhodnocení stavu závisí na něm. (Mapová vrstva železnic musí být založena i v případě, kdy na zadaném území železnice nevede. Nezaložení této mapové vrstvy je hodnoceno jako hrubá chyba neumožňující uložení dat do geodatabáze.)

Automatizovaná kontrola mapových vrstev nedokáže podchytit všechny chyby, které se při vektorizaci mohou vyskytnout. V následujícím seznamu jsou uvedeny parametry a vlastnosti mapových vrstev, které by měl uživatel zkontrolovat před uložením dat do geodatabáze osobně.

V rámci skriptu není testováno:

- 1) Zda předčíslí uvedené v názvu adresáře a odevzdaných mapových vrstev odpovídá zpracovávané čtvrtině mapového listu.

V testu je možné zkontrolovat pouze strukturu předčíslí (umístění znaků "_" - viz kontrola názvu adresáře). Kontrola umístění vektorizovaných dat v místě vektorové reprezentace příslušné čtvrtiny mapového listu je prováděna v rámci skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“ – kapitola 5.5.

- 2) Správnost vyplněných hodnot nadmořských výšek vrstevnic a kót.
Kontrolováno je pouze vyplnění atributů u všech mapových prvků kót a vrstevnic v intervalu nadmořských výšek 0 až 1605 m.n.m. jadranského výškového systému. (Dále je možné provést vizuální kontrolu dat pomocí digitálního modelu terénu - TIN, generovaného kontrolním skriptem „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ - viz kapitola 5.4).
- 3) Správnost a úplnost vyplnění nepovinných atributů mapových vrstev (názvů sídel, vodních toků a vodních ploch) - viz výše. (Povinné a nepovinné atributy mapových vrstev viz *Tab. 3.1.*)
- 4) Správnost vyplnění povinných atributů v mapové vrstvě staveb – odpovídají vyplněné hodnoty typu mapových značek na podkladovém mapovém listu?
Skript kontroluje pouze správné zadání hodnot „B“/„R“/„N“. Kontrola vyplněných atributů porovnáním s rastrovým mapovým listem třetího vojenského mapování probíhá v rámci skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ – viz kapitola 5.4.
- 5) Správnost vyplnění povinných atributů v mapové vrstvě komunikací.
- 6) Existenci železnic na podkladovém mapovém listu.
Výstupem kontroly je pouze informace o tom, že nebyl zvektorizován žádný mapový prvek mapové vrstvy železnic – viz výše.
- 7) Přesnost vektorizace na úrovni přesnosti kresby rastru.
Vektorová kresba nesmí vybočovat z kresby mapových prvků na podkladovém mapovém listu.
- 8) Úplnost vektorizace mapových prvků všech vytvořených vrstev.
Často nebývají zvektorizovány malé vodní plochy na návsích sídel, komunikace typu 3 a 4 (v lesích jsou špatně patrné), stavby na samotách a v některých případech doplňkové (desetimetrové) vrstevnice.

5.2.3 Přerušení skriptu, doplňující kontroly

Na konci kontrolní části skriptu dochází k automatizovanému vyhodnocení kontrol. Byla-li v průběhu kontrol nalezena chyba, je skript ukončen bez možnosti uložit kontrolovaná data do geodatabáze. (Výjimku tvoří potencionální chyby nižšího počtu odevzdaných mapových vrstev, nevyplnění nepovinných atributů vodních ploch a vodních toků a prázdná mapová vrstva železnic, kdy dochází pouze k nahlášení potencionálních chyb – viz kapitola 5.2.2.)

V případě, že během kontrol nebyla nalezena žádná chyba, je uložení dat do geodatabáze uživateli nabídnuto. Ten se může rozhodnout, zda ukládání dat do geodatabáze spustí, či nikoliv. Před uložením dat do geodatabáze je však nejprve potřeba provést kontrolu výše uvedených osmi parametrů, které není možné kontrolním skriptem

ošetřit. Dále je nutné provést kontrolu vyplnění povinných atributů staveb jejich porovnáním s rastrem mapového listu třetího vojenského mapování a kontrolu výškopisu pomocí digitálního modelu terénu (TIN). Kontroly probíhají v rámci skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“, viz kapitola 5.4.

Po provedení samostatných kontrol a kontroly dat ve skriptu „02“ je znovu spuštěn skript „01“, pomocí nějž jsou zkontrolovaná data uložena do geodatabáze. Uložení zkontrolovaných dat do geodatabáze bez předchozí kontroly v kontrolní části skriptu „01“ není možné. V průběhu odstraňování chyb nalezených skriptem „02“ mohlo dojít ke vzniku nových chyb v parametrech mapových vrstev, nebo v jejich attributech.

V průběhu testu byl zkontrolovan obsah 1 adresaru.

V zadné z kontrolovaných vrstev se nevyskytly chyby. Vsechna data jsou odevzdána dle zadání.

ULOŽENÍ DAT DO GEODATABÁZE MUŽE PROBEHNOUT.

Před uložením do geodatabáze nezapomente na kontrolu výškopisu a vyplnění atributu staveb (skript 02).

Všechny kontrolní výpisy byly ukládány v podobě textových souborů do adresaru s odevzdanými daty.

Souhrnné zhodnocení kontroly je uloženo v hlavním adresáři nadřazeném adresarům s daty.

Před potvrzením uložení dat do geodatabáze doporučuji prekontrolovat kontrolní výpisy a provést další kontroly (nadmorské výšky vrstevnic a kot pomocí TIN - skript 02, úplná vektorizace železnic, přesnost a úplnost vektorizace, ...).

**Prejete si pokračovat uložení zkontrolovaných dat do geodatabáze?
Uložit data - 1 , konec - lib.klavesa:**

Obr. 5.5: Kopie výpisů v dialogovém okně skriptu – volba uložení dat do geodatabáze.

5.2.4 Část skriptu pro ukládání dat do geodatabáze

Ukládání zkontrolovaných dat do geodatabáze probíhá po předešlé kontrole pouze za předpokladu, že jsou všechna kontrolovaná data bezchybná a úplná. V případě, že u některé z pracovních skupin nejsou odevzdány všechny požadované mapové vrstvy, je uživatel před zahájením ukládání dat do geodatabáze na tuto skutečnost upozorněn a záleží na něm, zda ukládání dat povolí. (Tímto způsobem je ošetřena možnost specifického zadání seminární práce pro znevýhodněnou pracovní skupinu.)

Ukládání dat do geodatabáze probíhá, dle zadaných vstupních parametrů skriptu, pro jednu danou čtvrtinu mapového listu třetího vojenského mapování, nebo hromadně.

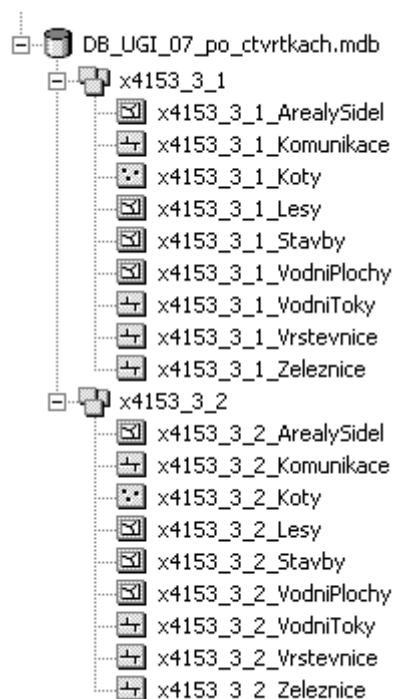
Také v tomto případě je zakládán textový soubor, který uchovává informace o probíhajícím ukládání dat. Jeho název je „!Ukladani_do_GDB-Souhrny_vypis-aa.txt“ a najdeme ho v hlavním adresáři s ukládanými daty. Stejně jako v předchozích případech je možné provádět zálohování výpisů díky dvojčíslí „aa“, které je součástí názvu souboru.

Ukládání dat do geodatabáze je prováděno následujícím způsobem:

- 1) Uživatel zadá cestu k adresáři, v němž je umístěna, nebo má být založena geodatabáze. Adresářová cesta je, na rozdíl od vstupních parametrů skriptu, zadávána v textové podobě do dialogového okna skriptu.
- 2) V hlavním adresáři se zdrojovými daty je založen textový soubor pro ukládání informací o průběhu ukládání dat do geodatabáze.
- 3) Je vytvořen seznam geodatabází (Personal Geodatabase - *.mdb) umístěných v cílovém adresáři.
Pokud v adresáři není nalezena žádná Personal Geodatabase, je vytvořena nová geodatabáze s názvem dle zadání uživatele. V opačném případě může uživatel zvolit mezi založením nové, nebo ukládáním dat do již vytvořené geodatabáze. (Volby uživatele probíhají zadáním textu do dialogového okna skriptu.)
- 4) Po volbě cílové geodatabáze proběhne plně automatizované uložení dat.

Původně bylo zamýšleno vytvářet v geodatabázi strukturu, v níž by byla ukládaná vektorová data vkládána do datových sad (datasetů) dle příslušnosti k jednotlivým mapovým listům bez dalšího dělení dle zpracovávaných čtvrtin mapových listů. V tomto případě by ale jakýkoliv opakovaný přístup k datům znamenal nutnost průchodu datovou sadou a hledání mapových vrstev, které přísluší ke čtvrtině mapového listu, s níž se právě pracuje. Proto byl zvolen alternativní datový model, v němž jsou data dělena do datových sad (datasetů) na základě svého kompletního předčíslí (čísla mapového listu a jeho čtvrtiny). Název datové sady odpovídá předčíslí z názvu adresáře, v němž byly vektorové vrstvy odevzdány. V jedné datové sadě jsou uložena data pouze z jedné čtvrtiny mapového listu a k nadbytečnému vyhledávání mapových vrstev nedochází.

Protože Personal Geodatabase nepodporují názvy datových sad a mapových vrstev uvozené číslicí, jsou v průběhu ukládání všechny tyto názvy přejmenovány a jednotně uvozeny znakem "x"(viz *Obr. 5.6*).



Obr. 5.6: Struktura vytvářených geodatabází (Personal Geodatabase - *.mdb). Názvy datových sad a mapových vrstev nesmějí být uvozeny číslicí.

Pro případ, že byla data některé z pracovních skupin do geodatabáze ukládána již dříve, je součástí skriptu kontrola názvů dříve vytvořených datových sad. Pokud se předčísli adresáře s ukládanými daty shoduje s názvem již dříve založené datové sady, není ukládání dat z dotčeného adresáře do geodatabáze provedeno. Ukládání dále pokračuje následujícím adresářem s vektorovými vrstvami. Informace o nalezeném problému je předána uživateli v dialogovém okně skriptu a je uložena do informačního textového souboru.

Datová sada s názvem shodným s předčísli názvu adresáře vkládaných dat může v geodatabázi existovat z různých důvodů:

- Nenadálé ukončení práce v geodatabázi při předchozím běhu skriptu.
- Dřívější uložení nekompletních dat, která jsou nyní doplňována.
- Dříve uložená kompletní sada dat má být nahrazena novými daty.
- Došlo k chybě. Data jsou do geodatabáze ukládána opakovaně, nebo došlo k duplicitní vektorizaci dat jedné čtvrtiny mapového listu více pracovními skupinami.

Každá z výše uvedených událostí vyžaduje jiný postup řešení problému. Tyto situace nelze v rámci automatického běhu programu od sebe odlišit a vyřešení problému zůstává na samostatné práci uživatele.

5.2.5 Problémy zjištěné při tvorbě skriptu

Zásadním problémem, který bylo nutné při tvorbě skriptu vyřešit, je nemožnost ukládat do Personal Geodatabase data s názvy uvozenými číslicí. Toto pravidlo společnost ESRI nezmiňuje ani v nápovědě systému ArcGIS ani na svých internetových stránkách. Nejnebezpečnější je, že nástroje systému ArcGIS uložení mapové vrstvy s názvem uvozeným číslicí do geodatabáze provedou a na první pohled je vše v pořádku. Problém se projeví až při následné práci v geodatabázi, kdy dochází k chybnému zobrazování obsahu mapových vrstev a k vyhlásování chyb.

Z toho důvodu bylo nutné přistoupit k přejmenování mapových vrstev a datových sad v geodatabázi a k nahrazení hromadného ukládání dat do geodatabáze (funkce ArcToolbox „Feature Class To Geodatabase (multiple)“ ukládá do geodatabáze více mapových vrstev současně pod jejich původními jmény) časově náročnějším ukládáním dat po jednotlivých vrstvách. (Funkce „Feature Class To Feature Class“ ukládá mapové vrstvy do geodatabáze pod novými jmény, ale pouze po jedné. Pro uložení mapových vrstev jedné čtvrtiny mapového listu do geodatabáze je potřeba místo provedení jednoho příkazu vytvořit ve skriptu cyklus.)

Naprogramovaný skript je funkční pouze při práci se systémem ArcGIS verze 9.2 a 9.3. Při práci se systémem ArcGIS verze 9.1 lze po úpravě kódu skriptu, spočívající ve změně úvodních příkazů načtení knihoven (viz kapitola 8.1.1), využít pouze jeho kontrolní část. Automatizované ukládání dat do geodatabáze nelze se systémem ESRI verze 9.1 využít z důvodu nedostatečného rozsahu souřadnic, které je možné ukládat do nově vytvořených datových sad. (Souřadnice S-JTSK byly v systému ArcGIS verze 9.1 na území České republiky mimo výrobcem přednastavený rozsah souřadnic nově zakládáných datových sad.) Pro potřeby ukládání zkontrolovaných dat do geodatabáze na počítačích s nainstalovaným systémem ESRI verze 9.1 byl naprogramován nezávislý skript (viz kapitola 5.3).

5.2.6 Shrnutí

Vstupní parametry: Volba módu skriptu – kontrola a uložení dat jedné pracovní skupiny / hromadná kontrola a uložení dat do geodatabáze
Adresářová cesta kontrolovaných dat (viz kapitola 5.2.1)
Cesta adresáře s cílovou geodatabází (viz kapitola 5.2.4)

Výstup: Výpisy o průběhu kontrol
Geodatabáze (Personal Geodatabase) obsahující uložená vstupní data

Omezení: Názvy datových sad a mapových vrstev v Personal Geodatabase nesmí být uvozeny číslicí (viz kapitola 5.2.5)
Druhou polovinu skriptu není možné použít pod ArcGIS 9.1 (tamtéž)

5.3 Skript „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“

Skript „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ pro ukládání zkontrolovaných dat do geodatabáze byl vytvořen za účelem využívání kontrolních skriptů na počítačích s nainstalovaným systémem ArcGIS verze 9.1. Nahrazuje druhou část skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“, kterou v této verzi systému ArcGIS není možné použít z důvodu neexistující podpory souřadnicového systému S-JTSK v datových sadách Personal Geodatabase (viz kapitola 5.2.5).

Postup ukládání vektorových mapových vrstev do geodatabáze je téměř shodný s postupem ve skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“. Jediné, čím se tyto dva skripty liší, je způsob zakládání datových sad geodatabáze. Při práci se systémem ArcGIS verze 9.1 není možné založit novou datovou sadu pomocí nástrojů ArcToolbox. Skript používá prázdnou datovou sadu z geodatabáze „domeny.mdb“⁴, kterou kopíruje pod požadovaným jménem do cílové geodatabáze. Naplnění datové sady daty pak již probíhá stejným způsobem jako ve skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“.

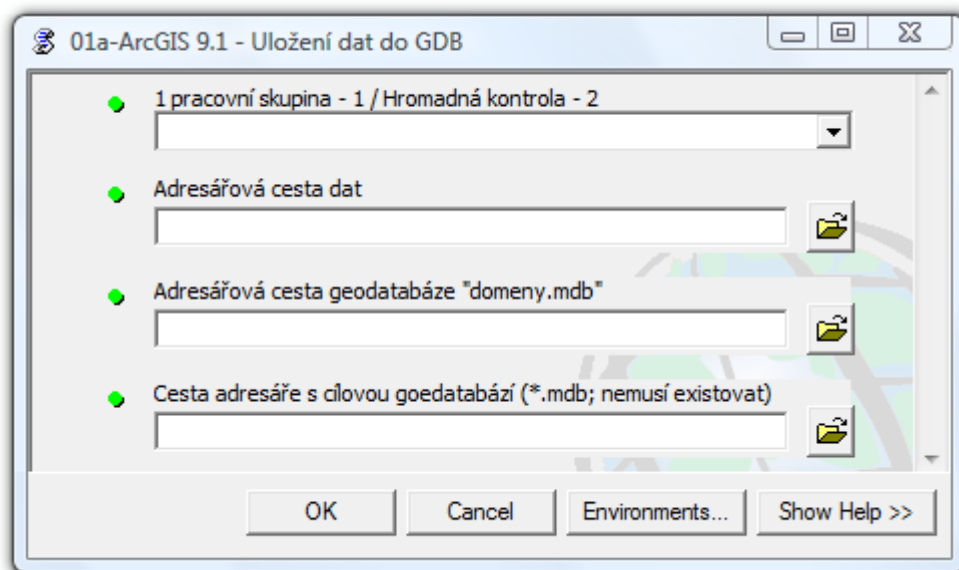
Protože ve skriptu „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ nepředchází ukládání do geodatabáze kontroly ukládaných dat, není nutné požadovat po uživateli zadání parametrů potřebných pro ukládání dat do geodatabáze v dialogovém okně běžícího skriptu. Potřebné parametry jsou získávány již při zadávání vstupních parametrů skriptu v uživatelském rozhraní ArcToolbox (*Obr. 5.7*).

První dva vstupní parametry, volba módu skriptu a adresářová cesta ukládaných dat, jsou shodné se vstupními parametry skriptu „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ (viz kapitola 5.2.1).

Třetím vstupním parametrem skriptu „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ je adresářová cesta geodatabáze „domeny.mdb“, kterou skript využívá při zakládání nové datové sady v cílové geodatabázi.

Posledním parametrem je cesta adresáře s cílovou geodatabází. Ta byla v předchozím skriptu uživatelem zadávána do dialogového okna skriptu až po zvolení možnosti uložit data do geodatabáze. Vstupním parametrem skriptu není adresářová cesta geodatabáze, ale jí nadřazeného adresáře. Díky tomu je možné zadat cestu adresáře, který žádnou geodatabázi neobsahuje a v němž bude v průběhu skriptu nová cílová geodatabáze založena.

⁴ Geodatabáze 'domeny.mdb' (dostupná na: <http://download.arcdata.cz/data/domeny.mdb>) byla vytvořena společností ARCDATA za účelem odstranění výše popsaných potíží s převodem geografických dat v souřadnicovém systému S-JTSK do geodatabáze (viz [33]). V systému ArcGIS vyšších verzí již byly parametry zakládání datových sad změněny tak, aby k těmto potížím nedocházelo.



Obr. 5.7: Skript „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ - rozhraní ArcToolbox pro zadávání vstupních parametrů.

Pokud cílová geodatabáze neobsahuje datovou sadu "Klad" (slouží pro správu mapové vrstvy kladu mapových listů – viz kapitola 5.5.4), je v rámci tohoto skriptu založena. Tímto krokem se předchází vzniku problémů při zakládání nové datové sady ve skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“ při práci s ArcGIS verze 9.1. (Při práci s ArcGIS vyšších verzí je datová sada „Klad“ zakládána až ve skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“ při vkládání mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů do geodatabáze.)

Tento skript je pouze přechodnou náhradou přímého postupu ukládání dat do geodatabáze společně s jejich kontrolou v systému ArcGIS vyšších verzí. Měl by být používán jen ve výjimečných případech k průběžné kontrole odevzdávaných dat. Konečná kontrola dat spojená s jejich trvalým exportem do geodatabáze by měla být provedena ve výše popsaném skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“ (kapitola 5.2).

5.3.1 Shrnutí

Vstupní parametry: Volba módu skriptu – uložení dat jedné pracovní skupiny / hromadné uložení dat do geodatabáze

Adresářová cesta ukládaných dat

Adresářová cesta pomocné geodatabáze „domeny.mdb“

Cesta adresáře cílové geodatabáze

Výstup: Výpisy o průběhu ukládání dat

Geodatabáze (Personal Geodatabase) obsahující uložená vstupní data

Omezení: Názvy datových sad a mapových vrstev v Personal Geodatabase nesmí být uvozeny číslicí (viz kapitola 5.2.5)

Skript je určen pro použití pod ArcGIS 9.1

5.4 Skript „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“

V rámci kontrolního skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“ je kontrolována správnost nastavení parametrů mapových vrstev shapefile odevzdávaných studenty v rámci seminárních prací z předmětu KMA/UGI a vyplnění povinných a nepovinných atributů mapových vrstev.

V případě povinných atributů (atribut *Typ* mapové vrstvy staveb a atribut *Vyska* mapových vrstev kót a vrstevnic) je nutné zkontrolovat, zda hodnoty vyplněné v atributových sloupcích odpovídají informacím zobrazeným na zdrojovém rastrovém mapovém listu třetího vojenského mapování. Za tímto účelem byl vytvořen další kontrolní skript – „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“.

Úkolem bylo vytvořit kontrolní skript pro usnadnění kontroly správného vyplnění atributů mapové vrstvy staveb („B“ / „R“ / „N“, viz kapitola 3.1.1) porovnáním s odpovídající oblastí podkladového rastru a pro kontrolu výškopisných mapových vrstev kót a vrstevnic automatickou tvorbou digitálního modelu terénu (TIN), který může po zobrazení v ArcScene napomoci odhalení chybně vyplněných údajů o nadmořské výšce některých mapových prvků zdrojových mapových vrstev.

Základní struktura skriptu byla převzata ze skriptů „stavby.py“ a „tin.py“ (zdroj [19]). Postup porovnání mapové vrstvy staveb s rastrovým mapovým listem třetího vojenského mapování ve skriptu „stavby.py“ však vycházel z chybných předpokladů (viz níže) a musel být přepracován.

5.4.1 Zdrojové kontrolní skripty

Kontrolní skripty „stavby.py“ a „tin.py“ naznačily směr, jímž by se měla práce ubírat, ale bohužel ani jeden skript nebylo možné spustit. (Skripty byly pravděpodobně dodatečně překládány do angličtiny - včetně názvů proměnných, z nichž některé zůstaly v původní české podobě.)

Skript „tin.py“ představuje zautomatizování klasického postupu vytváření trojúhelníkové sítě z výškopisných podkladů (vytvoření prázdného TIN a jeho následné naplnění daty výškopisných mapových vrstev). Postup práce skriptu byl proto patrný a nebylo nutné provádět úpravy zdrojového kódu za účelem prozkoumání postupu.

Skript „stavby.py“ pracuje s méně známými nástroji ArcToolbox pro propojení vektorových a rastrových mapových vrstev a pro práci s rastry. Pro lepší pochopení postupu práce byl proto nejprve tento skript upraven do funkční podoby.

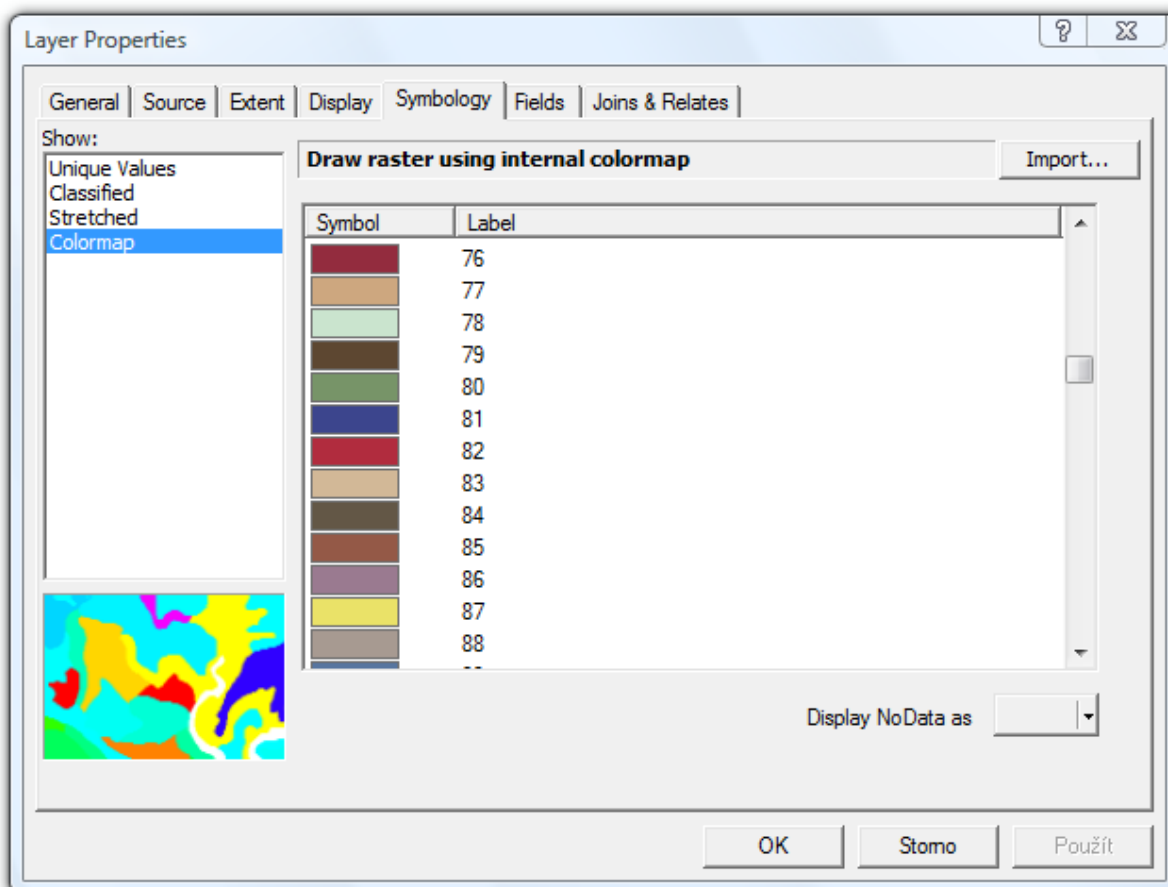
Základní myšlenkou skriptu bylo získat číselné hodnoty odpovídající barvám na rastrovém mapovém listu třetího vojenského mapování v místě vektorového mapového prvku stavby. Z průměrné hodnoty těchto čísel měla být určena barva mapového prvku zobrazeného na rastru. Po pokusném spuštění skriptu však byla ve zvolené metodice nalezena chyba (viz kapitola 5.4.2) a muselo dojít ke změnám navrženého postupu.

Zdrojové skripty nebyly do výsledného kontrolního skriptu začleněny. Byly využity pouze jako návod pro postup - kontrolní skript byl nově vytvořen. Na rozdíl od zdrojových skriptů vypisuje skript „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ informace o průběhu kontroly do dialogového okna skriptu a stejně jako v případě předchozího skriptu také do textového souboru s možností zálohování. (Textový soubor „!Kontr_stavby_TIN-aa.txt“ je ukládán do adresáře s kontrolovanými daty.)

5.4.2 Problematika rozlišování druhů staveb

Zdrojový skript „stavby.py“ vznikl za účelem odlišování dvou typů staveb – atribut *Typ* „B“ a „R“. (Stavby typu „N“ nebyly v době zadání tvorby uvedeného skriptu součástí zadání seminárních prací z předmětu UGI.) Skript pracuje s myšlenkou odlišení barev mapových značek budov na podkladovém rastrovém mapovém listu třetího vojenského mapování na základě různých intervalů hodnot reprezentujících barvy v jednotlivých pixelech rastru (*.tif). V případě šedotónového rastru, kde je škála šedých odstínů od černé po bílou odstupňována hodnotami v intervalu 0 – 255 (případně 0 - 1), by toto bylo možné. Lze však spekulovat o možnostech vzájemného odlišení odstínů černé a červené barvy po převedení zdrojového barevného rastru do šedotónové reprezentace.

V případě přímé aplikace uvedeného postupu na barevný rastr ve formátu tif je tato metodika nepoužitelná. Barevné rastry jsou v systému ArcGIS reprezentovány na základě tabulky 256 různých barev – kombinací barevných složek RGB. Každé vybrané kombinaci barevných složek je přiřazena hodnota z intervalu 0 - 255, která je následně uložena do příslušných souřadnic mřížky rastru. Bohužel, pro každý rastr je vytvářena nová, specifická „kódová tabulka“ barev, v níž se různé barevné odstíny vyskytují nahodile (viz *Obr. 5.8*). Z toho důvodu není možné definovat jakýkoliv interval hodnot z rozsahu 0 - 255, který by přímo v rastrové mřížce odpovídal určitému odstínu barvy, a to ani v případě práce nad jediným rastrem se známou „kódovou tabulkou“ barev.



Obr. 5.8: „Kódová tabulka“ barev rastru mapového listu třetího vojenského mapování 4153_3.tif. Různé barevné odstíny se v „kódové tabulce“ rastru vyskytují nahodile. Hodnoty ve sloupci „Label“ odpovídají hodnotám „Value“ v atributové tabulce rastru (viz Obr. 5.9).

Myšlenka odlišení barevných odstínů na základě určitých intervalů hodnot spravovaných v rastru však není ve svém základu chybná. Svoje opodstatnění najde ale pouze v případě, kdy je aplikována přímo na jednotlivé složky barevného formátu RGB. Protože je zadáním práce odlišit červené a černé mapové značky staveb, nabízí se pro toto řešení červená barevná složka.

Otevřeme-li v ArcMap atributovou tabulku rastru, můžeme vidět jednotlivé hodnoty 0-255 (atribut *Value*) a jim přiřazené kombinace barevných složek *Red*, *Green* a *Blue* (poměry barev v rozsahu 0 – 1; viz Obr. 5.9). V nástroji ArcToolbox *Zonal Statistics As Table*⁵ však lze pracovat pouze s hodnotami uchovávanými přímo v mřížce zpracovávaného rastru (atribut *Value*). Proto je nutné nejprve vytvořit nový rastr, který ve svých pixelech ponese hodnotu poměru červené barevné složky v daném místě původního rastru.

⁵ Nástroj vytváří v nové atributové tabulce statistiky (střední hodnota, průměr, maximum atp.) hodnot pixelů rastru na zájmových územích. Zájmová území jsou definovaných plochami jiného rastru, nebo polygony vektorové mapové vrstvy.

Po získání červené barevné složky původního rastru již lze postup určování barev podkladového rastru na základě intervalů hodnot spravovaných v rastru úspěšně implementovat. Bohužel ale pouze za cenu nárůstu časové náročnosti běhu programu z důvodu výpočetně složité operace vytváření nového rastru.

OJD	Value	Red	Green	Blue
0	0	0,125490196078	0,043137254902	0,0470588235294
1	1	0,470588235294	0,517647058824	0,227450980392
2	2	0,172549019608	0,164705882353	0,439215686275
3	3	0,286274509804	0,537254901961	0,56862745098
4	4	0,239215686275	0,270588235294	0,105882352941
5	5	0,247058823529	0,780392156863	0,662745098039
6	6	0,560784313725	0,278431372549	0,105882352941

Obr. 5.9: Atributová tabulka rastru 4153_3.tif - podíly barevných složek RGB přiřazené jednotlivým hodnotám uchovávaným v rastru (atribut Value).

5.4.3 Kontrola správného vyplnění atributů staveb

Kontrolní skript „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ propojuje funkci obou výše zmiňovaných skriptů – ze zdrojových dat vybírá potenciálně chybné reprezentace staveb a následně vytváří TIN z mapových vrstev kót a vrstevnic.

První část kontrolního skriptu je zaměřena na kontrolu správného vyplnění povinných atributů *Typ* mapové vrstvy staveb porovnáním atributů mapové vrstvy s barvou odpovídajícího mapového prvku stavby na rastrovém mapovém listu třetího vojenského mapování. Zdrojem pro kontrolu je vektorová mapová vrstva staveb a jí odpovídající podkladová rastrová mapová vrstva. Výsledkem kontroly je nová vektorová mapová vrstva („xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“), která obsahuje ty polygonové reprezentace staveb, u nichž bylo kontrolním skriptem vysloveno podezření na neshodu barvy mapové značky stavby na podkladovém rastru a hodnoty uložené do atributu jí odpovídajícího polygonu.

Ve zdrojovém skriptu „stavby.py“ dochází nejprve k převodu polygonové reprezentace staveb na reprezentaci bodovou (nástroj *Feature To Point*). Body jsou následně převedeny nástrojem *Buffer* na kruhové polygony. Na jim odpovídající ploše podkladového rastrového mapového listu třetího vojenského mapování jsou pak statisticky zpracovávány hodnoty uchovávané v jednotlivých pixelech rastru.

V kontrolním skriptu „Kontrola_staveb_a_TIN.py“ byla část postupu s převáděním polygonové reprezentace staveb na reprezentaci kruhovými polygony vynechána. Výše uvedený postup zvyšuje časovou náročnost běhu programu a zároveň snižuje množství vyhodnocovaných pixelů. Tím, že zvýšíme počet vyhodnocovaných pixelů v jedné oblasti

(oblast odpovídající jedné stavbě), zvyšujeme přesnost určení barvy na podkladovém rastru. Zároveň lze tímto postupem odhalit některé stavby typu „N“, které byly chybně určeny v době, kdy nebyla v zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS jejich kategorie zavedena.

(Kategorie staveb „N“ – viz kapitola 3.1.1, odst. e) - byla v zadání seminárních prací KMA/UGI zavedena ve školním roce 2007/2008. Do té doby byly tyto stavby s černým jádrem a červeným obvodem mapové značky vektorizovány jako dva „soustředné“ objekty, což je většinou odhalitelné pouze pohledem při optické kontrole odevzdaných dat, nebo byly v atributu *Typ* určeny jako jedna z možností „R“ nebo „B“. Ve druhém případě se průměr hodnot uchovávaných v pixelech rastru v oblasti stavby vymyká hodnotám z intervalů určených pro stavby typu „R“ a „B“ a polygonová reprezentace stavby je určena za chybnou. V případě kontroly barvy rastru pouze na menším kruhovém území může nastat situace, kdy celý kruhový prvek spadá do oblasti černého jádra značky budovy typu „N“ a v případě, že je v atributu vektorové mapové vrstvy vyplněn typ „B“, nedojde k odhalení chyby.)

Výsledná mapová vrstva „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“ je vytvořena následujícím způsobem:

- 1) Jsou zadány vstupní parametry - cesta adresáře, v němž jsou uložena kontrolovaná data (mapové vrstvy shapefile), cesta adresáře, v němž jsou uloženy podkladové rastry (obrazy mapových listů) a cesta adresáře, do něž má být ukládán výsledek kontroly (vrstva „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“).
- 2) Proběhne kontrola, zda v adresáři s kontrolovanými daty existuje mapová vrstva staveb. Dále je zkontrolována existence odpovídajícího podkladového mapového listu (název rastru „xxxx_y.tif“ – hodnota „xxxx_y“, odpovídající nomenklatuře kladu mapových listů třetího vojenského mapování, je získána z názvu adresáře s kontrolovanými daty). Neexistuje-li jedna z požadovaných vrstev, kontrola nemůže proběhnout a program pokračuje přímo tvorbou TIN.
- 3) V zadaném adresáři pro výsledky kontroly je založen adresář „!Kontrola_staveb“, do něž jsou ukládány všechny pomocné mapové vrstvy i samotná výsledná mapová vrstva potenciálně chybných mapových značek staveb.
- 4) Pokud nebyl již dříve vygenerován rastr obsahující červenou složku původního barevného rastru, je vygenerován nový - nástroj *Lookup* z ArcMap vytvoří v adresáři podkladových rasrů nový rastr „xxxx_y_Lookup“, odvozený ze zdrojového rastru „xxxx_y.tif“.
- 5) V adresáři pro data výsledků kontroly je vytvořena kopie kontrolované mapové vrstvy staveb „stavby.shp“ a v její atributové tabulce je zkopírován obsah atributového sloupce „FID“ do atributového sloupce „Id“. (Hodnoty atributu „FID“ představují originální klíč atributové tabulky, na jehož základě může nástroj *Zonal Statistics As Table* vytvořit statistiky k jednotlivým mapovým prvkům. V nastavení parametrů

nástroje však atribut „FID“ není možné zadat, a proto musí být jeho obsah zkopírován. Klíč zároveň slouží pro opětovné propojení statistických výsledků nástroje *Zonal Statistics As Table* s mapovou vrstvou „stavby.shp“.)

- 6) Následuje aplikace nástroje *Zonal Statistics As Table*. Ten počítá pro zadaná území rastru statistické parametry (minimum, maximum, průměrná a střední hodnota atp.) v rastru obsažených informací (hodnoty uložené v jednotlivých pixelech rastru).

Vstupními parametry nástroje jsou polygonová mapová vrstva staveb, která definuje plochy, pro něž jsou statistiky rastru počítány (plochy jsou odlišeny na základě atributu „Id“) a rastr „xxxx_y_Lookup“ (rastr červené složky barevného podkladového rastru, podle nějž proběhla vektorizace). Výsledkem je samostatná atributová tabulka „zonal.dbf“ (uložená v adresáři výsledků kontroly), která obsahuje statistická data tříděná na základě atributu „Id“ vstupní vektorové mapové vrstvy „stavby.shp“.

- 7) Pomocí nástroje *Add Join* z ArcMap jsou získaná statistická data přidána do atributové tabulky mapové vrstvy „stavby.shp“ (přechodná kopie kontrolované mapové vrstvy staveb).
- 8) Následuje výběr potenciálně chybných mapových prvků staveb. Ten probíhá v mapové vrstvě „stavby.shp“ za pomoci nástroje *Select*. Výběr je prováděn na základě zvolených intervalů průměrných hodnot červené barevné složky podkladového rastru pro červené a černé mapové značky staveb (stavby typu „R“ a „B“; výraz viz *Obr. 5.10*).

```
vyraz = ("stavby.Typ"='R' AND \"zonal.MEAN\"<0.6) OR ("stavby.Typ"='B' AND  
\"zonal.MEAN\">0.53) OR ("stavby.Typ"='N')
```

```
gp.Select_analysis("layer", cesta_dat+"\\!Kontrola_staveb\\"+predcisli[:8]+"_ChybyStaveb.shp", vyraz)
```

Obr. 5.10: Příkaz *Select* pro výběr potenciálně chybných mapových prvků staveb a SQL dotaz, jímž jsou mapové prvky vybírány.

Hodnoty 0,6 a 0,53 představují minimální / maximální hodnotu poměru červené barevné složky v mapových značkách staveb typu „R“ a „B“ v podkladovém rastru, u nichž lze na základě této barevné složky usuzovat na barvu celé mapové značky. Hodnoty byly vybrány na základě pokusu na vzorovém podkladovém rastru a v případě potřeby je možné je upravit ve zdrojovém kódu skriptu.

Stavby typu „N“ se na mapách třetího vojenského mapování vyskytují méně často a jejich odlišení na základě červené barevné složky je obtížné. Na mapové značce převažují světlé odstíny, které ji v některých případech při analýze podílu červené barevné složky řadí do intervalu mapových značek typu „R“. To ztěžuje možnost

zvolit pro stavby typu „N“ vlastní interval průměrných hodnot určených statistikou. Stavby, jež mají v atributu *Typ* hodnotu „N“ jsou proto pro nemožnost posouzení správnosti jejich zařazení umístovány do seznamu potenciálně chybných mapových prvků.

Při malém výskytu staveb typu „N“ v mapách třetího vojenského mapování nedojde tímto krokem k přílišnému nárůstu počtu potenciálně chybných staveb. Naopak je možné provést důslednější kontrolu. Stavby typu „N“ často přímo sousedí se stavbami jiných typů, s nimiž jsou někdy v rámci vektorizace propojeny do jednoho polygonu označeného atributem „N“. Takový polygon je nutné při kontrole rozdělit. Často se také vyskytuje větší počet staveb typu „N“ v jedné usedlosti. Při zařazení správně označených staveb typu „N“ do výběru potenciálně chybných mapových prvků tak lze pohledem na podkladový rastr zkontrolovat, zda byly atributem „N“ v daném místě označeny opravdu všechny dotčené stavby. (Chybné označení stavby typu „N“ atributem „R“ nelze bohužel v některých případech automatizovaně odhalit. V některých případech zasahují tyto stavby průměrnou hodnotou červené barevné složky v atributu *zonal.MEAN* do intervalu červeně značených staveb – viz *Obr. 5.11.*)

FID	Shape *	stavby Id	stavby Typ	zonal OID	zonal MEAN
0	Polygon	745	N	745	0,617187
1	Polygon	746	N	746	0,774275
2	Polygon	747	N	747	0,751399
3	Polygon	748	N	748	0,698318
4	Polygon	749	N	749	0,654282
5	Polygon	875	B	875	0,572915
6	Polygon	880	B	880	0,583957

Obr. 5.11: Mapová vrstva potenciálně chybných mapových prvků staveb. Správně označené mapové prvky staveb typu „N“ zasahují hodnotou „zonal.MEAN“ (průměrná hodnota červené barevné složky na podkladovém rastru na ploše mapové značky) do intervalu staveb typu „R“ (0,6; 1>. Hodnota „zonal.MEAN“ staveb typu „B“ je mimo jim určený interval <0; 0,53).

- 9) V rámci příkazu *Select_analysis* (nástroj *Select*) jsou vybrané polygonové mapové prvky uloženy v adresáři dat výsledků kontroly do nové mapové vrstvy „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“. Ostatní pomocná data (mapová vrstva „stavby.shp“ a atributová tabulka „zonal.dbf“) jsou poté z adresáře vymazána a skript pokračuje svou druhou částí – tvorbou kontrolního TIN.

5.4.4 Kontrola výškopisu – tvorba kontrolního TIN

Úkolem druhé části kontrolního skriptu je vytvořit ze zdrojových dat digitální model terénu (TIN), který lze dále využít pro kontrolu správného vyplnění nadmořských výšek v atributech mapových vrstev kót a vrstevnic.

Vstupními daty jsou mapové vrstvy kót a vrstevnic umístěné v adresáři kontrolovaných dat, jehož adresářová cesta byla zadána na začátku skriptu (viz kapitola 5.4.3). Nabízí se možnost přidat do vznikajícího digitálního modelu terénu další z odevzdaných mapových vrstev (např. vodní plochy), které výsledný TIN mohou zpřesnit (v místech vodních ploch neexistují vrstevnice a digitální model terénu se může v těchto místech vymykat skutečnému stavu). V tomto případě, kdy výsledný TIN slouží pouze pro kontrolu správného vyplnění hodnot nadmořských výšek v atributech výškopisných mapových vrstev, není uvedený postup nutný - extrémní výchyly TIN jsou viditelné i bez uvedených úprav. Zařazením minimálního počtu mapových vrstev do procesu tvorby TIN se zároveň sníží časová náročnost výpočtu i šance, že tvorba TIN neproběhne z důvodu chybějících doplňkových mapových vrstev.

Automatizovaná tvorba TIN probíhá následujícím způsobem:

- 1) Je přezkoumáno, zda adresář zdrojových dat (adresářová cesta je vstupním parametrem skriptu – viz kapitola 5.4.3) obsahuje mapové vrstvy kót a vrstevnic. Pokud některá vrstva v adresáři není obsažena, tvorba TIN neproběhne.
- 2) V adresáři dat výsledků (vstupní parametr) je zkontrolována existence adresáře „!TIN“. Ten je případně nově vytvořen. (Do adresáře bude uložen výsledný digitální model terénu.)
- 3) V adresáři „!TIN“ je vytvořen prázdný TIN (nástroj *Create TIN*, název „TINxxxx_y_z“), který je následně zeditován za pomoci nástroje *Edit TIN* a jsou do něj doplněny informace z výškopisných mapových vrstev kót a vrstevnic (obě vrstvy jsou do TIN ukládány s parametrem „masspoints“, nadmořská výška jednotlivých bodů a linií je přebírána z atributu *Vyska*).
- 4) Získaný digitální model terénu je možné podrobit vizuální kontrole, nejlépe v programu ArcScene.

5.4.5 Práce s výslednými daty skriptu - „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“

Mapová vrstva „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“ představuje množinu vektorových mapových značek staveb, u nichž je na základě porovnání s podkladovým rastrem mapového listu třetího vojenského mapování pravděpodobné, že hodnota uchovávaná v atributu *Typ* vektorové mapové značky neodpovídá barvě mapové značky na podkladovém rastru. Mapová vrstva „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“ je odvozena od mapové vrstvy „stavby.shp“

(viz kapitola 5.4.3), a tak obsahuje mimo informací původní kontrolované mapové vrstvy staveb také informace převzaté z atributové tabulky „zonal.dbf“ (viz tamtéž).

Postup kontroly původní mapové vrstvy staveb („xxxx_y_z_Stavby.shp“) je následující:

- 1) V ArcMap jsou zobrazeny mapové vrstvy „xxxx_y_z_Stavby.shp“ (kontrolovaná mapová vrstva staveb), „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“ (mapová vrstva potenciálně chybných staveb) a rastrový mapový list třetího vojenského mapování, na jehož podkladě byla prováděna vektorizace.
- 2) Je zobrazena atributová tabulka mapové vrstvy „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“.
- 3) Postupným procházením atributové tabulky jsou kontrolovány hodnoty vyplněné v atributu *Typ* jednotlivých staveb, které byly určeny skriptem za potenciálně chybné, se skutečnou barvou odpovídající mapové značce stavby na rastrovém mapovém listu.
- 4) Je-li chyba atributu *Typ* vektorové mapové značky potvrzena, dojde k nápravě přímo v atributové tabulce kontrolované mapové vrstvy „xxxx_y_z_Stavby.shp“.

Pro zrychlení kontroly lze využít atributový sloupec *zonal.MEAN* mapové vrstvy „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“, na základě něž byly vybrány potenciálně chybné mapové značky staveb. Je-li hodnota atributu blízká mezní hodnotě intervalu hodnot červené barevné složky pro daný typ stavby (0,6 pro stavby typu „R“ a 0,53 pro stavby typu „B“), je pravděpodobné, že k chybě nedošlo a jde jen o výchylku poměru červené barevné složky v daném barevném odstínu. Pozornost je třeba věnovat především velkým výchyilkám hodnot.

Při kontrole je také vhodné využít zařazení všech staveb s atributem *Typ* „N“ mezi stavby potenciálně chybné. Tyto stavby se na mapách třetího vojenského mapování vyskytují méně často, zato obvykle ve větším počtu na jednom místě (zpravidla jde o hospodářské budovy rozlehlé usedlosti apod.). V případě, že je nalezena stavba typu „N“, je třeba prozkoumat v jejím okolí, zda další stavby stejného typu nebyly chybně zařazeny. (V některých případech může hodnota jejich atributu *zonal.MEAN* zapadat do intervalu chybně zadaného typu stavby a jejich chybné označení není skriptem rozpoznáno.)

V případě kontroly starších mapových vrstev staveb z doby, kdy stavby typu „N“ nebyly v zadání seminárních prací KMA/UGI zavedeny (školní rok 2006/2007 a starší), je dobré prohledat mapu před spuštěním skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ a pokusit se atributy těchto staveb opravit. Odlišení staveb typu „N“ od staveb ostatních typů není přesné (viz výše). V případě těchto vrstev je třeba věnovat zvýšenou pozornost také mapové vrstvě „xxxx_y_z_ChybyStaveb.shp“.

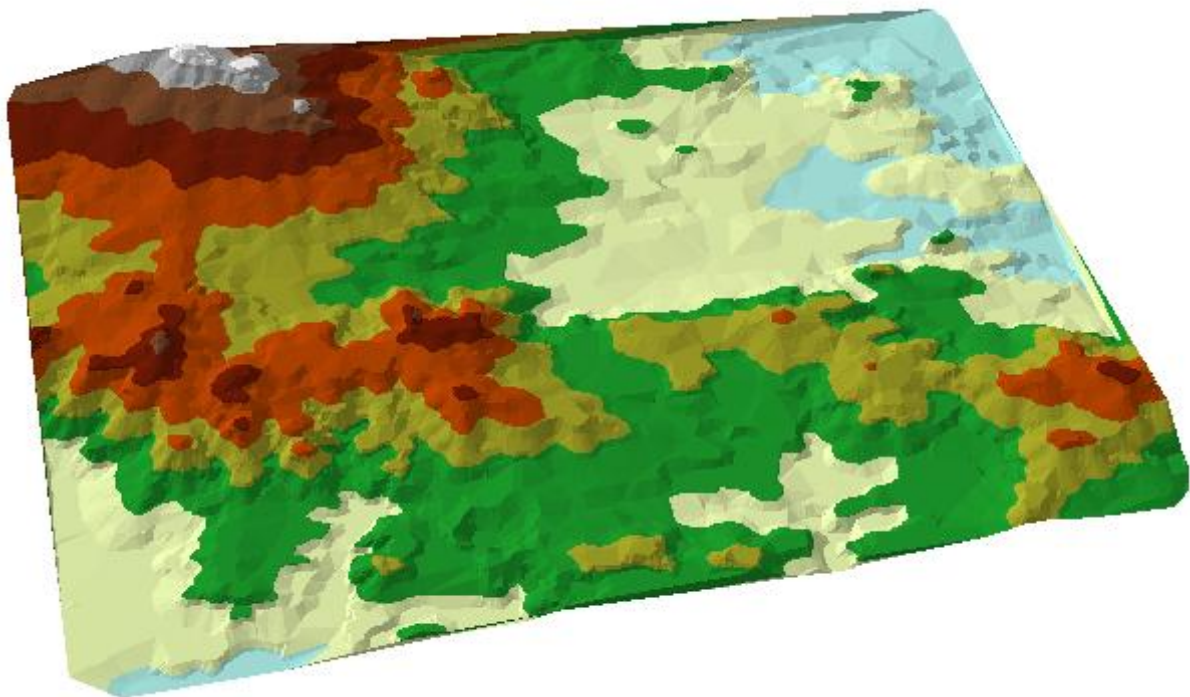
5.4.6 Práce s výslednými daty skriptu - „TINxxxx_y_z“

Digitální model terénu „TINxxxx_y_z“ je vytvořen na základě mapových vrstev kót a vrstevnic shodné nomenklatury čtvrtiny mapového listu třetího vojenského mapování

a slouží k odhalení překlepů a chybně určených nadmořských výšek kót a vrstevnic při jejich zadávání do atributů nově vznikajících vektorových mapových vrstev.

Chybně zadané nadmořské výšky kót a vrstevnic je možné nejlépe odhalit při trojrozměrném zobrazení vytvořeného TIN v ArcScene. Vyskytla-li se ve vektorové mapové vrstvě vrstevnice, nebo kóta s chybně zadanou nadmořskou výškou, v daném místě trojrozměrně zobrazeného TIN lze najít tvarovou anomálii reprezentovaného povrchu. Chybně zadané hodnoty nadmořských výšek je možné odhalit také při zobrazení TIN v ArcMap a jeho pokrytí texturou výškové hypsometrie.

Odstranění chybně zadaných nadmořských výšek musí probíhat přímo v kontrolovaných mapových vrstvách kót a vrstevnic v ArcMap na základě opětovného odvození nadmořské výšky kóty / vrstevnice na rastrovém mapovém listu třetího vojenského mapování. Ten bohužel není možné zobrazit v ArcScene ve 3D společně s TIN, pokud není TIN vytvořen z mapových vrstev všech čtvrtin mapového listu. (Dochází k namapování celého rastrového mapového listu na plochu TIN jeho čtvrtiny.)



Obr. 5.12: ArcScene – čtyřnásobně převýšený TIN4152_3_3 vytvořený skriptem „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“.

Po dokončení kontrol mapových vrstev staveb, kót a vrstevnic je znovu provedena kontrola dat skriptem „01-Kontrola a uložení do GDB“, v rámci níž jsou zkontrolovaná data uložena do geodatabáze.

5.4.7 Problémy zjištěné při tvorbě skriptu

Zásadním problémem skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ bylo odladění druhé části skriptu - tvorby TIN. Stejně jako v případě importu mapových vrstev shapefile do geodatabáze existují i v případě TIN omezení přípustných názvů, o nichž se však v nápovědě nástrojů pro tvorbu TIN nedozvíme.

Původní myšlenkou bylo nazvat vytvářený TIN „xxxx_y_z_TIN“. Při jeho automatizované tvorbě však docházelo k vyhlásování chyby, kdy nově vytvářený prázdný TIN nebyl vytvořen správně, a proto nemohla být provedena jeho editace.

Problém se nadále vyskytoval i v případě, kdy byl název nově tvořeného TIN rozšířen po vzoru názvů mapových vrstev ukládaných do geodatabáze přidáním písmene „x“ na první pozici (např. „x4153_3_1_TIN“).

Po změně názvu vytvářeného TIN na „TINxxxx_y_z“ problém vymizel.

Druhá chyba, na níž je třeba upozornit, je vyhlásována také v průběhu tvorby TIN. Při zakládání prázdného TIN (nástroj *Create TIN*) není akceptována definice souřadnicového systému S-JTSK, a to ani při jeho vytváření z rozhraní nástroje *Create TIN* v ArcToolbox. V nástroji *Edit TIN* neexistuje možnost změny souřadnicového systému, a tak jsou TIN vytvářeny skriptem bez určeného souřadnicového systému. Souřadnicový systém S-JTSK musí být do TIN zaveden po ukončení skriptu uživatelem v ArcCatalog.

5.4.8 Shrnutí

Vstupní parametry: Cesta adresáře s kontrolovanými daty

Cesta adresáře pro ukládání výstupů

Cesta adresáře s rastrovými mapovými listy třetího vojenského mapování

Výstup:

Mapová vrstva staveb podezřelých z chybného zadání atributů

Digitální model terénu (TIN) vytvořený z mapových vrstev kót a vrstevnic

Výpisy o průběhu kontrol (textový soubor v adresáři vstupních dat)

Omezení:

Skript nebyl testován pro použití v systému ArcGIS verze 9.1.

Nově vytvářené rastry červené složky podkladových rastrů zabírají na pevném disku počítače objem několika set MB.

Vytváření rastrů červené složky podkladových rastrů je výpočetně náročné – může trvat i několik minut.

Omezená možnost kontroly staveb typu „N“ (viz výše).

U nově vytvářených TIN není možné automaticky nastavit souřadnicový systém S-JTSK. (Možné pouze dodatečně v ArcCatalog.)

5.5 Skript „03-Kontrola dat v geodatabázi“

Třetí skript kontroly odevzdávaných seminárních prací z předmětu Úvod do GIS pracuje v geodatabázi vytvořené skriptem „01-Kontrola a uložení do GDB“. Jeho úkolem je zavést do všech v geodatabázi obsažených datových sad topologická pravidla. Kontroly se dále zaměřují na odhalení mapových prvků, jejichž kresba nebyla ukončena na hranici zadaného území čtvrtiny mapového listu (nedotahy a přetahy) pomocí nástroje ArcGIS Snapping.

Pokud tak nebylo učiněno již dříve, doplní skript do geodatabáze mapovou vrstvu vektorové reprezentace kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování, která vymezuje území zpracovávaná jednotlivými pracovními skupinami (viz kapitola 3.2). I této vrstvě jsou kontrolním skriptem nastavována topologická pravidla.

Většinu nalezených topologických chyb lze odstranit více způsoby a při jejich opravě je nutné zvažovat, zda se skutečně jedná o chyby. Automatické odstraňování nalezených chyb skriptem proto není možné. Úkolem skriptu je usnadnit uživateli práci při zakládání topologických pravidel a při hledání dalších chyb, které by mohly znesnadnit následné propojování dat do bežešvé mapy.

Kontrola dat v geodatabázi probíhá v následujícím pořadí operací:

- 1) Kontrola dostupnosti a nastavení licence ArcInfo
- 2) Načtení vstupních parametrů
- 3) Založení textového souboru pro ukládání informací o průběhu kontrol
- 4) Kontrola existence mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování v geodatabázi (datová sada Klad / Klad_T / Klad_T_OK – viz níže) a její případné doplnění.
- 5) Kontrola zavedení topologických pravidel do mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů, jejich případné doplnění.
- 6) Vyhledávání datových sad, u nichž neproběhly kontroly. (Název datové sady bez koncovky „_T“, „_T_OK“ – viz níže.)

Zavedení topologických pravidel. Kontrola dotažení mapových prvků na okraj zadaného území. Kontrola dalších vzájemných kolizí mapových prvků, nepodchytitelných topologickými pravidly.

5.5.1 Dostupnost licence ArcInfo

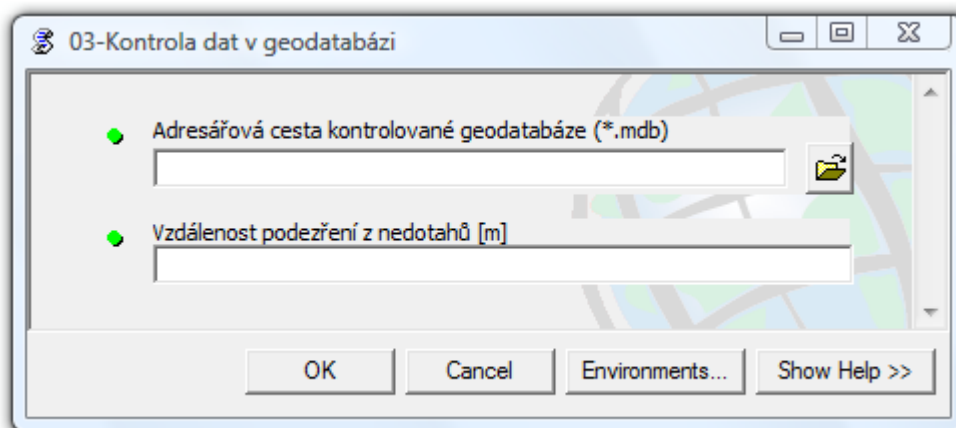
Při kontrolách dotažení mapových prvků na okraj zadaného území je používán nástroj ArcToolbox *Polygon To Line*, který je dostupný pouze při aktivovaném nejvyšším stupni licence systému ArcGIS – ArcInfo. Z toho důvodu je ihned po spuštění skriptu zkontrolován typ licence a licence ArcInfo je případně nastavena.

Pokud není licence ArcInfo k dispozici, skript končí vyhlášením chyby „LicenseError“.

5.5.2 Vstupní parametry

Vstupní parametry skriptu jsou, stejně jako v předchozích případech, zadávány před spuštěním samotného skriptu do uživatelského rozhraní ArcToolbox, ze kterého jsou skripty spouštěny v systému ArcGIS.

Skript vyžaduje zadání dvou parametrů – adresářové cesty kontrolované geodatabáze a hodnoty vzdálenosti od hranice území zadaného pro vektorizaci, v níž mají být hledány mapové prvky podezřelé z nedotažení vektorové kresby na hranici zadaného území.



Obr. 5.13: Skript „03-Kontrola dat v geodatabázi“ - rozhraní ArcToolbox pro zadávání vstupních parametrů.

5.5.3 Textový soubor s informacemi o kontrole

Skript vytváří automatický záznam průběhu kontrol v podobě textového souboru s názvem „!Topologie_NazevGDB-aa.txt“, kde „NazevGDB“ je název kontrolované geodatabáze převzatý ze vstupních parametrů a „aa“ automaticky generované dvojčíslí, které umožňuje archivaci starších výpisů o provedení kontroly.

Soubor je uložen v adresáři, v němž je uložena kontrolovaná geodatabáze.

5.5.4 Kontrola mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů

Skript kontroly dat v geodatabázi a skripty propojování mapových vrstev do bezešvé mapy používají při své práci části mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování (postup tvorby vrstvy viz kapitola 3.2). Proto je nutné, aby byla tato vrstva importována do geodatabáze a především zkontrolována, aby při další práci s touto mapovou vrstvou nedocházelo k chybným úpravám kontrolovaných a propojovaných dat.

Skript při prvním průchodu geodatabází kontroluje, zda v geodatabázi existuje datová sada Klad (Klad_T, Klad_T_OK⁶) a v ní mapová vrstva „Klad_III_VM“. Pokud mapová

⁶ Koncovky v názvech datových sad určují úroveň kontroly, kterou již data uložená v dané datové sadě absolvovala („_T“ – byla zavedena topologická pravidla; „_T_OK“ – data v datové sadě jsou bez topologických chyb).

vrstva kladu čtvrtin mapových listů v geodatabázi není, je do ní nově importována. V opačném případě má uživatel možnost zvolit nahrazení existující mapové vrstvy mapovou vrstvou novou.

Před vložením mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů do geodatabáze je provedena kontrola parametrů mapové vrstvy a vyplnění jejího atributu *CtvrtnaML*. (Kontrola je shodná s kontrolou, jíž prochází mapové vrstvy před importem do geodatabáze ve skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“ – viz kapitola 5.2.2). Pokud je při kontrole vkládané mapové vrstvy nalezena chyba, je informace vypsána do dialogového okna skriptu a do textového souboru s informacemi o průběhu kontrol, import mapové vrstvy neproběhne a skript je ukončen.

Na databázově uloženou mapovou vrstvu kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování jsou následně aplikována topologická pravidla – viz *Tab. 5.1*. (K jejich novému zavedení dojde pokaždé, když skript při průchodu geodatabází zjistí, že název datové sady, v níž je mapová vrstva uložena, není ukončen koncovkami „_T“ nebo „_T_OK“.)

Tab. 5.1: Topologická pravidla pro mapovou vrstvu kladu čtvrtin mapových listů (Význam pravidel viz „webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/pdf/Topology_rules_poster.pdf“)

Topologická pravidla pro vrstvu kladu ML	
Mapová vrstva	Pravidlo
Klad_III_VM	Must not overlap
Klad_III_VM	Must not have gaps

Samotná aplikace topologických pravidel nezaručuje, že je mapová vrstva po topologické stránce bezchybná. Musí dojít k samostatné topologické kontrole dat uživatelem.

Po založení topologické mapové vrstvy je datová sada přejmenována tak, že její název je rozšířen o koncovku „_T“.

Uživatel je informován, že z důvodu nutnosti provedení topologické kontroly mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů je nutné skript ukončit. Dále je instruován, aby po provedení topologické kontroly mapové vrstvy přejmenoval datovou sadu „Klad_T“ na „Klad_T_OK“. Dokud tomu tak nebude, skript bude vždy ukončen při prvním průchodu geodatabází s chybovým výpisem o neprovedené topologické kontrole mapové vrstvy.

Po provedení výpisů v dialogovém okně skriptu a do textového souboru je skript ukončen.

5.5.5 Kontrola mapových vrstev vektorizovaných mapových prvků

Při prvním průchodu skriptu geodatabází je zkontrolována existence datové sady s topologicky překontrolovanou mapovou vrstvou kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování (datová sada „Klad_T_OK“ – viz výše). Je-li datová sada nalezena

a obsahuje-li mapovou vrstvu kladu, je umožněno pokračování běhu skriptu kontrolou v geodatabázi uložených dat.

Skript prochází geodatabází a ve všech dosud nezkontrolovaných datových sadách (informace o provedených kontrolách jsou zobrazovány pomocí koncovek názvů datových sad „_T“ a „_T_OK“ – viz kapitola 5.5.4) provádí následující postup:

- 1) Založení topologických mapových vrstev polohopisu a výškopisu.
- 2) Naplnění topologických mapových vrstev daty a pravidly.
- 3) Validace topologických mapových vrstev.
- 4) Opakovaná aplikace nástroje *Select by Location* – nalezení kolizí mapových prvků, které není možné podchytit pomocí topologických pravidel.
- 5) Nalezení mapových prvků, které alespoň svou částí sahají mimo zadané území vektorizace (přetahy).
- 6) Nalezení mapových prvků podezřelých z nedokonalého napojení na okraj zadaného území vektorizace (nedotahy).
- 7) Přejmenování datové sady – doplnění názvu o koncovku „_T“.
- 8) Po vypsání závěrečných informací dojde k ukončení skriptu. Následuje oprava nalezených chyb uživatelem, případná opětovná kontrola dat a přejmenování datové sady - doplnění koncovky v názvu na „_T_OK“.

Při kontrolách jsou vynechány datové sady „Klad“/„Klad_T“/„Klad_T_OK“ (datová sada s mapovou vrstvou kladu mapových listů – viz výše), „Pomocny“ a „Bezesva“ (datové sady užívané při tvorbě bezešvé databáze – viz kapitola 6), které uchovávají data odlišné struktury.

5.5.6 Kontrola mapových vrstev – Topologická kontrola

Při topologické kontrole jsou do každé datové sady uloženy dvě topologické vrstvy "xaaa_b_c_Topo_Vysk" a "xaaa_b_c_Topo". („aaa_b_c“ – Nomenklatura čtvrtiny mapového listu shodná s názvem datové sady, v níž jsou topologické vrstvy uloženy.) Jedna topologická vrstva slouží ke kontrole polohopisu, druhá pro kontrolu výškopisu.

Důvodem pro zakládání dvou topologických vrstev bylo vzájemné ovlivňování mapových vrstev vrstevnic s ostatními mapovými vrstvami přes Cluster tolerance při umístění všech topologických pravidel do jedné topologické vrstvy. (Polohy mezilehlých bodů mapových prvků vrstevnic byly průměrovány s polohami mezilehlých bodů mapových prvků ostatních mapových vrstev a docházelo tak k deformacím původní mapové kresby.)

Po importu kontrolovaných dat do topologických vrstev je v topologických vrstvách definováno celkem 28 topologických pravidel – viz *Tab. 5.2*.

Tab. 5.2: Seznam zaváděných topologických pravidel. (Význam pravidel viz „webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/pdf/Topology_rules_poster.pdf“)

Topologická pravidla v topologické vrstvě		
Mapová vrstva 1	Pravidlo	Mapová vrstva 2
ArealySidel	Must not overlap	-
ArealySidel	Must not overlap with	Lesy
ArealySidel	Must not overlap with	Stavby
ArealySidel	Must not overlap with	VodniPlochy
Komunikace	Must not intersect or touch interior	-
Komunikace	Must not self intersect	-
Komunikace	Must be single part	-
Komunikace	Must not overlap with	VodniPlochy
Komunikace	Must not overlap with	Zeleznice
Lesy	Must not overlap	-
Lesy	Must not overlap with	Stavby
Lesy	Must not overlap with	VodniPlochy
Stavby	Must not overlap	-
Stavby	Must not overlap with	VodniPlochy
VodniPlochy	Must not overlap	-
VodniToky	Must not intersect or touch interior	-
VodniToky	Must not self intersect	-
VodniToky	Must not have pseudonodes	-
VodniToky	Must be single part	-
VodniToky	Must not overlap with	Zeleznice
Vrstevnice	Must not intersect or touch interior	-
Vrstevnice	Must not self intersect	-
Vrstevnice	Must be single part	-
Vrstevnice	Must not have pseudonodes	-
Zeleznice	Must not intersect or touch interior	-
Zeleznice	Must not self intersect	-
Zeleznice	Must be single part	-
Zeleznice	Must not have pseudonodes	-

Zavedením topologických pravidel a validací topologických vrstev končí automatická práce skriptu s topologií. Nalezené topologické chyby není možné snadno automaticky odstraňovat – tato práce zůstává na uživateli.

5.5.7 Kontrola mapových vrstev – Kolize nepodchytitelné topologickými pravidly

Mezi topologickými pravidly, která je možné zavést v topologických vrstvách, bohužel chybí pravidla pro vzájemný průnik polygonů a linií, případně linií a bodů. Pokud chceme najít místa, kde k takovýmto průnikům dochází (např. komunikace vedená stavbou, vrstevnice procházející kótou apod.), nezbyvá než zvolit postup využívající nástroje ArcToolbox *Select by Location*.

Pomocí nástroje *Select by Location (crossed_by_the_outline_of)* jsou definována pravidla zapovězených vzájemných kolizí mapových prvků (viz Tab. 5.3). Pokud jsou nástrojem *Select by Location* označeny některé mapové prvky, je proveden jejich export v podobě nové mapové vrstvy uložené v datové sadě příslušné čtvrtiny mapového listu. (Pokud by měla vzniknout prázdná mapová vrstva, není založena.) Názvy mapových vrstev, jejichž kolizí mapová vrstva vznikla, jsou uloženy v názvu nově vytvořené mapové vrstvy (např. „x4153_3_1_Koty_x_Vrstevnice“).

Tab. 5.3: Pravidla nad rámec možností topologických pravidel ArcGIS. (Kontrola vzájemných průniků prvků porovnávaných mapových vrstev. Porovnání s vrstvou „Klad_III_VM“ slouží pro určení přetahů vektorové kresby, případně pro rozpoznání vektorizace s chybně nastaveným souřadnicovým systémem – viz níže.)

Mapové vrstvy - kontrola vzájemného průniku	
Mapová vrstva 1	Mapová vrstva 2
ArealySidel	Komunikace
ArealySidel	Zeleznice
Stavby	Komunikace
Stavby	VodniToky
Stavby	Zeleznice
VodniPlochy	Komunikace
VodniPlochy	VodniToky
VodniPlochy	Zeleznice
Koty	Vrstevnice
ArealySidel	Klad_III_VM
Komunikace	Klad_III_VM
Koty	Klad_III_VM
Lesy	Klad_III_VM
Stavby	Klad_III_VM
VodniPlochy	Klad_III_VM
VodniToky	Klad_III_VM
Vrstevnice	Klad_III_VM
Zeleznice	Klad_III_VM

5.5.8 Kontrola vektorizace za hranicí zadaného území

Kontrola vektorizace za hranicí zadaného území je založena na stejném principu jako kontrola předchozí. Skript kontroluje, zda některý z mapových prvků neleží celý, nebo svou částí vně zadaného území vektorizace.

Nejprve je nástrojem *Select By Attributes* vybrána v mapové vrstvě „Klad_III_VM“ (topologicky zkontrolovaná mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů) polygonová reprezentace aktuálně kontrolované čtvrtiny mapového listu.

Kdyby bylo nutné vybrat pouze mapové prvky, které svou částí přesahují za hranice zadaného území, stačilo by nyní aplikovat pouze nástroj *Select by Location (crossed_by_the_outline_of)*. Skript by však nechával bez povšimnutí ty mapové prvky, které leží celé mimo zadané území. V extrémním případě by mohla kontrolou bez odhalení projít celá chybně zvektorizovaná mapová vrstva.

Rozšíříme-li požadavek na označení mapových prvků o mapové prvky ležící mimo zadané území, musíme kontrolu provést ve dvou krocích.

Každá z mapových vrstev uložených v datové sadě je porovnána s dříve vybranou polygonovou reprezentací kontrolované čtvrtiny mapového listu. Pomocí nástroje *Select by Location (contained_by)* jsou vybrány ty mapové prvky, které kompletně leží uvnitř polygonu čtvrtiny mapového listu. Provedeme-li změnu označení mapových prvků, *Select by Location (switch_selection)*, získáme seznam mapových prvků, které přinejmenším svou částí leží mimo zadané území.

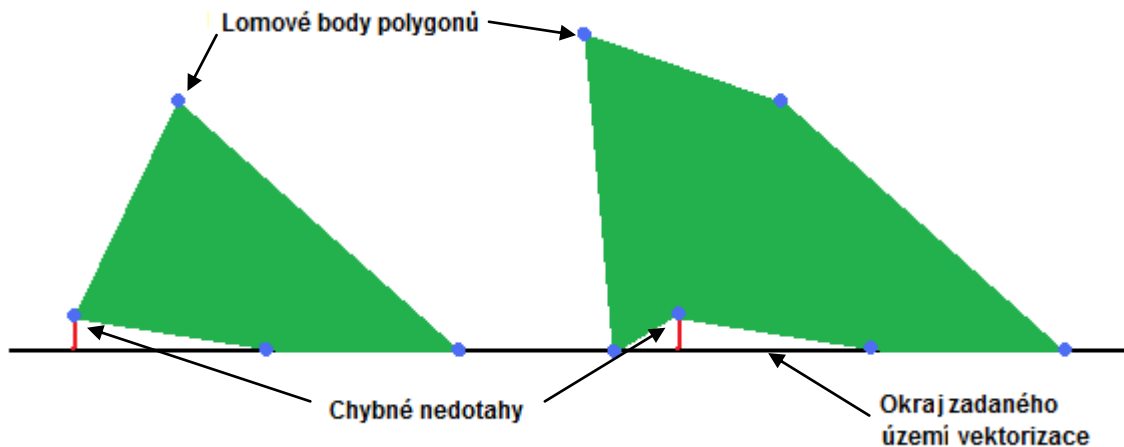
Další postup je shodný s postupem uvedeným výše. V případě, že byl vybrán alespoň jeden prvek, je výběr exportován v podobě nové mapové vrstvy (název např. „x4153_3_1_Klad_x_ArealySidel“) do příslušné datové sady.

V obou výše uvedených případech je možné provést odstranění nalezených chyb několika způsoby. V některých případech ani kolize mapových prvků nemusí být chybou (např. komunikace procházející po mostě přes vodní plochu). Kontrola a odstranění nalezených chyb je proto znovu na uživateli.

5.5.9 Kontrola nedotažených mapových prvků

K vytvoření mapové vrstvy potenciálně chybných mapových prvků podezřelých z nedotažení na hranici zadaného území již nástroj *Select by Location* nestačí.

Protože ani opakovanou aplikací nástroje *Select by Location* nevybereme mapové prvky, u nichž k chybě došlo pouze v jedné jejich části, musíme řešení hledat přímo na úrovni jednotlivých lomových (koncových) bodů mapových prvků. (Typickým případem může být vrstevnice, jejíž jeden konec leží na hranici zadaného území a druhý ne. Příklad chybného dotažení polygonů viz *Obr. 5.14.*)



Obr. 5.14: Nedotahy lomových bodů polygonů, které není možné nalézt pomocí nástroje „Select by Location“. Je nutná volba postupu hledání nedotažených lomových bodů.

Hledání lomových a koncových bodů mapových prvků, které jsou podezřelé z nedotažení na hranici zadaného území vektorizace, probíhá následujícím způsobem:

- 1) Jsou označeny mapové prvky, které leží v okolí okraje zadaného území (nástroj *Select by Location, within_a_distance*). Vzdálenost od okraje zadaného území, v níž jsou mapové prvky označovány, určuje uživatel jako vstupní parametr skriptu.
- 2) Je-li označen alespoň jeden mapový prvek, je pomocí nástroje *Feature Vertices To Points* vytvořena bodová mapová vrstva lomových bodů označených polygonů / koncových bodů označených linií.
- 3) Na nově vzniklou mapovou vrstvu je znovu aplikován nástroj *Select by Location*, pomocí něž jsou vybrány všechny lomové body ležící v zadané maximální vzdálenosti od okraje vektorizovaného území.
- 4) Od výběru jsou poslední aplikací nástroje *Select by Location* odebrány body ležící na hranici zadaného území.
- 5) Zbylá množina označených bodů je exportována v podobě nové mapové vrstvy do kontrolované datové sady (např. „x4153_3_1_ArealySidel_x_Nedotah“).
- 6) Pomocná bodová mapová vrstva, na níž byl aplikován select, je smazána.

Skript nerozlišuje, na které straně hranice zadaného území jsou body označovány. Jsou tak označovány i lomové body polygonů a koncové body linií, v nichž došlo k přetažení zadaného území.

Mohlo by se tedy zdát, že samostatná kontrola přetahů (viz kapitola 5.5.8) není nutná. Opak je však pravdou. Pokud by došlo k přetažení hranice o vzdálenost větší, než je vzdálenost zadaná uživatelem, v níž se hledají nedotažené body, mapové prvky by nebyly označeny. Stejný případ by nastal i v případě libovolného mapového prvku, který byl zvektorizován celou svojí plochou ve větší vzdálenosti od hranice zadaného území.

```

#-----
text = " 1/8 Nedotazene ArealySidel"
print text
soubor.write(text + "\n")
if gp.Exists(str(dataset)+"_ArealySidel_x_Nedotah") == 1:
    gp.delete_management(str(dataset)+"_ArealySidel_x_Nedotah")
if pom5[0] == "0":
    text = "    !Vrstva v databazi neexistuje. Pravidlo nebude aplikovano.\n"
    print text
    soubor.write(text + "\n")
else:
    # Promenna "pocet" nese pocet oznacenyh prvku. Je-li = 0, nema cenu neco delat
    pocet = gp.SelectLayerByLocation(str(dataset) + "_ArealySidel_lyr", "WITHIN_A_DISTANCE",
"Klad_"+str(dataset)[1:]+ "_line_lyr",str(vzdal)+" Meters", "NEW_SELECTION")
    pocet = gp.GetCount_management(pocet)
    if pocet > 0:
        # Vytvarim body
        gp.FeatureVerticesToPoints_management(str(dataset)+"_ArealySidel_lyr", str(dataset)+"_Arealy_body")
        # Tvorim layer
        gp.MakeFeatureLayer(str(dataset)+"_Arealy_body", str(dataset)+"_Arealy_body_lyr")
        # Vyberu body lezici v zadane vzdalenosti od kladu
        gp.SelectLayerByLocation(str(dataset)+"_Arealy_body_lyr", "WITHIN_A_DISTANCE",
"Klad_"+str(dataset)[1:]+ "_line_lyr",str(vzdal)+" Meters", "NEW_SELECTION")
        # Odebiram body lezici na kladu
        pocet = gp.SelectLayerByLocation(str(dataset)+"_Arealy_body_lyr", "INTERSECT",
"Klad_"+str(dataset)[1:]+ "_line_lyr", "", "REMOVE_FROM_SELECTION")
        pocet = gp.GetCount_management(pocet)
        if pocet > 0:
            # Exportuji vybrane body do shp
            gp.CopyFeatures(str(dataset)+"_Arealy_body_lyr",str(dataset)+"_ArealySidel_x_Nedotah")
        else:
            text = "    ->Vsechny lomove body lezi na hranici zadaneho uzemi. Neni co exportovat."
            print text
            soubor.write(text + "\n")
        # Mazu pomocnou vrstvu ..._Arealy_body a její layer
        gp.Delete_management(str(dataset)+"_Arealy_body_lyr")
        gp.Delete_management(str(dataset)+"_Arealy_body")
    else:
        text = "    !!!Nebyl vybrán žádný prvek. Ve vzdalenosti "+str(vzdal)+"m od okraje zadaneho uzemi se
nenachazi žádný polygon areálu sídel."
        print text

```

Obr. 5.15: Ukázka zdrojového textu skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“, nalezení lomových bodů podezřelých z nedotažení (areály sídel).

5.5.10 Shrnutí

Kontrolní skript „03-Kontrola dat v geodatabázi“ je z hlediska počtu prováděných kontrol nejrozsáhlejší. Tomu odpovídá i jeho časová náročnost. Provedení všech kontrol pro data o rozsahu jedné datové sady zabere čas několika minut. Doba zpracovávání dat se zvyšuje úměrně počtu datových sad, které do kontroly vstupují. Díky plné automatizaci skriptu však není nutná neustálá přítomnost uživatele.

Výše uvedené kontroly (kapitoly 5.5.7, 5.5.8 a 5.5.9) může uživatel v případě potřeby provést osobně v ArcMap za pomoci nástrojů ArcToolbox. V případě, že je potřeba vygenerovat všechny kontrolní mapové vrstvy znovu, stačí v geodatabázi odstranit koncovku „_T“ z názvu kontrolované datové sady a opětovně spustit kontrolní skript. (Existující mapové vrstvy jsou skriptem mazány a nahrazovány novými s aktuálními výsledky kontroly.)

Vstupní parametry: Adresářová cesta kontrolované geodatabáze

Vzdálenost, v níž jsou hledány body podezřelé z nedotahů [m].

(Vektorová mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování – není-li již v geodatabázi uložena.)

Výstup:

Výpisy o průběhu kontroly

Dvě topologické vrstvy v každé z kontrolovaných datových sad (28 topologických pravidel v každé mapové sadě)

Až 26 kontrolních mapových vrstev v každé z kontrolovaných datových sad dle počtu nalezených kolizí mapových prvků.

(Topologická mapová vrstva se dvěma pravidly pro mapovou vrstvu kladu čtvrtin mapových listů.)

Omezení:

Skript pracuje pouze při dostupné licenci ArcInfo.

5.6 Skript „04-Export chybových shp z geodatabáze“

Skript slouží k hromadnému exportování vygenerovaných kontrolních vrstev předchozího skriptu z geodatabáze do formátu shapefile. Vytvořen byl za účelem usnadnění komunikace mezi cvičícím a studenty při odevzdávání a kontrole seminárních prací. (Studentům jsou v rámci kontrol odesílány vygenerované chybové mapové vrstvy spolu s informacemi o průběhu kontroly.)

Do formátu shapefile jsou exportovány všechny kontrolní mapové vrstvy vygenerované předchozím skriptem, mimo obsahu vrstev topologických. Informace uložené v topologických vrstvách bohužel není možné z geodatabáze exportovat.

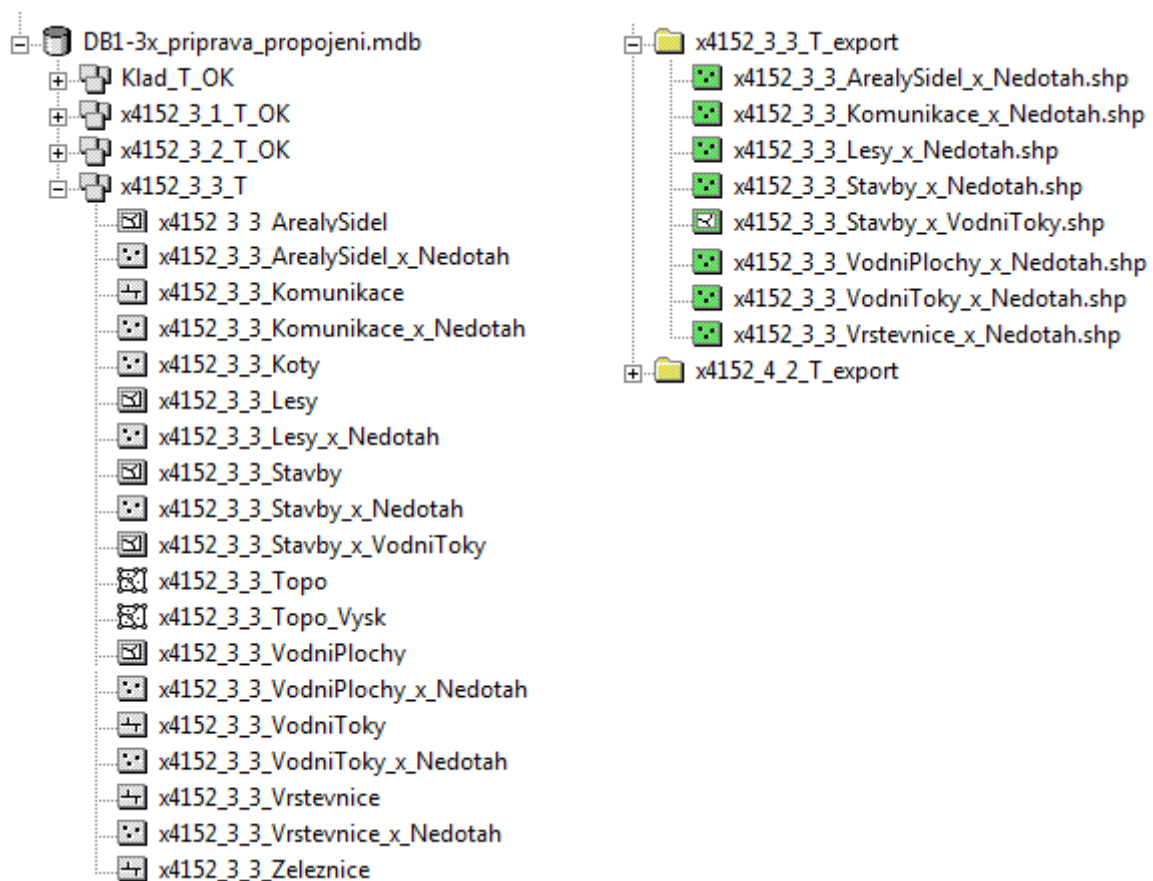
Mapové vrstvy jsou z geodatabáze exportovány do uživatelem zadaného adresáře tak, že pro každou z datových sad, pro niž je export prováděn, je zakládán v cílovém adresáři nový

adresář s názvem odpovídajícím názvu datové sady. Pokud již uvedený adresář existuje, uživatel může zvolit mezi jeho přemazáním nebo ukončením skriptu.

Po spuštění skriptu, jehož vstupními parametry jsou adresářová cesta geodatabáze a cesta adresáře, do něž má být proveden export kontrolních mapových vrstev, je provedena analýza obsahu geodatabáze. Pro export kontrolních vrstev přicházejí v úvahu pouze ty datové sady, u nichž proběhl skript „03-Kontrola dat v geodatabázi“, ale které zároveň ještě nebyly uživatelem zkontrolovány (název datové sady s koncovkou „_T“).

Názvy datových sad, u nichž je možný export dat, jsou vypsány v dialogovém okně skriptu. Uživatel pak může zvolit export kontrolních mapových vrstev z jedné z nabízených datových sad, nebo ze všech uvedených datových sad najednou.

Informace o exportu kontrolních vrstev jsou opět ukládány do textového souboru („!Export_topo_chyb-aa.txt“). Soubor je uložen v adresáři společně s geodatabází, z níž je export dat prováděn. Stejně jako v předchozích případech je jeho název upraven tak, aby při opakovaném spuštění skriptu nedošlo k přepsání starších verzí textových souborů.



Obr. 5.16: Struktura datové sady geodatabáze po kontrole provedené skriptem „03-Kontrola dat v geodatabázi“ a z ní exportované kontrolní mapové vrstvy ve formátu shapefile.

5.6.1 Shrnutí

Vstupní parametry: Adresářová cesta geodatabáze, z níž mají být data exportována
Cesta cílového adresáře pro exportovaná data

Výstup: Výpis o průběhu exportu kontrolních vrstev
Exportované chybové mapové vrstvy shapefile, tříděné v cílovém adresáři dle zdrojových datových sad.

Omezení: Z geodatabáze není možné exportovat data (nalezené chyby) z topologických vrstev.

6. Tvorba bezešvé databáze

Po kompletním zkontrolování odevzdaných dat (po poslední kontrole je název datové sady se zkontrolovanými daty doplněn o koncovku „_T_OK“) je možné přistoupit ke tvorbě bezešvé databáze.

Tvorba bezešvé databáze sestává ze třech kroků:

- 1) Vzájemné navázání mapových prvků na hranicích zpracovávaných území (čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování) za pomoci skriptu „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“. (Nezávislé mapové vrstvy bezešvé a připojované mapové vrstvy.)
- 2) Kontrola automaticky napojených mapových prvků uživatelem a případná editace.
- 3) Propojení upravených dat do jedné mapové vrstvy a náhrada původní mapové vrstvy bezešvé mapy skriptem „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“.

Výše uvedený postup je aplikován na databázově uložená data.

Skript „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“ pracuje pouze při dostupné licenci ArcInfo. Ostatní licence systému ArcGIS nedovolují spustit nástroj *Polygon To Line* z ArcToolbox, který je pro běh skriptu potřebný.

Skripty nejsou určeny pro spouštění pod ArcGIS verze 9.1. (Ve skriptu „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“ dochází při každém jeho spuštění k zakládání nových datových sad. Ty by nebylo možné pod ArcGIS 9.1 plnit daty v souřadnicovém systému S-JTSK – viz kapitola 5.2.5.)

Informace o průběhu zpracování dat jsou uchovávány v textových souborech s možností archivace, uložených v adresáři pracovní geodatabáze.

6.1 Skript „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“

Skript je určen k automatickému napojení mapových prvků připojované a bezešvé mapové vrstvy. Na hranicích zpracovávaných území (čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování) dochází k úpravě polohy lomových bodů polygonů a koncových bodů linií sousedních mapových vrstev. Změna geometrie probíhá zprůměrováním souřadnic nejbližších sousedních bodů bezešvé a připojované mapové vrstvy.

Skript vychází z předpokladu existence bezchybných dat, která prošla všemi výše popsanými kontrolami – tedy dat topologicky čistých, bez přetahů vektorové kresby přes hranice zpracovávaného území a se všemi mapovými prvky, které na rastrovém podkladu přesahují hranice zadaného území, ukončenými na jeho hranicích (využití nástroje „Snapping“ lišty Editor v ArcMap).

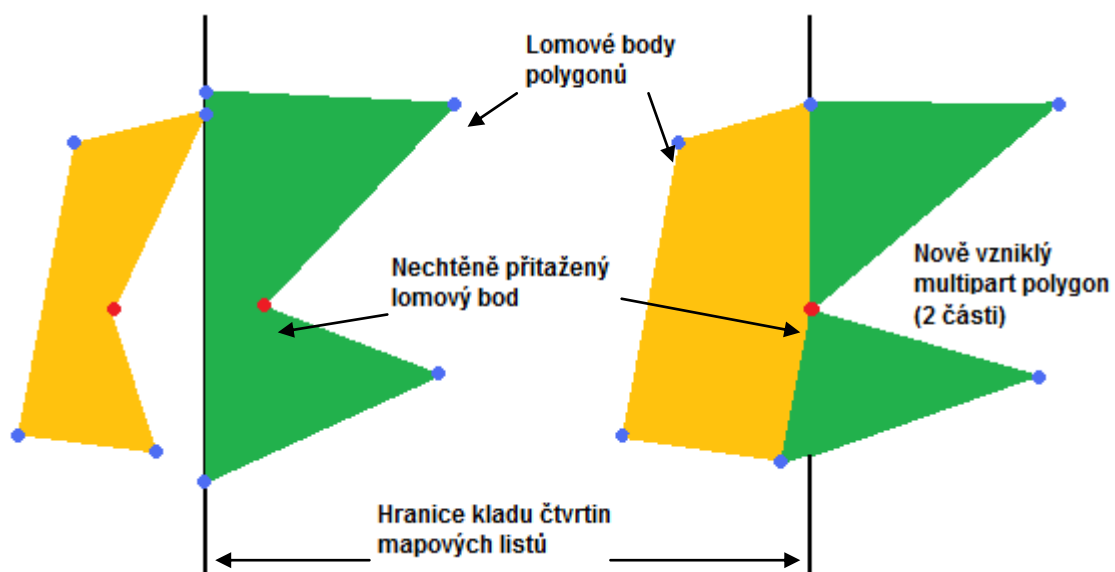
Vstupním parametrem skriptu je cesta mapové vrstvy, která má být do bežešvé mapy připojena. (Mapové vrstvy mohou být propojovány pouze v rámci geodatabáze, v níž jsou uloženy.) To, že mapová vrstva prošla všemi výše popsanými kontrolními postupy, skript ověřuje kontrolou názvu datové sady, v níž je mapová vrstva uložena. (Název datové sady musí být doplněn koncovkou „_T_OK“.) Nemá-li název datové sady požadované parametry, k editaci dat nedojde a skript je předčasně ukončen.

6.1.1 Metodika napojování mapových prvků

Vzájemné napojování mapových prvků v místě hranice zpracovávaných území (čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování) je prováděno průměrováním polohy lomových bodů polygonů a koncových bodů linií sousedních mapových vrstev.

Původní myšlenkou bylo provádět průměrování poloh těchto lomových bodů polygonů a koncových bodů linií, které leží v určité maximální kolmé vzdálenosti od hranice zpracovávaných území. Pokud by tento postup fungoval, nebylo by nutné trvat na striktním navazování mapových prvků na hranice čtvrtin mapových listů. Ve skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“ by pak nemusela být prováděna kontrola nedotahů a zjednodušily by se opravy prováděné uživatelem.

Docházelo však k narušování geometrie komunikací a vodních toků, které končily v blízkosti hranice zpracovávaného území. U polygonů také v některých případech docházelo k nechtěnému přitažení lomového bodu z opačné strany polygonu na hranici zpracovávaného území, nebo za ni (viz Obr. 6.1). Vzniklé „multipart“ polygony (dva a více polygonů reprezentovaných jedním záznamem v atributové tabulce) skript vyhodnotil jako neočekávané podmínky a končil chybou.

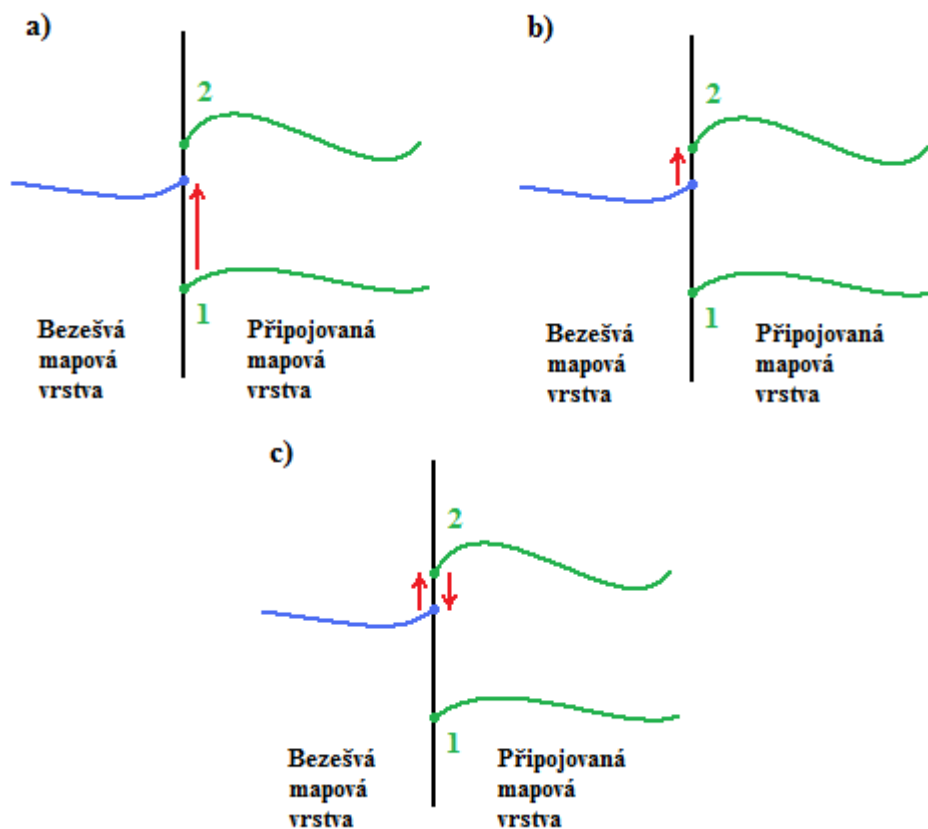


Obr. 6.1: Vznik „multipart“ polygonu vlivem chybného přitažení lomového bodu polygonu na hranici zpracovávaného území. (Zamítnutý postup napojování mapových prvků.)

Z těchto důvodů byla metodika napojování mapových prvků upravena tak, že dochází k průměrování souřadnic pouze u těch lomových / koncových bodů mapových prvků, které byly dotaženy na hranici zpracovávaného území.

Aby bylo možné zaručit dotažení všech požadovaných mapových prvků na hranici zpracovávaného území, musely být ve skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“ doplněny další kontrolní mechanizmy (viz kapitola 5.5.9).

Polohy lomových a koncových bodů mapových prvků bezešvé a připojované mapové vrstvy jsou měněny na základě podmínky jejich nejmenší vzájemné vzdálenosti. Nejprve je pro zvolený lomový (koncový) bod mapového prvku připojované mapové vrstvy nalezen nejbližší lomový (koncový) bod mapových prvků bezešvé mapové vrstvy. Poté je provedena zpětná kontrola blízkosti bodů – zda pro nalezený bod mapového prvku bezešvé mapové vrstvy neexistuje v připojované mapové vrstvě jiný bod, který by byl blíže. Pokud je při zpětné kontrole nalezen jiný, bližší bod připojované mapové vrstvy, ke vzájemnému napojení bodů nedochází.



Obr. 6.2: Podmínka nejmenší vzájemné vzdálenosti napojovaných bodů.

a) Z koncového bodu linie „1“ je nalezen nejbližší koncový bod linie v sousední mapové vrstvě. b) Zpětná kontrola z bodu bezešvé mapové vrstvy nachází jiný bližší koncový bod.

Napojení linií není možné. c) Skript pokračuje s následujícím koncovým bodem linie připojované mapové vrstvy (linie „2“). Vzájemná blízkost bodů je potvrzena zpětnou kontrolou, napojení linií zprůměrováním poloh jejich koncových bodů může proběhnout.

U mapových vrstev vrstevnic a staveb je dále kontrolována shoda atributů napojovaných mapových prvků – nesmí být napojeny vrstevnice o rozdílné nadmořské výšce, nebo stavby rozdílného typu. V případě komunikací se kontrola atributů neprovádí. Může nastat situace, kdy na hranici čtvrtiny mapového listu dochází k napojení komunikací různých tříd.

Pokud je prokázáno, že jde o dva nejbližší lomové (koncové) body mapových prvků připojované a bezešvé mapové vrstvy a atributy mapových prvků výše uvedených mapových vrstev jsou shodné, následuje vzájemné navázání mapových prvků – zprůměrováním poloh jejich lomových (koncových) bodů. (Body mapových prvků obou mapových vrstev jsou přesunuty na střed jejich pomyslné spojnice.)

Vzdálenost, v níž jsou hledány nejbližší lomové (koncové) body aktuálně zpracovávaného bodu, je omezena dvanácti metry pro liniové mapové vrstvy a mapové vrstvy lesů. U mapových vrstev staveb, vodních ploch a areálů sídel byla tato vzdálenost snížena na čtyři metry.

Hodnota 12 m byla stanovena na základě pokusných měření na stycích několika čtvrtin mapových listů. Snížená hodnota 4 m vychází z obvyklé délky kratší strany polygonů staveb (cca 10 m). Minimalizuje se tak možnost vzájemného napojení protilehlých rohů napojovaných polygonů. U mapových vrstev vodních ploch a areálů sídel byla čtyřmetrová vyhledávací vzdálenost zvolena z důvodu menší rozlohy mapových prvků a menších vzdáleností lomových bodů jednotlivých polygonů v porovnání s polygony lesů.

Hodnoty maximální vzdálenosti, v níž jsou sousední lomové (koncové) body hledány, jsou ve skriptu pevně nastaveny. V případě potřeby je možné provést jejich změnu ve zdrojovém kódu skriptu.

U mapových vrstev kót není třeba provádět vzájemné napojování mapových prvků. Je pouze překontrolováno, zda data z dané čtvrtiny mapového listu nebyla do bezešvé mapy vložena již dříve. (Kontrola přetažení zadaného území čtvrtiny mapového listu je prováděna v kontrolním skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“.)

6.1.2 Postup napojování mapových prvků

Pro účely práce skriptu jsou v geodatabázi zakládány dvě nové datové sady: „Bezesva“ a „Pomocny“.

Datová sada „Bezesva“ je v geodatabázi založena pouze jednou a dále schraňuje data bezešvých mapových vrstev. Ty nesou název původních mapových vrstev dílčích území (např. „ArealSidel“, „Komunikace“, ... – viz *Tab. 3.1*). Odstraněno je pouze předčíslení v podobě nomenklatury čtvrtiny mapového listu třetího vojenského mapování.

V datové sadě „Pomocny“ probíhá napojování mapových prvků sousedních čtvrtin mapových listů. Data připojované i bezešvé mapové vrstvy jsou do této datové sady zkopírována a všechny úpravy včetně konečných úprav dat uživatelem probíhají na těchto

kopiích mapových vrstev. Tím je zajištěna možnost návratu k původním datům v případě vzniku jakéhokoliv problému. Teprve po kontrole vzájemně napojených dat uživatelem nakopíruje skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“ data z kopie připojované mapové vrstvy do kopie bezešvé mapové vrstvy. Takto upravenou mapovou vrstvou je nahrazena bezešvá mapová vrstva v datové sadě „Bezesva“.

Protože při napojování mapových prvků vzniká vyšší počet pomocných mapových vrstev (nejsou průběžně mazány, aby pomohly uživateli při kontrole napojených dat), je při každém novém spuštění skriptu datová sada „Pomocny“ přemazána. Dojde tak ke ztrátě všech v ní doposud uložených dat, včetně mapových vrstev s mapovými prvky napojenými při předešlém běhu skriptu. Na tuto situaci je uživatel před smazáním dat skriptem upozorněn a jejich odstranění musí potvrdit. V případě, že přemazání datové sady odmítne, je skript ukončen.

Vzájemné napojování mapových prvků probíhá dle následujícího postupu:

1) Kontrola parametrů připojované mapové vrstvy.

- Kontrola provedení všech kontrol („T_OK“ v názvu datové sady).
- Kontrola názvu mapové vrstvy. Všechny kontrolní mapové vrstvy zakládáné v datové sadě kontrolními skripty nesou v názvu kombinaci znaků „_x_“ (např. „x4153_3_1_Lesy_x_Stavby“). Tu název připojované mapové vrstvy nesmí obsahovat. Název připojované mapové vrstvy musí zároveň odpovídat názvovým konvencím vektorizovaných dat v geodatabázi (např. „x4153_3_1_Lesy“).
- Kontrola typu mapové vrstvy.

2) Založení textového souboru pro uchovávání informací o napojování mapových prvků. (Název souboru „!Napojovani_map_prvku-aa.txt“; „aa“ – dvojciferné číslo umožňující zálohování více textových souborů; Soubor je umístěn v adresáři aktuální geodatabáze.)

3) Odvození názvu bezešvé mapové vrstvy. (Název zdrojové mapové vrstvy bez předčíslení. Např. „x4153_3_1_Lesy“ -> „Lesy“)

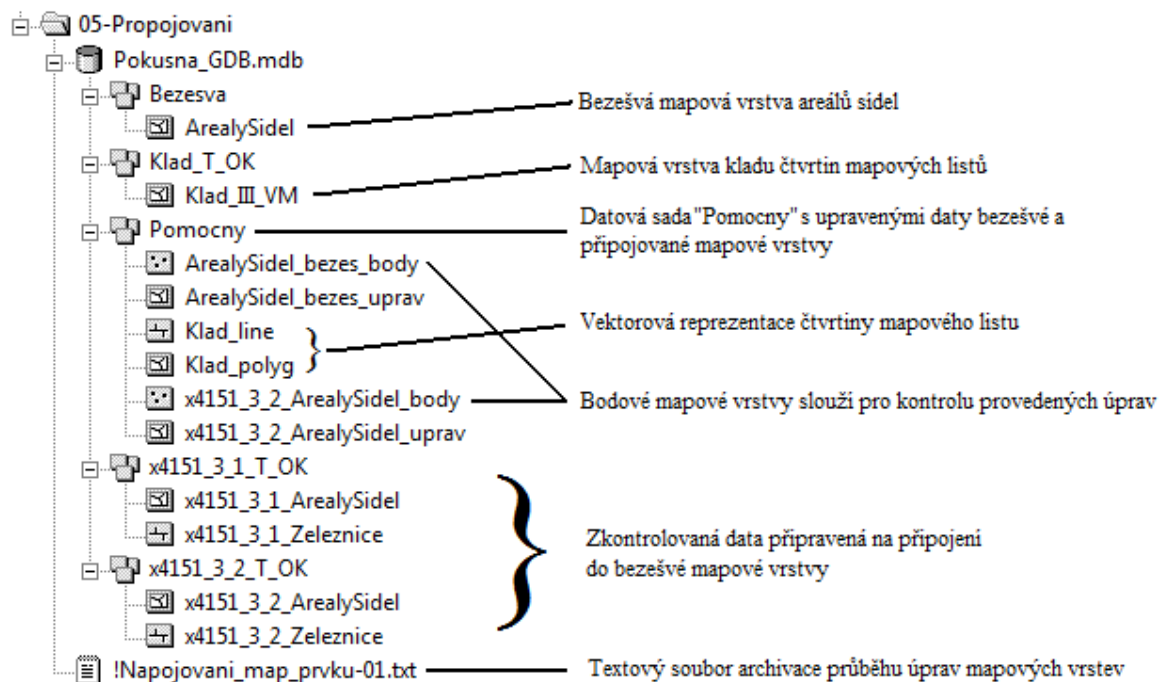
4) Kontrola existence a případné doplnění datových sad „Bezesva“ (pro data bezešvé mapy) a „Pomocny“ (pro pomocné mapové vrstvy potřebné při úpravách mapových vrstev).

- Pokud dosud datová sada „Bezesva“ neexistovala, neexistují žádná bezešvá data, s nimiž by bylo nutné mapové prvky připojované mapové vrstvy propojovat. Nově připojovaná mapová vrstva je uložena přímo do datové sady „Bezesva“ a skript je ukončen. Skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“ není nutné spouštět.

- Stejně se skript zachová, neexistuje-li v datové sadě „Bezesva“ mapová vrstva odpovídající připojované mapové vrstvě.
- 5) Do datové sady „Pomocny“ je zkopírována bezešvá mapová vrstva, na níž budou dále prováděny potřebné úpravy pro připojení dalších mapových prvků.
- Název bezešvé mapové vrstvy, která má být do datové sady „Pomocny“ zkopírována, je odvozen od názvu připojované mapové vrstvy.
 - Název kopie bezešvé mapové vrstvy je v datové sadě „Pomocny“ pro snadnější rozpoznání rozšířen o „_bezes_uprav“ (tedy např. „ArealySidel_bezes_uprav“).
- 6) V datové sadě „Pomocny“ je vytvořena polygonová a liniová vektorová reprezentace hranic připojované čtvrtiny mapového listu (vrstvy „Klad_polyg“ a „Klad_line“):
- Z názvu připojované mapové vrstvy je získána nomenklatura čtvrtiny mapového listu (např. „x4153_3_1_Lesy“ -> „4153_3_1“).
 - Je zkontrolována přítomnost topologicky překontrolované mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů v geodatabázi (existence datové sady „Klad_T_OK“ a v ní uložené mapové vrstvy „Klad_III_VM“). Není-li mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů nalezena, skript vyhlašuje chybu a je ukončen.
 - Z mapové vrstvy „Klad_III_VM“ je exportován polygon reprezentující připojovanou čtvrtinu mapového listu (mapová vrstva „Klad_polyg“ v datové sadě „Pomocny“).
 - Z polygonové mapové vrstvy „Klad_polyg“ je odvozena liniová mapová vrstva „Klad_line“. (Nástroj *Polygon to Line* z ArcToolbox je dostupný pouze při nastavené licenci ArcInfo.)
- 7) Je provedena kontrola, zda již nejsou data připojované čtvrtiny mapového listu obsažena v bezešvé mapové vrstvě:
- Pomocí nástroje *Select by Location* z ArcToolbox jsou označeny mapové prvky bezešvé mapové vrstvy, které leží v místě polygonu „Klad_polyg“ (reprezentace připojované čtvrtiny mapové vrstvy).
 - Jsou-li nalezeny mapové prvky ležící v místě nově připojované mapové vrstvy (počet označených mapových prvků > 0), je uživatel informován výpisem v dialogovém okně skriptu. Informace je zapsána do textového souboru a skript je ukončen.
- 8) Do datové sady „Pomocny“ je zkopírována připojovaná mapová vrstva (název rozšířen o „_uprav“ – např. „x4153_3_1_ArealySidel_uprav“). Na této kopii jsou poté prováděny úpravy, čímž je zaručena možnost návratu k původním datům při výskytu

jakéhokoliv problému. Původní mapová vrstva zůstává v geodatabázi uložena i po připojení jejích dat do bezešvé mapové vrstvy.

Pro mapové vrstvy kót je skript v tomto místě ukončen. Je zkontrolováno, že data připojované mapové vrstvy dosud v bezešvé mapové vrstvě nejsou uložena. Ostatní potřebné kontroly proběhly v předchozích skriptech a není nutné provádět napojování mapových prvků. Je tedy možné přistoupit přímo k propojení mapových vrstev (skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“).



Obr. 6.3: Struktura geodatabáze vytvářená skriptem „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“

- 9) Na kopie mapových vrstev připojované a bezešvé mapové vrstvy jsou v datové sadě „Pomocny“ aplikovány postupy vzájemného napojení mapových prvků (viz kapitola 6.1.3).
- 10) Po vzájemném napojení sousedních mapových prvků propojovaných mapových vrstev jsou provedeny konečné výpisy a skript je ukončen.

6.1.3 Funkce „napojPrvky“ a „zmenGeom“

Pro vlastní napojování mapových prvků v kopiích bezešvé a připojované mapové vrstvy v datové sadě „Pomocny“ jsou ve skriptu „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“ vytvořeny funkce „napojPrvky“ a „zmenGeom“.

Funkce „napojPrvky“ upravuje vstupní mapové vrstvy a vyhledává dvojice lomových bodů polygonů / koncových bodů linií, které mají být vzájemně napojeny. Funkce

„zmenGeom“ pak na základě informací předaných funkcí „napojPrvky“ provádí vlastní změnu geometrie polygonových a liniových mapových prvků.

a) Funkce „napojPrvky“

Do funkce „napojPrvky“ jsou z hlavní části skriptu předávány následující parametry:

- Objekt Geoprocessor. (Zajišťuje přístup programovacího jazyka Python do knihovny nástrojů ArcGIS.)
- Vzdálenost, v níž jsou hledány lomové body polygonů a koncové body linií pro vzájemné napojení (viz níže).
- Adresářová cesta datové sady „Pomocny“.
- Název připojované mapové vrstvy.
- Název bezešvé mapové vrstvy.
- Typ upravovaných mapových vrstev (Polyline / Polygon) – od něj se odvíjí některé dílčí úpravy mapových vrstev.
- Objekt textového souboru pro ukládání informací o průběhu napojování mapových prvků.

K napojování mapových prvků dochází průměrováním polohy nejbližších lomových bodů polygonů a koncových bodů linií. Maximální vzdálenost napojovaných bodů je 12m v případě liniových mapových vrstev a mapové vrstvy lesů, pro ostatní mapové vrstvy platí maximální vzdálenost bodů 4m (viz kapitola 6.1.1).

Aby mohl skript přistupovat k jednotlivým lomovým bodům polygonů a koncovým bodům linií, je zapotřebí provést následující úpravy:

- 1) V upravovaných mapových vrstvách dojde ke zkopírování atributu „OBJECTID“ (index mapového prvku v atributové tabulce) do atributu „Id“.
 - Atribut „OBJECTID“ není přístupný pro nástroje ArcToolbox. Index je však potřebný pro určení mapového prvku, u něžž má dojít k úpravě geometrie. Je proto zkopírován do atributu „Id“, k němuž je možné pomocí nástrojů ArcToolbox přistupovat.
- 2) Vzájemné napojování lomových bodů polygonů a koncových bodů linií probíhá pouze u bodů, které leží na hranici zpracovávaného území. V upravovaných mapových vrstvách jsou proto nejprve vybrány ty mapové prvky, které se dotýkají hranice zpracovávaného území.
- 3) Na vybrané mapové prvky je aplikován nástroj *ArcToolbox Feature Vertices To Points*. Ten vytvoří v datové sadě „Pomocny“ bodové mapové vrstvy (např. „ArealySidel_bezes_body_pom“). Mapové vrstvy (jedna pro připojovanou a jedna pro bezešvou mapovou vrstvu) obsahují všechny lomové body výše vybraných polygonů, nebo oba koncové body výše vybraných linií.

(Do bodových mapových vrstev jsou zkopírovány všechny atributy původních mapových vrstev mimo „OBJECTID“. Pokud by nedošlo ke zkopírování obsahu atributového sloupce „OBJECTID“ do atributového sloupce „Id“, došlo by ke ztrátě provázanosti bodů na jejich zdrojové mapové prvky a nebylo by možné provést úpravy geometrie.)

- 4) V pomocných bodových mapových vrstvách jsou vybrány pouze ty body, které leží na hranici zpracovávaného území (mapová vrstva „Klad_line“ v datové sadě „Pomocny“). Vybrané body jsou uloženy do finálních mapových vrstev (např. „ArealySidel_bezes_body“), s jejichž pomocí následně probíhá úprava geometrie zdrojových polygonových a liniových mapových vrstev. Pomocné bodové vrstvy jsou poté smazány.
- 5) Do atributové tabulky mapové vrstvy bodů připojované mapové vrstvy (např. „x4153_3_1_ArealySidel_body“) jsou pomocí nástroje *Add XY* z ArcToolbox přidány atributy obsahující souřadnice bodů v souřadnicovém systému JTSK („POINT_X“, „POINT_Y“)⁷.
- 6) Na obě bodové mapové vrstvy (body připojované a bezešvé mapové vrstvy) je aplikován nástroj ArcToolbox *Near*. Nástroj hledá v okolí bodů jedné z mapových vrstev jim nejbližší body sousední vrstvy. (Při vyhledávání je nastavena maximální vzdálenost, v níž jsou sousední body hledány – viz výše.)

Do atributových tabulek mapových vrstev jsou ukládány hodnoty „OBJECTID“ nejbližších bodů sousední mapové vrstvy (do atributu „NEAR_FID“) a jejich vzdálenost (atribut „NEAR_DIST“).

Do atributové tabulky bodů připojované mapové vrstvy jsou dále uloženy souřadnice nalezených nejbližších bodů bezešvé mapové vrstvy (atributy „NEAR_X“, „NEAR_Y“). Souřadnice bodů zapsané v atributové tabulce mapové vrstvy usnadní výpočet průměrných souřadnic lomových (koncových) bodů vzájemně napojovaných mapových prvků. Souřadnice aktuálního bodu a jemu nejbližšího bodu sousední mapové vrstvy lze získat v jedné atributové tabulce a není nutné je zjišťovat z geometrie mapových prvků.

Není-li v zadané vzdálenosti nalezen žádný bod sousední mapové vrstvy, je v atributu „NEAR_FID“ zobrazena hodnota „-1“. (viz *Obr. 6.4*)

⁷ Počátek souřadnic S-JTSK je severovýchodním směrem od České republiky, ale souřadnicové osy v ArcGIS mají počátek jihozápadním směrem. Souřadnice S-JTSK jsou proto v ArcGIS uváděny se záporným znaménkem.

OBJECTID	SHAPE	Id	POINT X	POINT Y	NEAR FID	NEAR DIST	NEAR X	NEAR Y
1	Point	1	-819484,501	-1089607,43	-1	0	0	0
2	Point	1	-818933,575	-1085957,52	4	1,854573	-818933,298	-1085955,69

Obr. 6.4: Atributy bodové mapové vrstvy odvozené z připojované mapové vrstvy areálů sídel. Atributy „POINT_X“ / „POINT_Y“ a „NEAR_X“ / „NEAR_Y“ jsou souřadnice aktuálního bodu a souřadnice bodu bezešvé mapové vrstvy, který je k němu nejbližší. Hodnota „-1“ v atributu „NEAR_FID“ značí, že v zadaném okolí bodu neexistuje žádný bod z bezešvé mapové vrstvy.

Po provedení výše uvedených úprav máme k dispozici čtyři mapové vrstvy. Dvě mapové vrstvy polygonů (linií) – kopie bezešvé a připojované mapové vrstvy (např. „x4153_3_1_ArealySidel_uprav“ a „ArealySidel_bezes_uprav“) a dvě bodové mapové vrstvy (např. „x4153_3_1_ArealySidel_body“ a „ArealySidel_bezes_body“). Všechny mapové vrstvy jsou uloženy společně s mapovými vrstvy polygonové a liniové reprezentace čtvrtiny mapového listu („Klad_line“ a „Klad_polyg“) v datové sadě „Pomocny“.

Jednotlivé body bodových mapových vrstev reprezentují lomové (koncové) body mapových prvků, které leží na hranici zpracovávaného území a mají být přesunuty tak, aby vektorová kresba mezi čtvrtinami mapových listů plynule navazovala. Atributy těchto bodů nesou informace o existenci blízkého sousedního bodu a jeho souřadnicích. Atribut „Id“ zároveň uchovává hodnotu, která bod odkazuje na polygon (linii), jehož lomový (koncový) bod reprezentuje.

Skript prochází atributovou tabulkou připojované bodové mapové vrstvy a v každém jejím řádku načítá atribut „NEAR_FID“. Hodnoty uložené v tomto atributu představují hodnoty „OBJECTID“ bodu z bezešvé bodové mapové vrstvy, který byl vyhodnocen jako nejbližší.

Skript nalezne v atributové tabulce bezešvé bodové mapové vrstvy odpovídající bod a přečte hodnotu z jeho atributu „NEAR_FID“. Shoduje-li se nalezená hodnota s hodnotou „OBJECTID“ bodu, z něž kontrola původně vzešla, je dokázána vzájemná blízkost bodů (viz kapitola 6.1.1, Obr. 6.2), a ty mohou být vzájemně navázány. Nese-li bod bezešvé mapové vrstvy jinou hodnotu „NEAR_FID“, znamená to, že pro tento bod existuje jiný, ještě bližší bod z připojované mapové vrstvy. V tomto případě ke vzájemnému napojení bodů (automatizované změně geometrie původních mapových vrstev) nedojde a skript pokračuje dalším bodem připojované mapové vrstvy.

Pokud je nalezena dvojice bodů, které mají být napojeny, jsou určeny nové souřadnice, na které mají být body přesunuty (průměr souřadnic nalezených bodů).

Ty jsou předány funkci „zmenGeom“, která provede změnu geometrie odpovídajícího polygonu (linie) připojované a bezešvé mapové vrstvy.

b) Funkce „zmenGeom“

Funkce „zmenGeom“ navazuje na funkci „napojPrvky“. Provádí změnu geometrie mapových prvků připojované a bezešvé mapové vrstvy na jejich společné hranici. Funkce „napojPrvky“ jí za tímto účelem předává následující parametry:

- Cesta upravované mapové vrstvy v datové sadě „Pomocny“. (Funkce nerozeznává, zda jde o mapovou vrstvu bezešvou, nebo připojovanou. Pouze mění geometrii zadané mapové vrstvy. O cílových souřadnicích upravovaného bodu a o tom, která mapová vrstva bude upravována, rozhoduje funkce „napojPrvky“.)
- „OBJECTID“ upravovaného prvku. (Jde o hodnotu z atributu „Id“ bodové mapové vrstvy. Tato hodnota zajišťuje propojení bodových vrstev s jejich zdrojovými polygonovými a liniovými mapovými vrstvami, jejichž geometrie má být editována. Protože všechny informace o bodech, které mají být editovány, jsou získávány z bodových mapových vrstev, je tento propojující atribut nezbytný.)
- Souřadnice upravovaného bodu a souřadnice, na které má být přesunut. (V rámci geometrie polygonu/linie je možné editovaný bod rozpoznat pouze na základě jeho souřadnic.)
- Typ editované mapové vrstvy – Polygon / Polyline. (Od typu mapové vrstvy se odvíjí způsob průchodu geometrií mapového prvku při hledání bodu, který má být editován.)
- Objekt textového souboru pro ukládání informací o průběhu napojování mapových prvků.

Při každém volání funkce „zmenGeom“ funkcí „napojPrvky“ je změněn pouze jeden bod zvoleného mapového prvku. Editace probíhá následujícím postupem:

- 1) Je vytvořen kurzor, který prochází atributovou tabulkou zadané mapové vrstvy (připojovaná, nebo bezešvá mapová vrstva – vstupní parametr funkce) a hledá mapový prvek s hodnotou „OBJECTID“ odpovídající vstupním parametrům.
- 2) Je založen nový objekt geometrie, který přejímá geometrické vlastnosti nalezeného mapového prvku z jeho atributu „SHAPE“. Skript kontroluje, zda se nejedná o „multipart“ mapový prvek – více mapových prvků reprezentovaných jedním záznamem v atributové tabulce. V případě jeho nálezu vyhláší chybu a je ukončen. (Pokud před úpravami proběhly všechny kontroly zpracovávaných dat, mapová vrstva by „multipart“ mapové prvky neměla obsahovat.)

- 3) Pomocí vnořených cyklů prochází skript strukturou geometrie mapového prvku. Získává přístup k souřadnicím jednotlivých bodů, z nichž je v ArcGIS tvořen libovolný mapový prvek.

Geometrie mapových prvků sestává z bodů (point) s danými souřadnicemi. Body jsou seskupeny v „části“ mapových prvků (part), v níž jsou sestaveny v pořadí, v němž jsou při vykreslování linií a polygonů propojovány (viz *Obr. 6.7*). Každá „část“ představuje jeden geometrický prvek (polygon, linii, ...). Jednotlivé „části“ jsou pak uloženy v atributu geometrie mapových prvků (zde atribut „SHAPE“). V tomto případě obsahuje každý z atributů pouze jednu „část“ (part) mapového prvku, protože „multipart“ mapové prvky jsou ze zpracování vyloučeny.

- 4) Na základě svých souřadnic je nalezen bod, který má být přesunut, a jsou upraveny jeho souřadnice.
- 5) Upravená geometrie mapového prvku je uložena do atributu „SHAPE“ atributové tabulky editované mapové vrstvy.

Po provedení úprav je funkce „zmenGeom“ ukončena a běh skriptu se vrací do funkce „napojPrvky“. Ta vyhodnotí další pár bodů vhodný pro vzájemné napojení, nebo provede konečné zhodnocení úprav, při kterém je uživatel upozorněn na místa, která nemohla být upravena a je u nich nutný jeho zásah.

Po vyhodnocení proběhých úprav je skript ukončen. Následuje kontrola upravených dat uživatelem.

6.1.4 Kontrola dat uživatelem a další úpravy dat

Po dokončení automatického navazování mapových prvků přichází na řadu kontrola výsledků uživatelem. V některých případech mohlo dojít k editaci mapových prvků, u nichž úprava geometrie nebyla žádoucí, v jiných případech naopak k automatické úpravě geometrie mapových prvků nemohlo dojít.

Při kontrole provedených úprav by v ArcGIS měly být zobrazeny upravené mapové vrstvy (mapová vrstva bežešvá a připojovaná) a od nich odvozené bodové mapové vrstvy, všechny z datové sady „Pomocny“.

Bodové mapové vrstvy reprezentují množinu lomových (koncových) bodů upravovaných mapových vrstev, u nichž došlo, nebo by mělo dojít k přesunu. Body jsou zobrazeny v souřadnicích, v nichž ležely lomové (koncové) body mapových prvků před zahájením jejich editace (viz *Obr. 6.6*).

Při kontrole je nutné se zaměřit především na místa, v nichž nemohlo z různých důvodů dojít k přesunu lomových (koncových) bodů mapových prvků. K jejich nalezení pomůžou atributové tabulky bodových mapových vrstev (např. „x4153_3_1_ArealySidel_body“ a „ArealySidel_bezes_body“):

- 1) Nejprve nalezneme ty lomové (koncové) body mapových prvků, k nimž nebyly v zadané vzdálenosti nalezeny žádné body ze sousední mapové vrstvy, s nimiž by mohly být napojeny. Tyto body mají v atributu „NEAR_ID“ uloženou hodnotu „-1“ (viz Obr. 6.5).

(Důvodů pro neexistenci sousedního bodu pro napojení může být více: Sousední bod leží ve větší vzdálenosti, než která byla maximálně povolena. / V sousední mapové vrstvě neexistuje mapový prvek vhodný pro vzájemné propojení. / Jde o nadbytečný mezilehlý bod polygonu, který v mapovém prvku sousední mapové vrstvy nemá svůj protějšek a může být smazán.)

- 2) Druhým problémem, který je možné odhalit pomocí atributového dotazu, jsou lomové (koncové) body, k jejichž napojení nedošlo z důvodu nesplnění podmínky nejmenší vzájemné vzdálenosti bodů (viz kapitola 6.1.1). Tyto body mají v atributu „NEAR_FID“ jinou hodnotu než „-1“. Hodnota „-1“ je však uložena v atributu „PRESUN“ (viz Obr. 6.5).

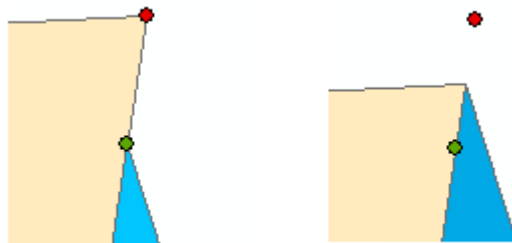
Atribut „PRESUN“ je v bodových mapových vrstvách založen funkcí „napojPrvky“ za účelem sledování, zda byl uvedený bod editován. Hodnota „1“ potvrzuje provedení přesunu bodu. Hodnota „-1“ upozorňuje na problém nesplněné podmínky vzájemné minimální vzdálenosti napojovaných bodů. Body, pro něž nebyl sousední bod nalezen, mají atribut prázdný („<Null>“).

OBJECTID	SHAPE	Id	POINT X	POINT Y	NEAR FID	NEAR DIST	NEAR X	NEAR Y	PRESUN
1	Point	1	-818933,298	-1085955,696	2	1,854573	-818933,575	-1085957,529	-1
2	Point	1	-819246,260	-1088029,080	-1	0	0	0	<Null>
3	Point	1	-819485,376	-1089613,229	-1	0	0	0	<Null>
4	Point	1	-818933,298	-1085955,696	2	1,854573	-818933,575	-1085957,529	1

Obr. 6.5: Možnost odhalení míst, u nichž nedošlo k úpravě geometrie mapových prvků, pomocí atributového dotazu. (Rozdílné hodnoty v attributech „NEAR_FID“ a „PRESUN“.)

Při odstraňování výše uvedených problémů je vhodné porovnat vektorovou kresbu mapových prvků s jejich vzorem na rastrových mapových listech třetího vojenského mapování. Úpravy mapových prvků v ArcGIS musí být prováděny za pomoci nástroje „Snapping“ z nástrojové lišty „Editor“.

Je vhodné provést také kontrolu skriptem upravených mapových prvků – některé z nich mohly být upraveny nevhodným způsobem. Místa, kde byla provedena automatická editace mapových prvků lze zvýraznit atributovým dotazem „[PRESUN] = 1“ v bodových mapových vrstvách. Oprava chybně editovaných mapových prvků je snadná díky zachování původní polohy lomových (koncových) bodů mapových prvků v bodových mapových vrstvách (viz Obr. 6.6).

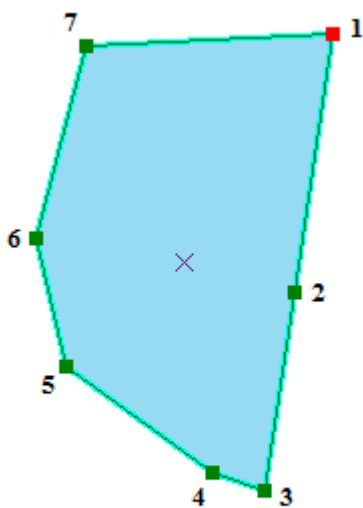


Obr. 6.6: Polygonové mapové prvky před zahájením editace a po úpravě geometrie průměrováním polohy jejich lomových bodů. Bodové mapové vrstvy byly odvozeny z upravovaných mapových vrstev před jejich editací. Mapové prvky bodových mapových vrstev zůstávají v původních souřadnicích lomových bodů. Toho lze využít při případném navracení upravených mapových prvků do jejich původní podoby.

6.1.5 Problémy zjištěné při tvorbě a ladění skriptu

Ve výjimečných případech může být skriptem chybně nahlášena nemožnost provedení změny polohy některého z lomových bodů polygonu. Stane se tak v případě, kdy jeden z lomových bodů, které vstupují do úpravy geometrie, je počátečním bodem polygonu (začínala od něj vektorizace polygonu).

Aby bylo možné vytvořit uzavřený polygon, je jeho první bod zapsán v geometrii mapového prvku dvakrát – na začátku a na konci řetězce bodů zapsaných v jedné části (part) mapového prvku (viz Obr. 6.7 ; Popis způsobu ukládání geometrie v ArcGIS viz kapitola 6.1.3b), bod 3)).



$X_1Y_1 X_2Y_2 \dots X_7Y_7 X_1Y_1$

Obr. 6.7: Repräsentace polygonu v ArcGIS v atributu „SHAPE“. První bod polygonu je v řetězci zapsán dvakrát.

Při vytváření odvozené bodové mapové vrstvy, jejíž mapové prvky reprezentují jednotlivé lomové body polygonu (ArcToolbox, nástroj *Feature Vertices To Points*), jsou pro první bod polygonu vytvořeny dva jeho obrazy (dva záznamy v atributové tabulce). Protože editace mapových prvků vychází z informací získaných úpravami bodových vrstev, dojde k situaci, kdy skript požaduje opakovanou editaci již jednou přesunutého lomového bodu polygonu. Opakovaná editace nemůže proběhnout a skript nahlašuje nemožnost napojení lomových bodů.

Chyba je snadno odhalitelná pohledem na editovaná data. V místě nahlášené chyby se nachází pouze bod z bodové mapové vrstvy a lomový bod polygonu je přemístěn. V ostatních případech při nahlášené nemožnosti provést editaci zůstává lomový bod polygonu beze změn na svém původním místě.

6.1.6 Shrnutí

Skript „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“ provádí automatické úpravy mapových prvků polygonových a liniových mapových vrstev. Úpravy spočívají v průměrování lomových bodů polygonů a koncových bodů linií sousedních mapových vrstev na hranici zpracovávaných území čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování.

Po ukončení automatických úprav je nutná kontrola dat uživatelem a případné dokončení editace ve sporných případech.

Vstupní parametry: Adresářová cesta mapové vrstvy, která má být připojena do bezešvé geodatabáze.

Výstup: Upravené kopie připojované a bezešvé mapové vrstvy v datové sadě „Pomocny“. (Mapové prvky jsou na společných hranicích mapových vrstev vzájemně navázány.)

Dvě bodové mapové vrstvy v datové sadě „Pomocny“, reprezentující lomové (koncové) body editovaných mapových vrstev, jejichž geometrie byla změněna, nebo u nichž by měla proběhnout kontrola a případná editace uživatelem. (Obsah atributů lze využít pro kontrolu provedených úprav.)

Textový soubor s informacemi o průběhu úprav mapových prvků.

Omezení: Skript zakládá v geodatabázi nové datové sady. Proto není možné spouštět ho pod ArcGIS verze 9.1. (Malý rozsah přednastavených souřadnic datové sady neumožňuje v ArcGIS 9.1 ukládání dat v S-JTSK.)

6.2 Skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“

Skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“ je posledním stupněm automatizované tvorby bezešvé geodatabáze.

Vstupní mapové vrstvy (bezešvá a připojovaná mapová vrstva) jsou v datové sadě „Pomocny“ propojeny do jedné bezešvé mapové vrstvy. Vzájemné navázání mapových prvků na společné hranici propojovaných mapových vrstev bylo provedeno v rámci skriptu „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“.

Nově vzniklou bezešvou mapovou vrstvou je nahrazena bezešvá mapová vrstva v datové sadě „Bezesva“.

Aktualizace bezešvé mapové vrstvy probíhá dle následujícího postupu:

- 1) Vstupním parametrem skriptu je cesta připojované mapové vrstvy v datové sadě „Pomocny“ (např. „x4153_3_1_ArealySidel_uprav“).
- 2) Z názvu připojované mapové vrstvy je odvozen název bezešvé mapové vrstvy, do níž mají být data připojované mapové vrstvy nahrána (zde „ArealySidel_bezes_uprav“) a název nahrazované bezešvé mapové vrstvy z datové sady „Bezesva“ (zde „ArealySidel“).
- 3) Za pomoci nástroje *Append* z ArcToolbox jsou data z připojované mapové vrstvy („x4153_3_1_ArealySidel_uprav“) zkopírována v datové sadě „Pomocny“ do upravené bezešvé mapové vrstvy („ArealySidel_bezes_uprav“).
- 4) Původní bezešvá mapová vrstva („ArealySidel“) v datové sadě „Bezesva“ je přejmenována. Název mapové vrstvy je doplněn o koncovku „_stara“.
- 5) Nová bezešvá mapová vrstva je překopírována z datové sady „Pomocny“ do datové sady „Bezesva“ (ArcToolbox, nástroj *Copy*). Název mapové vrstvy je při kopírování změněn do podoby původního názvu staré bezešvé mapové vrstvy (zde „ArealySidel_bezes_uprav“ -> „ArealySidel“).
- 6) Původní bezešvá mapová vrstva („ArealySidel_stara“) je smazána. Její existenci po celou dobu práce v geodatabázi je zaručeno zachování dat i v případě vzniku chyb, nebo jiných nenadálých událostí v průběhu práce skriptu.

Po provedených úpravách není obsah datové sady „Pomocny“ skriptem „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“ vymazán. Datová sada „Pomocny“ zůstává ve své konečné podobě do doby dalšího spuštění skriptu „05-Vzájemné napojení hraničních mapových prvků“, který její obsah přemaže.

V bezešvé mapové vrstvě jsou původní hraniční mapové prvky nadále uchovávány rozdělené v místě hranice čtvrtiny mapového listu. To usnadní případné další úpravy mapové kresby na hranici čtvrtin mapových listů a umožní snazší odstranění nebo náhradu dat z jedné nebo více čtvrtin mapových listů v bezešvé mapové vrstvě.

6.2.1 Shrnutí

Vstupní parametry: Adresářová cesta mapové vrstvy, jejíž obsah má být zkopírován do bezešvé mapové vrstvy.

Výstup: Upravená bezešvá mapová vrstva v datové sadě „Bezesva“.
Textový soubor s výpisy průběhu skriptu.

Omezení: Skript není určen pro spouštění pod ArcGIS 9.1.

7. Možnosti úprav a dalšího rozvoje skriptů

Vytvořením osmi skriptů pro kontrolu vektorových mapových vrstev a tvorbu bežešvé databáze vznikla základní kostra nástrojů pro automatizaci. Vytvořené skripty není možné považovat za kompletní sadu kontrolních nástrojů a nástrojů pro úpravu dat. Již nyní se objevilo několik možností, jak dále skripty upravovat a jak je vylepšit.

Během posledních čtyř let docházelo každoročně k částečným úpravám zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS. Zadání seminárních prací se stále vyvíjí a na každou jeho změnu je třeba zareagovat úpravou kontrolních postupů. (Může se jednat o úpravu skriptů, nebo jen o rozšíření parametrů, u nichž je nutné, aby byly zkontrolovány cvičícím.)

7.1 Sloučení skriptů „01-Kontrola a uložení do GDB“ a „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“

Současné řešení vyžaduje po uživateli provedení základních kontrol nad daty ve formátu shapefile skriptem „01-Kontrola a uložení do GDB“ a ukončení tohoto skriptu předtím, než jsou zkontrolována data uložena do geodatabáze. Následuje jejich kontrola skriptem „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“. Teprve data, která prošla kontrolou ve skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“, je možné uložit do geodatabáze.

Toto částečně nepřehledné řešení vzniklo z důvodu dodatečného zadání vytvořit kontroly atributů staveb a výškopisu. V době, kdy byl požadavek na rozšíření vstupních kontrol dat vznesen, byl již skript „01-Kontrola a uložení do GDB“ vytvořen ve své současné podobě a plně odladěn. Doplnění nových kontrol do skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“ by se neobešlo bez rozsáhlých zásahů do zdrojového kódu, které by se blížily potřebě vytvořit celý kontrolní mechanismus znovu.

Alternativní možností, která se nabízí, je ponechání samostatného kontrolního skriptu „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“ a rozdělení skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“ na dvě samostatné části. Toto řešení však odporuje původní myšlence, aby bylo kontrolním skriptem zajištěno databázové uložení pouze takových mapových vrstev, v nichž nebyly nalezeny žádné chyby.

7.2 Možnost provedení pouze části kontrol databázově uložených dat

Vytváření topologických vrstev v datových sadách databázově uložených dat skriptem „03-Kontrola dat v geodatabázi“ je časově dosti náročné. Přitom skript nedovoluje vynechat vytváření topologických vrstev v případech, kdy již byly dříve založeny.

Po nahrazení některé z mapových vrstev v již dříve vytvořené datové sadě by bylo vhodné opětovnou tvorbu topologické vrstvy vynechat a přejít přímo k navazujícím kontrolám

prováděným pomocí polohových dotazů (viz kapitola 5.5.7 a dále). Samostatné provedení kontrol, které ve skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“ navazují na tvorbu topologických vrstev, by mohlo být využito i při opakovaném provedení těchto kontrol po odstranění chyb nalezených při první kontrole databázově uložených dat.

Zavedení jakéhokoliv dodatečného větvení uvnitř skriptu jde dle mého názoru proti myšlence automatizované kontroly. Při současném stavu je možné spustit kontrolní skript nad velkým množstvím dat, která jsou následně zkontrolována bez nutnosti zásahu uživatele. Při zavedení větvení skriptu by byla nutná neustálá přítomnost uživatele, aby mohl rozhodovat o dalším postupu kontrol. Požadavek osamostatnění netopologických kontrol tedy vidím spíše jako podnět pro vytvoření zvláštního skriptu, který by tyto kontroly provedl.

7.3 Topologická kontrola bezešvých mapových vrstev

Před úpravami geometrie mapových prvků ležících na okraji zpracovávaného území za účelem jejich navázání tak, aby mohla vzniknout bezešvá databáze, jsou všechny mapové vrstvy topologicky čisté po provedených kontrolách. Ačkoliv jsou změny v geometrii mapových prvků malé, může dojít v některých případech k porušení topologických pravidel.

Bylo by tedy vhodné rozšířit skript „06-Aktualizace bezešvé mapové vrstvy“ o možnost provedení kontrol přibližně v rozsahu kontrol prováděných skriptem „03-Kontrola dat v geodatabázi“.

Hlavním problémem tohoto skriptu by bylo vyřešit případ, kdy v datové sadě „Bezesva“ není všech devět mapových vrstev, případně omezit prováděné kontroly pouze na ty, které se dotýkají aktualizované mapové vrstvy. Po zkompletování plného počtu mapových vrstev by v datové sadě „Bezesva“ nemuselo docházet k neustálému obměňování topologických vrstev.

7.4 Úpravy společné všem skriptům

7.4.1 Tvorba nápovědy skriptů ve formátu Html

Systém ArcGIS nabízí možnost vytvoření nápovědy skriptů spouštěných z ArcToolbox v podobě, jakou mají všechny nástroje ArcToolbox. V současné době je uživatelská práce se skripty popsána v dokumentu, který je spolu s dokumentem zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS součástí příloh diplomové práce.

7.4.2 Změna prostředků komunikace s uživatelem

Vytvořené skripty komunikují s uživatelem pomocí textových výpisů v příkazovém okně (command window) skriptu. Výpisy v podobě bílého textu na černém pozadí nejsou

příliš estetické. Problémem je také specifický postup kopírování a vkládání textu (viz kapitola 8.2).

V ArcGIS vývojové verze 9.3 je nově možné měnit velikost okna „progress dialog“ (okno ArcToolbox spouštěné při běhu každého nástroje s automaticky generovanými výpisy ArcToolbox). Doposud bylo toto okno příliš malé pro realizování všech výpisů o průběhu kontroly.

Možnost změny velikosti okna „progress dialog“ přináší příležitost převést všechny výpisy do tohoto okna. To však bude možné až v době, kdy nebude nutné spouštět skripty i v systému ArcGIS nižších vývojových verzí.

8. Problémy odhalené při tvorbě skriptů

Chyby a problémy, které se vztahovaly pouze k některému ze zpracovaných skriptů, jsou uvedeny na konci kapitol, které se těmto skriptům věnovaly. Za zdůraznění stojí problematika názvosloví datových sad a mapových vrstev v geodatabázi (kapitola 5.2.5.), názvosloví TIN (kapitola 5.4.7) a nastavování souřadnicových systémů při jeho zakládání (viz tamtéž).

V této kapitole budou zmíněny problémy, které ovlivnily podobu více nebo všech vytvořených skriptů.

8.1 Spouštění skriptů v různých vývojových verzích ArcGIS

V současné době se můžeme nejčastěji setkat se systémem ArcGIS ve třech vývojových verzích – 9.1, 9.2 a 9.3. Nejlepším řešením by proto bylo, kdyby vytvořené skripty bylo možné spouštět bez dodatečných úprav pod libovolnou verzí ArcGIS. Tohoto výsledku bohužel nebylo možné dosáhnout.

Skripty byly primárně vytvořeny a odladěny pouze pro spouštění v systému ArcGIS verze 9.2. Úpravy, které umožňují jejich spouštění v ArcGIS verze 9.1 byly provedeny dodatečně na žádost vedoucího práce. (V systému ArcGIS 9.1 probíhala část výuky předmětu Úvod do GIS na pedagogické fakultě.) Kvůli poměrně výrazným rozdílům v jednotlivých verzích ArcGIS lze v ArcGIS 9.1 spustit pouze část skriptů, a to jen za podmínky úpravy zdrojového kódu (viz níže).

V průběhu tohoto školního roku byla v odborných učebnách katedry matematiky zavedena nová verze systému ArcGIS – verze 9.3. I přes to, že výrobce systému společnost ESRI tvrdí, že přístupnost vytvořených skriptů mezi vývojovými verzemi je zaručena, setkal jsem se s problémy při spouštění vytvořených skriptů i v ArcGIS 9.3 (viz kapitola 8.1.2).

8.1.1 ArcGIS 9.1

Při přechodu systému ArcGIS z verze 9.1 na verzi 9.2 došlo k několika zásadním změnám, kvůli nimž je dnes možné spouštět skripty v tomto systému pouze pod podmínkou úpravy zdrojových kódů.

Skripty byly vytvářeny pro systém ArcGIS verze 9.2, která byla dostupná ve všech odborných učebnách katedry matematiky. V roce 2008 byla cvičení z předmětu Úvod do GIS vyučována také na Pedagogické fakultě, v jejích učebnách byl dostupný pouze systém ArcGIS 9.1. Aby bylo možné provádět základní kontroly odevzdávaných prací přímo v učebně, došlo k úpravě kontrolních skriptů. Kontrola mapových vrstev v systému ArcGIS 9.1 je nyní možná za podmínky částečné úpravy skriptu před jeho spuštěním a při dodržení omezujících pravidel.

a) Změna příkazů načtení knihoven

Při přechodu systému ArcGIS z verze 9.1 na verzi 9.2 došlo ke změnám v příkazech zavádění systémových knihoven (úvodní příkazy skriptu). Před spuštěním skriptů v systému ArcGIS 9.1 je nutné provést změnu těchto příkazů do podoby vyžadované starší verzí systému. (ArcGIS verze 9.3 podporuje příkazy zavedení knihoven ve formátu ArcGIS verze 9.2. Při spouštění skriptů v novější verzi systému ArcGIS tedy není nutné do zdrojového kódu skriptů zasahovat.)

V kontrolních skriptech jsou připraveny příkazy zavedení systémových knihoven pro obě vývojové verze ArcGIS. Úprava skriptů před spuštěním v ArcGIS 9.1 se zjednodušuje na zakomentování příkazů pro ArcGIS 9.2 a odkomentování příkazů pro ArcGIS 9.1 (viz Obr. 8.1).

```
#-----  
# Načtení knihoven a modulu  
#-----  
#-----ArcGIS 9.2-----  
# Import system modules  
import sys, string, os, arcgisscripting Zakomentovat  
# Create the Geoprocessor object  
gp = arcgisscripting.create()  
  
#-----ArcGIS 9.1-----  
#(Funguje pouze kontrola, ne ukládání - potřeba datasetu pro S-JTSK)  
# Import system modules  
#import sys, string, os, win32com.client Odkomentovat  
# Create the Geoprocessor object  
#gp = win32com.client.Dispatch("esriGeoprocessing.GpDispatch.1")
```

Obr. 8.1: Postup úpravy zdrojového kódu při přípravě skriptu na spuštění v systému ArcGIS verze 9.1. (Komentáře mají v jazyce Python označení „#“.)

Popsané úpravy zdrojových kódů je možné provést u všech skriptů mimo skriptů tvorby bezešvé databáze. Kontrolní skripty, u nichž dochází k zakládání datových sad, musely být dále upraveny, nebo je omezena jejich funkčnost (viz níže a kapitoly 5.2.5 a 5.3).

Kontrolní skript „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ byl vytvořen speciálně pro účely práce v ArcGIS 9.1 (viz kapitoly 5.2.5 a 5.3). Jeho spuštění v ArcGIS 9.2 je možné, jeho používání však ztěžuje proces kontroly dat.

Protože nebylo možné provést odzkoušení všech kontrolních skriptů v ArcGIS 9.1, může nastat situace, kdy budou některé skripty v tomto systému pracovat špatně. Kontroly mapových vrstev provedené v ArcGIS 9.1 proto doporučuji brát pouze jako předběžné. Před definitivním uložením do geodatabáze by měla data projít kontrolou v ArcGIS verze 9.2 nebo 9.3.

b) Zakládání nových datových sad

V ArcGIS verze 9.1 nebylo možné ukládat data v S-JTSK do nově vytvářených datových sad. Rozsah souřadnic, které bylo možné do datových sad uložit, byl nižší než rozsah souřadnic S-JTSK potřebný pro pokrytí České republiky.

Tento problém byl vyřešen kopírováním přednastavené datové sady z geodatabáze „domeny.mdb“ společnosti ARCDATA do vytvářené geodatabáze místo jejího založení v ArcGIS. Nový postup si však vynutil vytvoření nového kontrolního skriptu „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“, který nahrazuje část skriptu „01-Kontrola a uložení do GDB“. (Podrobněji viz kapitoly 5.2.5 a 5.3 ; Geodatabáze „domeny.mdb“ je k dispozici na přiloženém CD.)

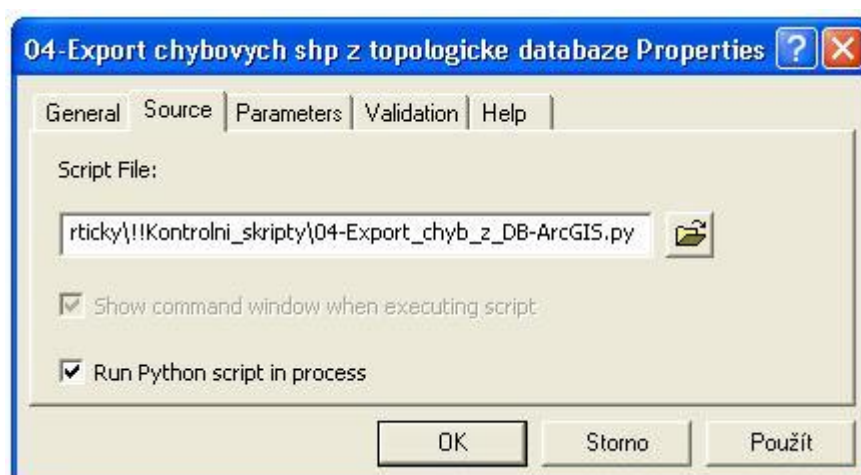
8.1.2 ArcGIS 9.3

ArcGIS 9.3 by jako navazující vývojová verze systému ArcGIS měla plně podporovat skripty vytvořené pro starší verze systému. Bohužel, ani v tomto případě není běh skriptů bezchybný.

a) Rychlost běžících skriptů

Při vývoji nové verze systému ArcGIS došlo k úpravě postupů, jak jsou skripty Python spouštěny. Do vývojové verze 9.2 využíval systém ArcGIS pro spouštění skriptů Python proces „Python.exe“, samostatnou aplikaci skriptovacího jazyka. Od verze 9.3 je do ArcGIS zabudován vlastní engine pro spouštění skriptů Python, lze se však rozhodnout i pro možnost spouštět skripty původním způsobem pomocí procesu „Python.exe“.

Pro přepínání procesů, které umožňují běh skriptů Python v systému ArcGIS 9.3 byla ve vlastnostech skriptů v ArcToolbox přidána možnost „Run Python skript in process“ (viz Obr. 8.2).



Obr. 8.2: *Vlastnosti skriptu Python spravované v ArcToolbox systému ArcGIS verze 9.3. Položka „Run Python skript in process“ umožňuje rozhodnout, zda bude skript spouštěn procesem „Python.exe“ nebo novým vestavěným procesem.*

Při spuštění skriptu pomocí nového vestavěného procesu (položka „Run Python skript in process“ zatržená) není v ArcGIS zobrazeno příkazové okno skriptu (command window), v němž probíhá veškerá komunikace s uživatelem. Je tedy nutné spouštět skripty pomocí dříve používaného procesu „Python.exe“.

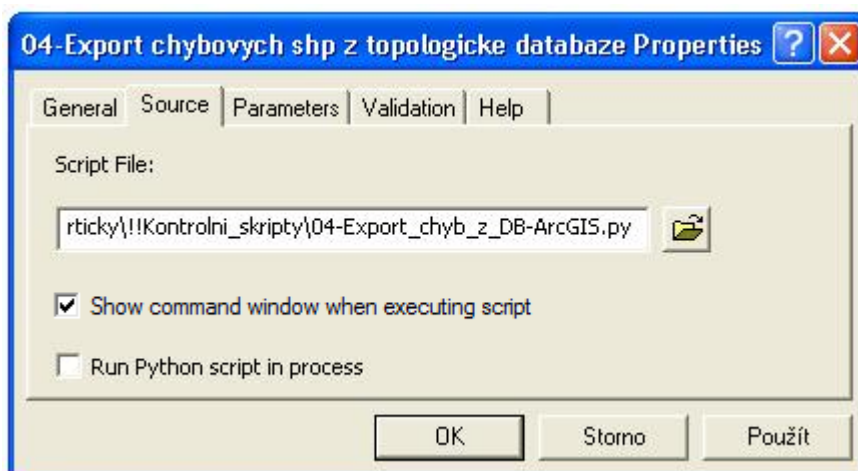
Problémem je, že skripty spouštěné v ArcGIS 9.3 pomocí procesu „Python.exe“ jsou vyhodnocovány výrazně nižší rychlostí než v systému ArcGIS 9.2. Dle vyjádření technické podpory společnosti ARCDATA, dodavatele systému ArcGIS pro Českou republiku, jde o chybu systému, kterou výrobce (společnost ESRI) eviduje jako chybu s důležitostí „High“, která by měla být v blízké budoucnosti odstraněna (viz [34]).

Výrazné zpomalení skriptu se projevuje především při průchodu atributovou tabulkou mapové vrstvy pomocí kurzorů. Tato činnost je bohužel často potřebná pro kontrolu odevzdávaných dat. Tato chyba tak výrazně ztěžuje možnost využití skriptů v odborných učebnách katedry matematiky, kde je systém ArcGIS verze 9.3 nainstalován na všech počítačích.

b) Run Python skript in process

Novou položkou nastavení parametrů skriptu Python v ArcToolbox se zabýval již předchozí text. Zavedení této položky přineslo do spouštění skriptů Python další problém. Při přidání skriptů kontroly a úpravy vektorových mapových vrstev do ArcToolbox („Add Toolbox...“) je v parametrech skriptů automaticky zvoleno jejich spouštění novým vestavěným procesem (*Obr. 8.2*).

Protože není možné spouštět vytvořené skripty pomocí vestavěného procesu (viz výše), je nutné přednastavenou volbu změnit v parametrech všech skriptů spravovaných v ArcToolbox. Parametry „Source“ musí být nastaveny tak, že možnost „Run Python skript in process“ není zvolena. Protože komunikace s uživatelem probíhá pomocí výpisů v příkazovém okně skriptu (command window), musí být zvolena možnost „Show command window when executing script“. (Správné nastavení parametrů viz *Obr. 8.3*.)



Obr. 8.3: Vlastnosti skriptu Python spravované v ArcToolbox systému ArcGIS verze 9.3. Správné nastavení parametrů pro spuštění skriptu původním procesem „Python.exe“.

8.2 Komunikace s uživatelem – příkazové okno

Ke komunikaci s uživatelem je ve skriptech využíváno příkazové okno (command window). Jeho hlavními nedostatky jsou neobvyklý postup kopírování a vkládání textu, neexistující podpora české diakritiky a barevné provedení okna (bílý text na černém podkladu).

V průběhu skriptů je třeba nabídnout uživateli volbu z více možností větvičích se postupů kontrol a dalšího zpracování vektorových dat. Protože programovací jazyk Python nepodporuje mimo vstupních parametrů skriptu žádné grafické uživatelské rozhraní jako například VBA, je nutné přikročit ke komunikaci s uživatelem pomocí textových výpisů na obrazovku. Výpisy by bylo možné provádět do okna „progress dialog“ (okno automaticky zobrazuje ArcToolbox při spuštění libovolného nástroje). Výpisy v tomto okně by mohly obsahovat i českou diakritiku (diakritika je v jazyce Python podporována, slabým místem je command window). Nevýhodou však je malá velikost okna pro zobrazování informací o průběhu skriptu, která znemožňuje praktické využití okna „progress dialog“.

(V ArcGIS 9.3 je možné velikost okna „progress dialog“ měnit. Výpisy do tohoto okna by byly možné pouze za cenu velkých zásahů do zdrojových kódů skriptů, které by znemožnily jejich používání v systému ArcGIS nižších verzí.)

Kopírování a vkládání textů probíhá v příkazovém okně neobvyklým způsobem. Je-li uživatel vyzván k zadání textu, může pravým tlačítkem myši vyvolat nabídku a v ní vybrat možnost „Označit“. Po označení požadovaného textu myší vyvolá opět stiskem pravého tlačítka myši nabídku. Po volbě možnosti „Vložit“ je označený text (po stisku tlačítka myši označení textu zmizí) vložen na konec textu zobrazeného v příkazovém okně.

Příkazové okno (command window) zobrazuje důležité informace o průběhu skriptů včetně výpisů nalezených chyb. Výpisy není možné ve většině případů číst za běhu skriptů, z důvodu rychlého sledu vypisovaných informací.

Výpisy by bylo možné zkontrolovat nejprve po ukončení běhu skriptů. Po skončení běhu skriptu však je příkazové okno okamžitě zavíráno. Z toho důvodu byly skripty doplněny o příkaz, který před ukončením skriptu vyčkává na potvrzení od uživatele. Dokud není uživatelem povoleno ukončení skriptu, je možné pročítat informace uložené v příkazovém okně. Po potvrzení konce skriptu je skript oficiálně ukončen a příkazové okno mizí. (Veškeré výpisy zobrazené v průběhu skriptu je možné dále najít v textových souborech ukládaných v adresářích zpracovávaných dat – viz kapitoly jednotlivých skriptů.)

8.3 Práce skriptu v geodatabázi – chybné zamykání geodatabáze

Při otevření mapové vrstvy z geodatabáze v ArcGIS, nebo při její editaci, je na celou geodatabázi umístěn zámeček. To znamená, že s daty obsaženými v geodatabázi může pracovat

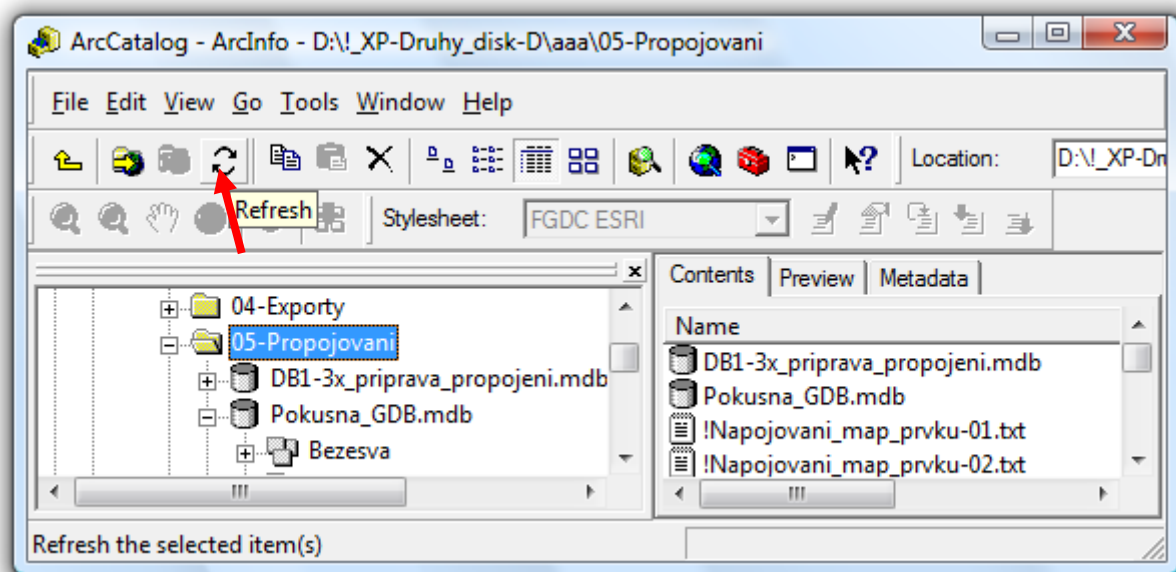
pouze uživatel / nástroj / funkce, která geodatabázi „zamkla“. Ostatní přístupy do geodatabáze nejsou dovoleny, dokud není zámek znovu odstraněn.

Bohužel se v některých případech stává, že po vyjmutí mapové vrstvy z ArcGIS / po ukončení skriptu není zámek z geodatabáze odstraněn. Je-li pak při uzamčené geodatabázi spuštěn skript, který k ní vyžaduje přístup, je předčasně ukončen.

Zámek umístěný na geodatabázi poznáme tak, že se v adresáři, v němž je databáze uložena, objeví nový soubor „*.ldb“, jehož název je shodný s názvem geodatabáze. Zámek však není možné odstranit jeho smazáním z adresáře.

Nejčastější chybou, kdy na geodatabázi zůstává umístěný zámek, je nastavení kurzoru v adresářovém stromu ArcCatalog na některou z datových sad nebo mapových vrstev geodatabáze a opuštění okna aplikace. Je-li následně spuštěn z ArcMap skript, zámek mu nedovolí přístup do geodatabáze.

Pro odstranění zámku z geodatabáze, který na něj byl umístěn výše popsaným způsobem v ArcCatalog, nestačí pouhé přemístění kurzoru na jiné místo v adresářovém stromu. Je nutné provést aktualizaci adresářového stromu ArcCatalog (nástroj „Refresh“) minimálně jednu úroveň nad souborem geodatabáze (viz Obr. 8.4).



Obr. 8.4: ArcCatalog. Pro odstranění zámku na geodatabázi je nutné provést aktualizaci adresářového stromu minimálně jednu úroveň nad souborem geodatabáze.

V některých případech ani tento postup nezabírá. Potom je třeba ukončit všechny běžící aplikace systému ArcGIS. Při ukončování aplikací dojde většinou k odemčení geodatabáze. Pokud i nadále zámek (soubor *.ldb) v adresáři geodatabáze zůstává, je nutné ho z adresáře odstranit (smazat). Po ukončení všech aplikací ArcGIS operačním systémem smazání souboru zámku geodatabáze povolí.

9. Závěr

Úkolem seminárních prací z předmětu Úvod do GIS je provést vektorizaci vybraných mapových prvků historických map třetího vojenského mapování na území čtvrtiny mapového listu v měřítku 1 : 25 000. Kontrolu, která sestává především z neustále opakovaných kontrolních postupů, prováděli doposud cvičící předmětu Úvod do GIS samostatně. Neustálé opakování kontrolních postupů je přitom vhodné pro automatizaci.

Od této myšlenky se odvíjelo zadání diplomové práce: zautomatizovat jednotlivé kroky kontroly a navrhnout vhodný způsob ukládání odevzdaných dat. Dalším krokem bylo vytvořit postupy, pomocí nichž by bylo možné spravovaná data převést do podoby bežešvé databáze.

S tvorbou bežešvé databáze z odevzdávaných vektorových dat dosud nikdo nepočítal, proto bylo nutné nejprve přehodnotit a upravit zadání seminárních prací. Do množiny vektorizovaných dat přibylo několik nových mapových prvků a především byla zpřesněna definice čtvrtin mapových listů. Původní text zadání seminárních prací byl přepracován a jeho nové znění je součástí příloh diplomové práce.

Aby nedocházelo ke vznikům nedotahů na hranicích zpracovávaných území, byla vytvořena polygonová reprezentace čtvrtin mapových listů třetího vojenského mapování. Studenti mají nyní povinnost ukončovat vektorovou kresbu mapových prvků, které přesahují přes hranici jim zadaného území, na okraji polygonové reprezentace čtvrtiny mapového listu.

V rámci diplomové práce bylo vytvořeno osm samostatných skriptů. Čtyři skripty zajišťují kontrolu odevzdávaných mapových vrstev, dva skripty jsou určeny pro tvorbu bežešvé databáze a zbylé dva skripty slouží jako pomocné pro tvorbu polygonů zadání seminárních prací a export kontrolních mapových vrstev z geodatabáze pro účely předávání výsledků kontrol studentům.

V průběhu kontrol jsou odevzdané mapové vrstvy ukládány v geodatabázi do datových sad dle své příslušnosti k jednotlivým čtvrtinám mapových listů. Tato datová struktura je výhodná nejen z důvodu snadné implementace postupů ukládání a další práce s daty v programovacím jazyce Python, ale i pro přehlednost spravovaných dat.

Jednotlivé dílčí úlohy není možné plně automatizovat. Vždy je nutný dohled operátora, který vyhodnotí skriptem nalezené chyby a provede jejich opravu, nebo doladí úpravy geometrie mapových prvků provedené skriptem na hranicích zpracovávaných území.

Výsledkem diplomové práce je ucelená řada nástrojů pro kontrolu a editaci mapových vrstev. S jejich pomocí je možné vytvořit bežešvou reprezentaci map třetího vojenského mapování, která může v budoucnu sloužit pro různé analýzy historického vývoje krajiny.

Použité zdroje

- [1] Boguszak, František – Císař, Jan. Vývoj mapového zobrazení území Československé socialistické republiky. 3. díl, Mapování a měření českých zemí od poloviny 18. století do počátku 20. století. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha 1961.
- [2] Čada, Václav. Analýza lokalizace rastrových ekvivalentů III. vojenského mapování do S-JTSK [online]. [cit. 3.2.2009]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~cada/www-kma/download/Analyza_lokalizace_rastrovych_ekvivalentu_III_VM.pdf>
- [3] Čada, Václav. Mapová vrstva kladu mapových listů třetího vojenského mapování určená pro lokalizaci naskenovaných mapových listů. Formát *.vyk
- [4] Čepický, Jáchym. Open source GIS GRASS [online]. Lesnická práce s.r.o. 2004. [cit. 28.7.2009]. Dostupné z: <<http://lesprace.silvarium.cz/content/view/360/24/>>
- [5] Čepický, Jáchym. Školení GRASS GIS [online]. 2009. [cit. 28.7.2009]. Dostupné z: <<http://les-ejk.cz/skoleni/grass/>>
- [6] Dušek, Jan. III. vojenské mapování – Františko-Josefské [online]. Laboratoř geoinformatiky univerzity J. E. Purkyně, 2005. Dostupné z: <http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?z_height=500&lang=cs&z_width=800&z_newwin=0&map_root=3vm>
- [7] Havlíček, M. – Skokanová, H. – Svoboda, J. Průběžné výsledky výzkumného záměru MSM6293359101, části kvantitativní analýza dynamiky vývoje krajiny ČR [online]. [cit. 19.3.2009]. Dostupné z: <http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2008/sbornik/Lists/Papers/064.pdf>
- [8] Hrádková, Monika. Porovnání analytických schopností GIS Open JUMP s ArcGIS [online]. Fakulta aplikovaných věd, ZČU Plzeň 2007. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/apa/referaty/2007/Hradkova_AnalytickeSchopnostiGIS/>
- [9] Janečka, Karel – Pacina, Jan. Výukové materiály k předmětu KMA/UGI [online]. ZČU, Plzeň. Dostupné z: <<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/index.html>>
- [10] Klímek, František – Růžička, Jan. Praktické zkušenosti s projektem OpenJUMP [online]. Geobusiness, 2007. Dostupné z: <<http://www.geobusiness.cz/casopis/gb-03-2007-open+free-openjump.pdf>>
- [11] Kostková, Pavla – Římalová, Jitka. Historická vojenská mapování našeho území [online]. Zeměměřický úřad, 2006. [cit. 3.2.2009] Dostupné z: <http://archivnimapy.cuzk.cz/cio/Text_vojmap.html>

- [12] Landa, Martin. Geoprostorové databáze, PostGIS [přednáškové texty online]. Katedra mapování a kartografie, fakulta stavební, ČVUT, Praha 2008. [cit. 29.7.2009]. Dostupné z: <<http://gama.fsv.cvut.cz/~landa/teaching/YFSG/presentations/cs/Free-Software-GIS-07-postgis.pdf>>
- [13] Neteler, Markus. GIS GRASS. Praktická rukověť ke geografickému informačnímu systému GRASS [online]. Trento, Itálie 2003 [cit. 29.7.2009]. Dostupné z: <http://gama.fsv.cvut.cz/data/grasswikicz/grass_prirucka/grass_prirucka_0.4.pdf>
- [14] Olaya, Victor. A gentle introduction do SAGA GIS [online]. Victor Olaya, 2004. [cit. 31.7.2009]. Dostupné z: <<http://switch.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20-%20Documentation/SAGA%20Documents/SagaManual.pdf>>
- [15] Petrák, Jiří. Představení projektu SAGA GIS. Semestrální práce z předmětu KMA/APA [online]. ZČU, Plzeň 2007. [cit. 31.7.2009]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/apa/referaty/2006/Petrak_SAGA_GIS/>
- [16] Steiniger, Stefan – Michaud, Michaël. The desktop GIS OpenJUMP: A hands-on introduction [online]. OGRS 2009 Workshop, 2009. Dostupné z: <http://dfn.dl.sourceforge.net/project/jump-pilot/Documentation/OpenJUMP%201.3%20Docs%20%28English%29/ogrs2009_tutorial.pdf>
- [17] Stěhule, Pavel. PostGIS pro vývojáře [online]. Katedra mapování a kartografie, fakulta stavební, ČVUT, Praha. [cit. 29.7.2009], poslední aktualizace 13.12.2007. Dostupné z: <http://geoinformatics.fsv.cvut.cz/gwiki/PostGIS_pro_v%C3%BDvoj%C3%A1%C5%99e>
- [18] Velhartický, David. III. vojenské mapování – obsahová a topologická kontrola vektorových mapových vrstev [online]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/agi/referaty/2008/Velharticky_AutomatickaKontrolaVektorizace>
- [19] Vohnout, Přemysl. Kontrolní skripty pro kontrolu vyplnění atributů mapových vrstev staveb, kót a vrstevnic („stavby.py“, „tin.py“). Dostupné na CD přiloženém k diplomové práci, adresář „04_Elektronicke_zdroje“.
- [20] ArcGIS 9.2 Desktop Help [online]. ESRI, 2007. Dostupné z: <<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=welcome>>
- [21] Creating and Editing Geodatabase Topology with ArcGIS Desktop [e-learning online]. ESRI, 2004-2008. Dostupné z: <<http://training.esri.com/Courses/Topology92/index.cfm?c=195>>
- [22] Geoprocessor Programming Model. ArcGIS 9.2 [online]. ESRI, 2007. Dostupné z: <<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/pdf/Geoprocessor.pdf>>
- [23] Getting Started with Scripting in ArcGIS 9 [e-learning online]. ESRI, 2005. Dostupné z: <http://training.esri.com/Courses/ts_ScriptingStart/index.cfm?c=139>

- [24] GRASS GIS. Efektivita díky Svobodě & Transparentnosti [online]. OSGeo. Dostupné z: <<http://svn.osgeo.org/grass/grass-addons/grassflyer/flyer1/cz/grassflyer.pdf>>
- [25] GRASSwikiCZ [online]. [cit. 29.7.2009]. Dostupné z: <http://grass.fsv.cvut.cz/gwiki/Hlavn%C3%AD_strana>
- [26] 3rd Military Survey, Austrian State Archive/Military Archive, Vienna (Mapový list třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000.)
- [27] OpenJUMP [online]. Wikipedie, Otevřená encyklopedie. [cit. 31.7.2009], poslední aktualizace 7.5.2009. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/OpenJUMP>>
- [28] OpenJUMP [online]. [cit. 31.7.2009], poslední aktualizace: 17.7.2009. Dostupné z: <<http://openjump.org/wiki/show/HomePage>>
- [29] PostGIS [online]. [cit. 25.7.2009] Dostupné z: <<http://postgis.refractions.net/>>
- [30] PostGIS. Geospatial Objects for Postgre SQL [online]. [cit. 29.7.2009]. Dostupné z: <<http://trac.osgeo.org/postgis/wiki/UsersWikiMain>>
- [31] PostGIS [online]. GeoWikiCZ, Fakulta stavební ČVUT, Praha. [cit. 29.7.2009], poslední aktualizace 16.7.2009. Dostupné z: <<http://gama.fsv.cvut.cz/wiki/index.php/PostGIS>>
- [32] SAGA. System for Automated Geoscientific Analyses [online]. SAGA User Group Association, Hamburk. [cit. 1.8.2009], poslední aktualizace 1.8.2009. Dostupné z: <<http://www.saga-gis.org/en/index.html>>
- [33] Souřadnicový systém S-JTSK pro ArcGIS 9.0 [online]. ARCDATA Praha, 2007. Dostupné z: <http://old.arcddata.cz/support/support_tipy/s-jtsk-pro-arcgis-9>
- [34] Technická podpora společnosti ARCDATA. E-mailové konzultace. (Dostupné na CD přiloženém k diplomové práci, adresář „04_Elektronicke_zdroje“.)
- [35] Zeichnungsschlüssel zur Darstellung und Beschreibung der Terrain-Theile und Terrain-Gegenstände in militärischen Aufnahmen und zur Bezeichnung von Kriegsbauten und Truppen nebst Erläuterung. Herausgegeben vom k. k. Militargeographischen Institut im Jahre 1875. Österreichisches Staatsarchiv - Kriegsarchiv Wien, Signatura: K VII a 53-29 (Značkový klíč třetího vojenského mapování.)

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 2.1: Plzeň a okolí na výřezu speciální mapy třetího vojenského	4
Obr. 2.2: Dělení mapového listu speciální mapy na topografické sekce	6
Obr. 3.1: Značení mapových listů třetího vojenského mapování ve formátu vytvořeném pro seminární práce z předmětu Úvod do GIS.	9
Obr. 3.2: Mapová vrstva areálů sídel.	10
Obr. 3.3: Mapové značky kót a umístění vektorové značky	12
Obr. 3.4: Lesy – okraje polygonu lesa končící komunikací a vodním tokem bez zvýraznění okraje polygonu.....	12
Obr. 3.5: Stavby všech druhů	13
Obr. 3.6: Vodní tok, vodní plocha a železnice na výřezu mapového listu.....	14
Obr. 3.7: Kóta a vrstevnice.....	14
Obr. 3.8: Liniová mapová vrstva kladu map třetího vojenského mapování v měřítku 1 : 25 000 po exportu do formátu SHP „01-Prehled_kladu_III_VM_1.shp“	16
Obr. 3.9: Tvorba polygonové reprezentace kladu čtvrtin mapových listů.	18
Obr. 3.10: Čtvrcení původní reprezentace kladu mapových listů třetího vojenského mapování v měřítku 1:25 000. Propojování koncových bodů rozdělených liniových mapových prvků..	18
Obr. 3.11: Mapová vrstva „09_Vypln_nazvy_ctvrtin.shp“	19
Obr. 3.12: Klad a označování mapových listů speciální mapy 1:75 000 a topografických sekcí 1:25 000 v S-JTSK pro Českou republiku	21
Obr. 3.13: Polygonová mapová vrstva kladu čtvrtin mapových listů	25
Obr. 4.1: ModelBuilder. Automatizace postupu tvorby TIN z vektorových mapových vrstev kót a vrstevnic.	27
Obr. 4.2: Grafické uživatelské rozhraní GIS GRASS.....	28
Obr. 4.3: Grafické uživatelské rozhraní GIS SAGA.....	29
Obr. 4.4: OpenJUMP, grafické uživatelské rozhraní.	30
Obr. 5.1: Postup tvorby mapových vrstev zadání seminárních prací z předmětu Úvod do GIS pomocí skriptu „00-Tvorba polygonu zadání UGI“.....	34
Obr. 5.2: Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“ – volba vstupních parametrů	36
Obr. 5.3: Skript „01-Kontrola a uložení do GDB“ – volba adresářů dle módu skriptu	37
Obr. 5.4: Textový soubor souhrnného zhodnocení kontroly.....	39
Obr. 5.5: Kopie výpisů v dialogovém okně skriptu – volba uložení dat do geodatabáze.	43
Obr. 5.6: Struktura vytvářených geodatabází (Personal Geodatabase - *.mdb).....	45
Obr. 5.7: Skript „01a-ArcGIS 9.1 - Uložení dat do GDB“ - rozhraní ArcToolbox pro zadávání vstupních parametrů.	48

Obr. 5.8: „Kódová tabulka“ barev rastru mapového listu třetího vojenského mapování 4153_3.tif.	51
Obr. 5.9: Atributová tabulka rastru 4153_3.tif - podíly barevných složek RGB přiřazené jednotlivým hodnotám uchovávaným v rastru (atribut Value).	52
Obr. 5.10: Příkaz Select pro výběr potenciálně chybných mapových prvků staveb a SQL dotaz, jímž jsou mapové prvky vybírány.	54
Obr. 5.11: Mapová vrstva potenciálně chybných mapových prvků staveb.....	55
Obr. 5.12: ArcScene – čtyřnásobně převýšený TIN4152_3_3 vytvořený skriptem „02-Kontrola staveb a tvorba TIN“.....	58
Obr. 5.13: Skript „03-Kontrola dat v geodatabázi“ - rozhraní ArcToolbox pro zadávání vstupních parametrů.	61
Obr. 5.14: Nedotahy lomových bodů polygonů, které není možné nalézt pomocí nástroje „Select by Location“..	67
Obr. 5.15: Ukázka zdrojového textu skriptu „03-Kontrola dat v geodatabázi“.	68
Obr. 5.16: Struktura datové sady geodatabáze po kontrole provedené skriptem „03-Kontrola dat v geodatabázi“ a z ní exportované kontrolní mapové vrstvy ve formátu shapefile.	70
Obr. 6.1: Vznik „multipart“ polygonu vlivem chybného přitažení lomového bodu polygonu na hranici zpracovávaného území. (Zamítnutý postup napojování mapových prvků.)	73
Obr. 6.2: Podmínka nejmenší vzájemné vzdálenosti napojovaných bodů.	74
Obr. 6.3: Struktura geodatabáze vytvářená skriptem „05-Vzájemné“.....	78
Obr. 6.4: Atributy bodové mapové vrstvy odvozené z připojované vrstvy areálů sídel.	81
Obr. 6.5: Možnost odhalení míst, u nichž nedošlo k úpravě geometrie mapových prvků, pomocí atributového dotazu.	84
Obr. 6.6: Polygonové mapové prvky před zahájením editace a po úpravě geometrie průměrováním polohy jejich lomových bodů..	85
Obr. 6.7: Reprezentace polygonu v ArcGIS v atributu „SHAPE“.....	85
Obr. 8.1: Postup úpravy zdrojového kódu při přípravě skriptu na spuštění v systému ArcGIS verze 9.1.....	93
Obr. 8.2: Vlastnosti skriptu Python spravované v ArcToolbox systému ArcGIS verze 9.3. Položka „Run Python skript in process“umožňuje rozhodnout, zda bude skript spuštěn procesem „Python.exe“ nebo novým vestavěným procesem.	94
Obr. 8.3: Vlastnosti skriptu Python spravované v ArcToolbox systému ArcGIS verze 9.3. Správné nastavení parametrů pro spuštění skriptu původním procesem „Python.exe“.	95
Obr. 8.4: ArcCatalog. Pro odstranění zámku na geodatabázi je nutné provést aktualizaci adresářového stromu minimálně jednu úroveň nad souborem geodatabáze.	97

Seznam tabulek

Tab. 3.1: Vlastnosti nově zakládaných vektorových mapových vrstev.	8
Tab. 3.2: Rozřazení komunikací z topografických sekcí třetího vojenského mapování do tříd stanovených zadáním seminárních prací.	11
Tab. 3.3: Atributy mapové vrstvy „10_Klad_ctvrtin.shp“.	20
Tab. 4.1: Komerční a open source GIS – shrnutí základních vlastností aplikací.	32
Tab. 5.1: Topologická pravidla pro mapovou vrstvu kladu čtvrtin mapových listů.	62
Tab. 5.2: Seznam zaváděných topologických pravidel.	64
Tab. 5.3: Pravidla nad rámec možností topologických pravidel ArcGIS.	65

Seznam příloh

Obsah přiloženého CD A.

Elektronické přílohy

(Přílohy jsou umístěny v elektronické podobě na přiloženém CD v adresáři „01-Dokumentace“.)

Návod pro vektorizaci map třetího vojenského mapování B.

Návod pro ovládání kontrolních skriptů C.

A. Obsah příloženého CD

01_Dokumentace	Text diplomové práce v elektronické podobě.
- Elektronicke_prilohy	Elektronické přílohy diplomové práce B a C.
02_Klad_HIVM	Polygonová reprezentace kladu čtvrtin mapových listů map třetího vojenského mapování ve formátu shapefile.
- Tvorba_kladu	Mapové vrstvy mezivýsledků tvorby mapové vrstvy
- Vysledny_klad	Výsledné mapové vrstvy kladu čtvrtin mapových listů
03_Skripty	Vytvořené kontrolní skripty a skripty pro tvorbu bezešvé databáze
04_Elektronicke_zdroje	Vybrané elektronické zdroje použité při tvorbě diplomové práce
05_Zkusebni_data	Vzorové mapové vrstvy odevzdaných seminárních prací. (Možnost praktického vyzkoušení vytvořených skriptů.)