

**Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Řešené příklady pro ArcGIS Desktop

Bc. Tomáš Berkovec

**Diplomová práce
2013**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Berkovec**
Osobní číslo: **E11628**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**
Název tématu: **Řešené příklady pro ArcGIS Desktop**
Zadávající katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce: vytvořit sbírku ukázkových řešených příkladů pro potřeby výuky předmětu PAU. Příklady budou zaměřeny na méně často využívané funkce a nástroje (např. rozšířené možnosti editace, matice vzdáleností, lokačně-alokační úlohy, atd.). Cílovou skupinou jsou posluchači kombinované formy studia.

Zásady:

- Zhodnocení dostupných sbírek řešených příkladů.
- Charakteristika zvolených prostorových analýz a odpovídajících nástrojů programu ArcGIS Desktop.
- Příprava dat pro příklady.
- Návrh zadání příkladů a jejich ukázkové řešení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

LONGLEY, P. A. Geographic Information Systems and Science. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, c2011. ISBN 978-0-470-72144-5.

MITCHELL, A. The ESRI guide to GIS analysis. Volume 2, Spatial measurements & statistics. Redlands: ESRI Press, 2005. ISBN 158948116X.

TUČEK, J. Geografické informační systémy: Principy a praxe. Brno: Computer Press, 1998. ISBN 80-7226-091-X.

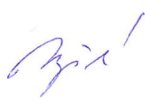
Vedoucí diplomové práce:


doc. Ing. Jitka Komárková, Ph.D.

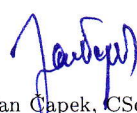
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání diplomové práce: **1. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2013**


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.
děkanka

L.S.


prof. Ing. Jan Čapek, CSc.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. října 2012

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 24. 4. 2013

Bc. Tomáš Berkovec

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych rád poděkovala svému vedoucímu práce Doc. Jitce Komárkové za její odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování diplomové práce. V neposlední řadě patří mé poděkování přítelkyni a rodině za podporu a projevenou důvěru.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá dostupnými příklady pro výuku předmětů zaměřených na geografické informační systémy a vytvořením sbírky příkladů a ukázkových řešení pro předmět PAU. Příklady jsou zaměřeny na funkce a nástroje programu ArcGIS Desktop, které nejsou standardní náplní výuky na Univerzitě Pardubice. Tištěná práce je doplněna o CD se sbírkou příkladů a podkladová data.

KLÍČOVÁ SLOVA

ArcGIS Desktop, řešené příklady, GIS, síťové analýzy

TITLE

Solved examples for ArcGIS Desktop

ANOTATION

The diploma thesis deals with available examples for education focuses on Geographic information systems and developing the collection of examples and solution samples for subject PAU. The examples are focused on the above standard features and tools of the software ArcGIS Desktop, which are not used for teaching at the University of Pardubice. The collection of examples on CD and the underlying data are attached to the printed version of the thesis.

KEYWORDS

ArcGIS Desktop, solved examples, GIS, network analysis

OBSAH

ÚVOD	9
1 SOUČASNÉ SBÍRKY PŘÍKLADŮ PRO ARCGIS DESKTOP	10
1.1 Sbírký v ČR.....	10
1.2 Sbírký v zahraničí.....	13
1.3 Shrnutí	15
2 VYBRANÉ ANALÝZY A NÁSTROJE ARCGIS DESKTOP.....	15
2.1 Síťová analýza.....	15
2.1.1 Make Location-Allocation Layer.....	16
2.1.2 Make OD Cost Matrix Layer	17
2.2 Nástroje pro konverzi / Conversion tools	17
2.2.1 Konverze z rastrového formátu.....	18
2.2.2 Konverze do rastrového formátu.....	18
2.3 Nástroje pro editaci / Editing tools	19
2.3.1 Densify.....	20
2.3.2 Erase point	20
2.3.3 Extend line	20
2.3.4 Flip line	21
2.3.5 Generalize	21
2.3.6 Snap	22
2.3.7 Trime line.....	23
2.4 ModelBuilder.....	23
3 PŘÍPRAVA DAT PRO PŘÍKLADY.....	24
3.1 Popis zdrojových dat	24
3.2 Úprava	24
3.3 Výstup	25
4 NÁVRH SBÍRKY PŘÍKLADŮ A JEJICH ŘEŠENÍ V ARCGIS DESKTOP.....	26
4.1 Úvodní část.....	28
4.2 Souhrnná cvičení	32
4.3 Doplnková cvičení.....	42
4.4 Náповěda.....	49
ZÁVĚR.....	50
POUŽITÁ LITERATURA	52
SEZNAM PŘÍLOH	55

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Doplnkové cvičení 2 - souřadnice X,Y	47
--	----

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 Ukázka Douglas-Peuckerova algoritmu.....	22
Obrázek 2 Model pro sloučení datových vrstev	24
Obrázek 3 Cvičení 3 - Polygon to Raster; Cell_Center.....	29
Obrázek 4 Cvičení 3 ModelBuilder – model.....	31
Obrázek 5 Cvičení 3 ModelBuilder – nástroj.....	31
Obrázek 6 Souhrnné cvičení 1- krok 1+2.....	33
Obrázek 7 Souhrnné cvičení 1- krok 3	34
Obrázek 8 Souhrnné cvičení 1- krok 4	34
Obrázek 9 Souhrnné cvičení 1- krok 5	34
Obrázek 10 Souhrnné cvičení 1 - krok 5	35
Obrázek 11 Souhrnné cvičení 1 - krok 6	35
Obrázek 12 Souhrnné cvičení 1 - krok 6	36
Obrázek 13 Souhrnné cvičení 1 - krok 6 před použitím Generalize	36
Obrázek 14 Souhrnné cvičení 1 - krok 6 po použití Generalize.....	37
Obrázek 15 Souhrnné cvičení 1 - krok 9	37
Obrázek 16 Souhrnné cvičení 1 - krok 10	38
Obrázek 17 Souhrnné cvičení 1 - krok 11	39
Obrázek 18 Souhrnné cvičení 1 - krok 11 Load Location.....	39
Obrázek 19 Souhrnná cvičení 1 Mapový výstup.....	40
Obrázek 20 Souhrnné cvičení 1 - ModelBuilder 1	41
Obrázek 21 Souhrnné cvičení 1 - ModelBuilder 2.....	41
Obrázek 22 Doplnkové cvičení 1 - krok 1.....	43
Obrázek 23 Doplnkové cvičení 1 - krok 2.....	43
Obrázek 24 Doplnkové cvičení 1 - krok 3.....	44
Obrázek 25 Doplnkové cvičení 1 - krok 5.....	45
Obrázek 26 Doplnkové cvičení 1 - krok 6.....	45
Obrázek 27 Doplnkové cvičení 1 - krok 7.....	46
Obrázek 28 Doplnkové cvičení 2 - krok 4.....	48
Obrázek 29 Doplnkové cvičení 2 - krok 5.....	49

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GIS	Geografický informační systém
GIS1	Geografické informační systémy I
GIS2	Geografické informační systémy II
GPS	Global positioning system
GSC	Geographic system coordinate
PAU	Prostorová analýza území
PDF	Portable document format
SHP	Shapefile
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
WGS	World geodetic system
WMS	Web map service
ZABAGED	Základní báze geografických dat

ÚVOD

S pojmem geografické informační systémy (GIS) se v poslední době setkáváme stále častěji. Rozvoj technologií usnadnil přístup široké veřejnosti k tomuto druhu informačních systémů. Geografické informační systémy jsou využívány v celé řadě oborů a roste počet jejich uživatelů, kteří pracují s nástroji GIS při řešení profesních i běžných problémů. Využívání GPS navigací v automobilové dopravě se stalo samozřejmostí, navigace je i nedílnou součástí všech „chytrých“ mobilních telefonů. Elektronické mapy, jako jsou například portály maps.google.com od společnosti Google, nebo mapy.cz od společnosti Seznam a další, dnes používá skoro každý. Počet prostředků pracujících s prostorovými informacemi a možnosti těchto prostředků se stále zvyšují, a tím i rostou nároky na vědomosti jejich uživatelů. Ne všichni uživatelé mají představu o všech možnostech jednotlivých prostředků, a tudíž nevyužívají jejich plný potenciál. Proto roste snaha vyučovat geografické informační systémy na základních, středních a vysokých školách.

Hlavní cílem této práce je vypracovat soubor příkladů pro program ArcGIS Desktop, který je využíván při výuce geografických informačních systémů na fakultě ekonomicko-správní Univerzity Pardubice a patří společně s programy Idrisi a Grass mezi nejpoužívanější GIS software. Příklady budou zaměřeny na funkce a nástroje programu ArcGIS Desktop, které nejsou standardní náplní výuky. Příklady budou určeny pro studenty předmětu PAU, kteří již absolvovali předmět GIS1, nebo pro uživatele mající již základní zkušenosti s prací v programu ArcGIS Desktop. Soubor příkladů bude vytvořen s přihlédnutím k současným dostupným sbírkám příkladů pro výuku GIS, a to jak tuzemských, tak i zahraničních. V práci nebude chybět popis jednotlivých analýz a nástrojů v prostředí ArcGIS Desktop. Bude popsána příprava dat, jejímž výstupem budou datové vrstvy, které budou použity pro tvorbu a řešení příkladů. Součástí práce bude i postup a řešení příkladů.

Sbírka příkladů, bude zaměřena na úlohy řešené sít'ovou analýzou, na práci s editačními nástroji a nástroji pro konverzi. Začátek práce bude věnován současným sbírkám úloh se zaměřením na nástroje využívaných pro řešení příkladů. V druhé kapitole budou popsány analýzy a nástroje, které se stanou náplní příkladů tvořené sbírky. V další kapitole budou popsána zdrojová data a jejich úprava pro využití v tvořených příkladech. Poslední kapitolu bude tvořit samotný návrh sbírky příkladů, popis částí sbírky a ukázkové příklady.

1 SOUČASNÉ SBÍRKY PŘÍKLADŮ PRO ARCGIS DESKTOP

V této kapitole jsou vybrány sbírky příkladů pro ArcGIS Desktop z České Republiky i zahraničí. Smyslem bylo vybrat takové sbírky úloh, které jsou pro zájemce hledající tyto sbírky nejsnáze dostupné. V dnešní době jsou nejsnáze dostupné sbírky, které jsou umístěné na internetu. U všech sbírek byla podmínka volné dostupnosti, proto byly vynechány sbírky příkladů v placených publikacích, umístěné na placených stránkách nebo používané při komerční výuce. Při popisu sbírek není záměrem je hodnotit, ale získat přehled o typu použitých příkladů a spektru použitých nástrojů. Mezi vybrané sbírky patří jak diplomové a bakalářské práce, tak i návody ke cvičení z předmětů GIS a jiné výukové materiály. První podkapitola je věnována sbírkám v ČR, druhá sbírkám v zahraničí a poslední podkapitola je věnována poznatkům získaných z vybraných sbírek.

1.1 Sbírký v ČR

První sbírkou je diplomová práce Radka Fajfra Ukázkové řešení příkladů s využitím prostorových statistik v prostředí ArcGIS Desktop [5]. Tato sbírka se zabývá příklady prostorové statistiky. Příklady mají tři části a to zadání, postup řešení a interpretaci. V příkladech jsou použity nástroje *hot spot analysis*, *cluster and outlier analysis*, *average nearest neighbor*, *spatial autocorrelation*, *multi-distance spatial cluster analysis*, *directional distribution*, *central feature*, *mean center*, *linear directional mean*. V postupu řešení je vždy popsána posloupnost nástrojů (pokud je nutná) k vyřešení daného příkladu, a jsou popsány parametry nástrojů. Ke každému příkladu je také přiložena grafická interpretace výsledku. Příklady jsou řešeny v programu ArcGIS Desktop 10.

Druhou sbírkou je diplomový práce Kateřiny Hubkové Soubor příkladů pro ArcGIS Desktop [13]. Příklady v této sbírce jsou koncipovány pro využití při výuce předmětu GIS1, a proto se zaměřují na základní práci s programem ArcGIS Desktop. Sbíрка je rozdělena na deset cvičení, kde každé obsahuje 13-17 příkladů. Cvičení jsou zaměřeny na úvodní seznámení s programem ArcGIS Desktop 10, vykreslování vrstev, atributové dotazy, prostorové dotazy, tvorbu mapových vstupů, prostorové funkce, editace, síťovou analýzu a digitální analýzu terénu. Pro jednotlivá cvičení jsou použity nástroje *select by attributes*, *select by location*, *clip*, *buffer*, *union*, *erase*, *intersect*, *summary statistics*, *new route*, *hillshade a aspect*. Součástí příkladů je i stručný popis postupu s přiloženými obrázky dílčích i celkových výsledků.

Třetí sbírkou je bakalářská práce Pavla Peciny Soubor příkladů zpracování obrazu v extenzi Image Analysis programu ArcGIS Desktop. [20] Tento soubor příkladů se zaměřuje na úlohy spojené s digitálním zpracováním obrazu. Ty jsou rozděleny na osm cvičení zahrnující Úvod do digitálního zpracování obrazu, předzpracování obrazu 1. část, předzpracování obrazu 2. Část, zvýraznění obrazu – LUT, klasifikace obrazu 1. Část, klasifikace obrazu 2. část, analýza změn v časové řadě, převod rastrových dat na vektorová a vektorových na rastrová. Verze programu ArcGIS, v které byly příklady řešeny není uvedena.

Další sbírkou příkladů je souhrn cvičení na stránkách Institut geoinformatiky VŠB-TU Ostrava [29], kterou zastřešuje David Vojtek. První skupina příkladů je pro předměty Úvod do geoinformačních technologií a Základy geoinformatiky. Příklady jsou rozděleny do 10 cvičení zahrnující základy ovládání prostředí ArcGIS Desktop, tvorbu map v prostředí ArcGIS Desktop, vektorová data a vektorový datový model, rastrová data a rastrový datový model, přímé vyjádření polohy, návrh datového modelu, vytvoření File Geodatabase, vektorizace naplnění File Geodatabase a kartografické modely a analýzy v GIS. Pro řešení příkladů byly použity nástroje *Join, Clip, Merge, Edit Tool, Fix Topology Error Tool, Append, Single Output Map Algebra, Con*. U příkladů je podrobná návod doplněný teorií vztahující se k danému příkladu. Druhá skupina obsahuje příklady pro předměty Geoinformační technologie pro FEI. Příklady jsou také rozděleny do 10 cvičení, kde pouze u prvních dvou cvičení je použit ArcGIS Desktop. Tato cvičení jsou zaměřena na základy práce v prostředí ArcGIS a základy práce s WMS (Web Map Services). U těchto cvičení byly použity již výše uvedené nástroje. Příklady byly vytvořeny pro verzi programu ArcGIS Desktop 9.x.

V rámci semestrální práce [19] Michaela Nováková vytvořila soubor deseti příkladů na řetězení prostorových analýz pomocí aplikace ModelBuilder, která je součástí ArcGIS Desktop. Příklady slouží k procvičení práce v ModelBuilder. Pro řešení je použita již zmíněná aplikace ModelBuilder a nástroje *select by attributes, select by location, clip, buffer, union* a *intersect*. Stručné řešení má pouze první příklad, u dalších je jen zadání.

Další sbírku úloh vypracovali Jana Ředinová, Jirka Pavlásek a Petr Máca jako Návody ke cvičením z předmětu Hydrologie [22]. V této sbírce je řešen jeden komplexní příklad, který je rozdělen na 8 cvičení. Z těchto 8 cvičení je program ArcGIS použit pouze v prvním cvičení. Toto cvičení je rozděleno na několik částí, v první části se jedná o seznámení s programem ArcGIS, dále následuje úprava prvků s použitím základní editace (v rozsahu předmětu GIS1). V další části je řešen výpočet plochy povodí, který je realizován vytvořením nových plošných prvků, kde výpočet plochy je řešen skriptem přiloženým v zadání. Výpočet délky rozvodnice,

hlavního toku a údolnice je zaměřen na práci s atributy, převážně na tvorbu nových atributů jako výsledek matematických operací se stávajícími atributy. Navíc je zde použit nástroj *Split*. Následující část slouží k výpočtu digitálního modelu terénu (DTM), zde je použit nástroj *Topo to Raster*. Poslední dvě části využívají nástroj *Zonal Statistics as Table* k výpočtu průměrného sklonu svahů a průměrné nadmořské výšky. Řešení úloh je formou podrobného návodu s obrázky postupu řešení.

V rámci bakalářské práce Řešení geografických úloh metodami GIS [28], Kristýna Vaňková vypracovala sbírku úloh pro program ArcGIS Desktop 10. Sbíрка je rozdělena na 5 cvičení, kde každé cvičení má více úkolů. Cvičení jsou zaměřena na práci s ArcCatalogem, seznámením s prostředím ArcMap, popis Layout, editaci atributové tabulky, tvorba kartogramu, kartodiagramu a georeferencování. V příkladech jsou použity nástroje *select by attributes*, *select by location*. První cvičení slouží k seznámení se základními funkcemi programu v rozsahu probíraném v předmětu GIS1, ve cvičení zaměřeném na georeferencování je popsán základ odpovídající prvnímu cvičení z předmětu GIS2. Řešení příkladů je podrobně doplněné o obrázky postupu řešení.

Diplomová práce Lenky Šenkeříkové obsahuje sbírku celkem deseti cvičení, určených pro verzi programu ArcGIS Desktop 9.x. [24] První dva příklady jsou zkušební zaměřené na základní práci s oknem Layer Properties a tvorbu mapového výstupu. Dalších 8 cvičení je zaměřeno na základní editaci, tvorbu grafů, propojování tabulek a tvorbu mapového výstupu v rozsahu předmětu GIS1, a na georeferencování (částečná náplň předmětu GIS2). V příkladech byly využity nástroje *select by attributes*, *select by location*, *Clip*, *Join data*, *Join attributes from a table*, *Add Control Points*, *Buffer* a *Dissolve*. Součástí příkladů je i velmi podrobný postup řešení s výslednými mapovými výstupy.

Cvičení do předmětu Digitální zpracování dat v ArcGIS [1], je další volně dostupnou sbírkou úloh, umístěnou na stránkách Ústavu geoinformačních technologií Mendelovy Univerzity. Sbíрка obsahuje 7 cvičení zaměřených na úvod do ArcGIS, georeferencování, sběr vektorových dat, zadávání atributů a tvorba mapy, DMT, interakční modelování, topografické a hydrologické modelování. Pro řešení příkladů jsou použity nástroje *select by attributes*, *select by location*, *clip*, *buffer*, *union*, *intersect a merge* v úvodních cvičení, v cvičení DTM byly použity nástroje *IDW*, *Kriging*, *Spline Topo to Raster*. Ve cvičení interakční modelování bylo využito nástrojů *Feature To Raster*, *Slope*, *Reclassify*, *Region Group a Raster To Polygon*. Příklady jsou pro verzi programu ArcGIS Desktop 9.1 a řešení je uvedeno pouze jako obrázky dílčích výsledků bez přesnějšího popisu.

Soubor 9 cvičení z předmětu Geografické informační systémy II, slouží jako další sbírka příkladů. Tyto cvičení vytvořil Tomáš Peňáz a jsou dostupné na stránkách ostravské technické univerzity [21]. První cvičení slouží k seznámení s programovým balíkem ArcGIS. Následující cvičení jsou zaměřena vektorové a rastrové formáty pro uložení geodat. Další cvičení se zabývají tvorbou map, zpracování dat, import geodat do prostředí geodatabase, výstavba topologie v prostředí geodatabase, grafická editace geodatabase a vytváření polygonové třídy geoprvků z linií v prostředí geodatabase. Jak již obsah jednotlivých cvičení napovídá, sbírka úloh je zaměřena na práci s geodatabase, jak v aplikaci ArcMap tak převážně v aplikaci ArcCatalog. Pro editaci prvků nebyly použity žádné speciální nástroje. Řešení je přiloženo jen k obtížnějším úkolům, je podrobné a obsahuje i obrázky z postupu. U ostatních příkladů je odkaz na nápovědu programu. Verze programu ArcGIS nebyla uvedena.

1.2 Sbírký v zahraničí

Pro výuku předmětů GIS1 i GIS2 se používá nelokalizovaná verze ArcGIS Desktop, která je v anglickém jazyce. Tak jako u nás, tak i ve většině ostatních států se používá anglická verze tohoto programu, z tohoto důvodu jsou do této práce zahrnuty sbírky příkladů ze zahraničí. S pochopením příkladů a jejich řešení by neměli mít problém ani studenti, kteří mají jen základní nebo jen velmi malé znalosti anglického jazyka, protože již znají názvy nástrojů v anglickém jazyce z výuky.

První sbírka příkladů ze zahraničí je vytvořena v rámci výukových materiálů Harvard College Library. Výukový materiál úvod do geografických informačních systémů, jehož součástí je video návod a sada příkladů, je dostupný z internetových stránek Harvard Map Collection [9]. V materiálu je sbírka 4 cvičení, která se zaměřují na základní ovládání ArcGIS Desktop, práci s atributy a dotazy. Při řešení jsou použity nástroje *select by attributes*, *select by location*, *Join Field* a *Summary Statistics*. Poslední cvičení je věnováno geokódování, při němž byly použity nástroje *Create Address Locator* a *Geocode Addresses*. Návod pro řešení cvičení je formou návodu s obrázky postupu řešení.

Matthew Linkie při svém působení na University of Kent vytvořil v roce 2004 sbírku cvičení z GIS na datech pořízených v národní rezervaci Masai Mara v Keni [16]. Sbíрка obsahuje 8 příkladů rozdělených do tří lekcí, první lekce se věnuje importování GPS dat, tvorbě liniových prvků, import a zobrazení naměřených dat. V druhé lekci jsou úkoly na přidávání, zobrazování a vytváření dotazů na datové vrstvy společně s vytvářením výstupů pro tisk. Poslední lekce je věnovaná práci s datovou sadou a propojování datových tabulek.

V příkladech jsou využity nástroje *Points To Line* a *Feature Class To Shapefile*. Příklady jsou řešeny na verzi programu ArcView 3.2 a to formou jednotlivých kroků řešení.

Euroregion Baltic v rámci projektu Seagull pořádal v roce 2004 Workshop GIS – ArcView 8.3. V rámci tohoto workshopu vznikla sbírka příkladů „Practice Exercises“ [18]. Celkem je ve sbírce 8 cvičení, která mají více dílčích úloh. První dvě cvičení jsou seznamovací, jsou zde úlohy na vkládání datových sad, práci s atributy, symboly, jednoduchou editaci prvků a vytváření a práce s vrstvami (layer). Jediným nástrojem použitým v tomto cvičení je *Select By Attributes*. Následující cvičení je věnováno tabulkám, přidávání atributů, statistiky, importování a exportování. Ve čtvrtém cvičení jsou příklady na editaci vrstev. Pro editaci byl využit nástroj *GeoProcessing Wizard*, který již ve verzi ArcGIS 9 a výše není. Tento nástroj slučoval nástroje *Dissolve*, *Merge*, *Clip*, *Union* a *Intersect*. Páté cvičení je v textu vynecháno, bylo zadáváno ústně v průběhu workshopu. V šestém cvičení je příklad na vytváření nových prvků, editaci prvků, importování atributových tabulek a jejich propojování. Pro tyto příklady byly použity nástroje *Add XY Coordinates* a *Add Join*. Náplní sedmého cvičení je výběr prvků a analýza pomocí nástrojů *Select By Graphics*, *Select By Location* a *Buffer*. V posledním cvičení je tvořen výstup, statistiky a hypertextové odkazy.

Následující sbírka cvičení je z předmětu GIS in Water Resources , tento předmět je vyučován společně na University of Texas a Utah State University Davidem Maidmentem a Davidem Tarbotonem [17]. Celkem je připraveno 6 cvičení, kdy první cvičení slouží k seznámení s programem ArcGIS Desktop. Druhé cvičení se zabývá vytvořením základní mapy. Pro tvorbu byly použity nástroje *Import From Interchange File*, *Feature Class to Geodatabase*, *Feature Class to Feature Class*, *Select by Attributes* a *Add XY Coordinates*. V druhém cvičení jsou příklady na prostorové analýzy v hydrologii. V tomto cvičení jsou nástroje *ASCII to Raster*, *Surface Slope*, *Aspect*, *Flow Direction*, *Project Raster*, *Raster Calculator*, *Zonal Statistics*, *Create Thiessen Polygons*, *Features to Raster* a *Spline*. Čtvrté a páté cvičení se zabývá směrem povodí a sítě toků, pro řešení je použita sada nástrojů ArcHydro Tools, která není součástí základní verze ArcGIS Desktop. Tvorba geodatabáze je náplní posledního cvičení, jediným použitým nástrojem je nástroj *Project*. Řešení i příklady jsou vytvořeny pro ArcGIS verzi 9.2, řešení je podrobné a součástí jsou i obrázky postupu.

1.3 Shrnutí

Jak již bylo uvedeno v úvodu, řešené příklady by měli obsahovat hlavně úlohy řešené síťovou analýzou, editačními nástroji a nástroji pro konverzi. Program ArcGIS Desktop obsahuje v základní nabídce velkou škálu nástrojů jak pro síťovou analýzu, tak i pro editační nástroje a konverzi. Proto cílem první kapitoly bylo zjistit, zdali zadané nástroje a analýzy již nebyly náplní dostupných sbírek.

Řada nástrojů síťové analýzy již byla součástí příkladů, kde nejznámější skupinou příkladů jsou úlohy typu zjištění nejkratší trasy. Tyto příklady jsou součástí sbírek, a byly i součástí výuky předmětu GIS1. Mezi úlohy, které nebyly blíže popsány ani zahrnuty do příkladů sbírek jsou úlohy řešené lokační - alokační síťovou analýzou a síťovou analýzou matice nákladů.

Jak je již uvedeno výše, téměř v každé sbírce je řešena editace prvků. Ve všech sbírkách byla pro editaci prvků využita nástrojová lišta Editor (toolbar Editor) a její funkce. S touto nástrojovou lištou je možné provádět velkou škálu úprav, s kterou si běžný uživatel plně vystačí. Pro další editaci prvků je v programu ArcGIS další sada nástrojů – Editing tools, které rozšiřují možnosti editace, a které nejsou zatím blíže popsány v žádné z dostupných sbírek, a nejsou ani použity při řešení některého z příkladů.

Jako poslední okruh úloh jsou úlohy, při jejichž řešení se využívají nástroje pro konverzi. Nástrojů pro konverzi je celá řada, protože existuje i velké množství formátů, z kterých nebo do kterých můžeme konvertovat. Ve výše uvedených sbírkách byl použit pouze zlomek možných nástrojů.

2 VYBRANÉ ANALÝZY A NÁSTROJE ARCGIS DESKTOP

V této kapitole jsou popsány analýzy a nástroje programu ArcGIS Desktop, které nejsou náplní současných sbírek příkladů a je proto dobré popsat jejich možnosti a využití. Řešené příklady budou zaměřeny právě na tyto analýzy a nástroje. Tato kapitola poskytuje teoretický základ pro dané analýzy a nástroje, který je nezbytný pro pochopení podstaty nástrojů a správné řešení úloh.

2.1 Síťová analýza

Tato podkapitola se zabývá nástroji pro síťovou analýzu. Síťová analýza patří k významným oblastem aplikace geografických informačních systémů. Síťová analýza se provádí nad vektorovou sítí. Vektorová síť je synonymem pro ohodnocený orientovaný graf,

který je dán množnou vrcholů a hran. Proto, aby graf mohl být považován za síť, musí být souvislý, konečný, rovinný a ohodnocený nezáporným číslem. [14]

Podle Tučka [27] je síť definována jako „*soubor objektů, přes které proudí nějaké zdroje.*“ Jedná se například o silnice, železnice, elektrické vedení, vodní potrubí apod. Síťové analýzy spadají pod vzdálenostní analýzy a to jak pod jednoduché Euklidovské tak i oceněné. Mezi analýzy nad vektorovými sítěmi můžeme zařadit modelování zatížení sítě. Typickým příkladem tohoto modelování je analýza transportu vody, plynu, ropy atd. v potrubí nebo vlaků po železnici či aut po silnici. U hledání / výběru optimální trasy jde o vyhledání optimální trasy mezi jednotlivými uzly na síti. Optimální trasa může být navrhována mezi dvěma nebo více body, mezi nejčastější vyhledávané trasy patří nejkratší, nejrychlejší nebo nejméně nákladnou. Těmito problémy se také zabývají disciplíny operačním výzkumu. Určitým typem hledání optimální trasy může být problém obchodního cestujícího, který musí postupně navštívit všechny daná místa, pouze jednou a vrátit se za co nejkratší čas, vzdálenost nebo s nejmenšími náklady do startovního místa. Další možností využití síťové analýzy je alokace zdrojů. Typickým příkladem je zjištění lokalit obslužných z daného bodu. [14], [27]

Program ArcGIS Desktop využívá pro vyhledání nejkratší trasy tzv. Dijkstrův algoritmus. Dijkstrův algoritmus je grafový algoritmus vytvořený nizozemským vědcem Edsgerem Wybem Dijkstrou (1930–2002). Algoritmus prohledává ohodnocený graf, graf nesmí být ohodnocen zápornými čísly, a vyhledá nejkratší cestu z počátečního uzlu do všech ostatních uzlů. [12] Pro potřeby programu je tento algoritmus upraven tak, aby respektoval uživatelské nastavení, jako je jednosměrné omezení, zákazy zatáčení, spojovací impedance, bariéry a zároveň minimalizovat uživatelsky zadané nákladové atribut. [10]

2.1.1 Make Location-Allocation Layer

Prvním vybraným nástrojem síťové analýzy je *Make Location-Allocation Layer*. Jak již název nástroje napovídá, jedná se o nástroj, jehož pomocí se řeší alokační úlohy. Tento nástroj je užitečný v případech, kdy máme řadu potenciálních lokalit, z které vybíráme určitý počet zařízení, a to takovým způsobem, že zařízení budou vybrána optimálně a efektivně vzhledem k poptávce. [10]

Tímto nástrojem můžeme řešit úlohy vybrání nejvhodnějšího místa pro umístění například nemocnic, škol, továren, obchodů atd., za předpokladu, že známe i poptávku po těchto službách nebo výrobcích. V závislosti na poptávce tedy hledáme nejvhodnější umístění zařízení tak, aby cesta k místu poptávky byla co nejkratší nebo nejméně nákladná. Dalšími úlohami, které lze řešit jsou minimalizování impedance u elektrických obvodů,

maximalizování pokrytí určité služby, minimalizovat počet zařízení, maximalizovat návštěvnost nebo maximalizovat podíl na trhu.

Pro řešení těchto úloh se využívají heuristické metody. Nástroj nejprve generuje matici nejkratších cest mezi všemi zařízeními a umístěními poptávky. Z této matice se poté vytvoří upravená matice nákladů pomocí Hillsmanova procesu, blíže popsáno v [11]. Tento proces umožňuje použít stejné heuristické metody pro řešení více různých úloh. Dále se pak vygeneruje sada „polo-náhodných“ (semi-randomized) řešení. Pro zpřesnění těchto vygenerovaných řešení se používá vrcholová substituční heuristika, kterou popsali Teitz a Bart [25]. Pomocí metaheuristických metod se pak spojují skupiny zpřesněných řešení, které vytvářejí lepší řešení. Kombinace upravené matice, „polo-náhodných“ řešení, vrcholové substituční heuristiky a pročištění metaheuristickými metodami dává téměř optimální výsledky. Kompletní postup je popsán blíže v práci Denshama a Rushtona [3].

2.1.2 Make OD Cost Matrix Layer

Druhým vybraným nástrojem je *Make OD Cost Matrix Layer*. Tento nástroj je užitečný v případech, kdy potřebujeme zjistit nejméně nákladné (nejkratší) cesty z matice tras tvořenou počátečními místy a cílovými místy. Nástroj vytvoří matici, ve které jsou zobrazeny náklady z každého počátečního bodu do každého koncového bodu. Může tak vybrat nejméně nákladné (nejkratší) cesty z určitých bodů do určitých cílů nebo různou kombinaci počátků a cílů. [10]

Oproti nástroji *New Route*, který umožňuje také nalézt nejkratší cestu, výstupem nástroje *Make OD Cost Matrix Layer* není přesná trasa, ale pouze linie spojující dané počáteční a koncové body. Nástroj neslouží primárně k nalezení a zobrazení přesné cesty, ale spíše k rychlému výpočtu vzdáleností, a slouží tak jako podklad pro další síťové analýzy.

Pro výpočet nástroj využívá algoritmus založený na Dijketrově algoritmu. Ten umožňuje vypočítat nejkratší cestu v případě, kdy je zadáno vzdálenostní omezení nebo pevný počet nejbližších destinací. Algoritmus nevypočítává tvar výsledné nejkratší cesty, proto má menší nároky a je rychlejší.

2.2 Nástroje pro konverzi / Conversion tools

Pro reprezentaci prostorových informací v GIS existují dvě hlavní reprezentace prostorových objektů. Vektorová reprezentace a rastrová reprezentace, které jsou jednou z náplní předmětu GIS1. Jejich struktura je popsána ve skriptech k předmětu GIS1 [15]. Tyto reprezentace mohou být uloženy v různých datových formátech. Pro práci v programu ArcGIS

Desktop se nejčastěji využívá souborů typu shapefile, ale ne vždy jsou k dispozici zdrojová data ve formátu shapefile, a také není vždy požadovaným výstupním formátem shapefile. Proto existují nástroje ke konverzi, které umožňují převod mezi formáty. Sada nástrojů *Conversion tools*, kterou nalezneme v hlavní nabídce nástrojů ArcToolbox, slouží ke konverzi z formátů KML (Keyhole Markup Language), Raster, WFS (Web Feature Service) a také umožňuje konverzi do formátů CAD, Collada, Coverage, dBASE, Geodatabase, KML, Raster, Shapefile. Dále obsahují nástroje pro práci s metadaty. Řešené příklady budou zaměřeny na nástroje pro převod z rastrového formátu do vektorového a naopak.

2.2.1 Konverze z rastrového formátu

Pro převod z rastrového formátu do vektorového slouží v programu ArcGIS desktop nástroje *Raster to Point*, *Raster to Polyline*, *Raster to Polygon*. Tyto nástroje obsahuje sada nástrojů From Raster, která je jedna z mnoha sad nástrojů patřících pod Conversion tools. Sada nástrojů From Raster obsahuje mimo více uvedených také nástroje *Raster to ASCII*, *Raster to Float* a *Raster to Video*.

Nástroj *Raster to Point* převede rastrovou datovou vrstvu obsahující bodové prvky na bodovou vektorovou vrstvu. Každý bod ve vstupní vrstvě je převeden na bod na výstupní vrstvě a to tak, že každý nový bod je umístěn ve středu buňky, kterou byl reprezentován ve vstupní vrstvě. Nástroj *Raster to Polyline* převede rastrovou datovou vrstvu obsahující liniové prvky na liniovou vektorovou vrstvu. Při převodu rastrové datové sady obsahující liniové prvky, je křivka vytvořena z každé buňky ze vstupní rastrové datové sady. Křivka je umístěna tak, že prochází středem každé buňky. Nástroj *Raster to Polygon* převede rastrovou datovou vrstvu obsahující polygonové prvky na polygonovou vektorovou vrstvu. Při převodu rastrové datové vrstvy se každá skupina po sobě jdoucích buněk se stejnými hodnotami převede na polygon. Oblouky jsou tvořeny z hranic buněk v rastrové datové vrstvě. [10]

2.2.2 Konverze do rastrového formátu

Pro převod do rastrového formátu z vektorového slouží v programu ArcGIS desktop nástroje *Point to Raster*, *Polyline to Raster*, *Polygon to Raster*. Tyto nástroje obsahuje sada nástrojů To Raster. Sada nástrojů To Raster obsahuje mimo více uvedených také nástroje *ASCII to Raster*, *DEM to Raster*, *Feature to Raster*, *Float to Raster* a poslední *Raster to Other Format*, který převede rastr do dalších formátů podporovaných programem ArcGIS Desktop (BIL, BIP, BMP, BSQ, ENVI DAT, GIF, GRID, ERDAS IMAGINE, JPEG, JPEG 2000, PNG, TIFF atd.).

Nástroj *Point to Raster* převede shapefile obsahující body na rastrovou vrstvu. Při převodu bodů, je buňkám rastru obvykle přiřazena hodnota bodů nalezených v každé buňce. Nástroj *Polyline to Raster* převede shapefile obsahující liniové prvky na rastrovou vrstvu. Při převodu liniových prvků je buňkám přiřazena hodnota linie (křivky), která protíná každou buňku. Buňkám, které nejsou protnuty linií, je přiřazena hodnota NoData. Nástroj *Polygon to Raster* převede shapefile obsahující polygonové prvky na rastrovou datovou sadu. Při převodu polygonových prvků je buňkám přiřazena hodnota polygonu, který je ve středu dané buňky. [10]

2.3 Nástroje pro editaci / Editing tools

Jednou z úloh, které sbírky ve většině případů obsahují, je i cvičení na úpravu (editaci) prvků. V rámci předmětu GIS1, i ve výše uvedených sbírkách se pro tyto účely používala nástrojová lišta editor (editor toolbar). Tato nástrojová lišta obsahuje nástroje pro vytvoření nových prvků, úpravu jejich tvaru, velikosti nebo atributů. I když pomocí těchto nástrojů můžeme upravovat více prvků, nejsou tyto nástroje vhodné pro hromadnou úpravu více prvků, kdy potřebujeme upravit všechny prvky dané vrstvě. V takovém to případě je vhodné využít další editační nástroje.

Tato podkapitola se zabývá právě těmito nástroji pro editaci. Pomocí těchto nástrojů můžeme upravit všechny prvky v dané vrstvě, nebo jen vybranou skupinu prvků v daném datovém souboru. Sada nástrojů pro editaci (Editing tools) obsahuje nástroje *Densify*, *Erase point*, *Extend line*, *Flip line*, *Generalize*, *Snap* a *Trim line*, které budou postupně popsány v následujících podkapitolách.

Většina těchto nástrojů slouží k odstranění nepřesností, tedy k datovému čištění. Tyto nástroje najdou využití při situacích, kdy jsou data nepřesně zaznamenána, nebo digitalizována s nedostatečnou přesností. V takovýchto případech vzniká celá řada nepřesností, jako například polygony, které nemají uzavřené hranice, linie, které přesáhnou místo průniku s ostatními liniemi a další, které je potřeba odstranit dříve, než se začne s těmito daty pracovat. Některé z nástrojů nemají konkrétní výstupy, jak je běžné u jiných nástrojů. S většinou z těchto nástrojů se běžný uživatel nesetká, protože běžný uživatel již pracuje s upravenými daty. Pokud ovšem nastane situace, kdy se k uživateli dostanou neupravená data, je znalost těchto nástrojů přínosem.

2.3.1 Densify

První nástroj ze skupiny editačních nástrojů je *Densify*. Nástroj slouží k vložení vrcholů na linie nebo hrany polygonového prvku. Nástroj také převádí segmenty křivek (kruhové oblouky, eliptické oblouky, Beziérovky) na liniové segmenty. [10]

Tento nástroj je vhodný v případech, kdy potřebujeme provádět editaci liniových nebo polygonových prvků. Při úpravách nebo vytváření nových prvků nám napomáhá tzv. snapping (přichytávání), který umožňuje přichytit tvořenou nebo upravovanou hranu přesně na vrchol. Běžný liniový prvek je tvořen dvěma vrcholy (vertex) a hranou (edge). U polygonového prvku je prvek tvořen n vrcholy a n hranami. U kruhových prvků je vrchol pouze jeden. Pomocí tohoto nástroje můžeme vytvořit na hranách více vrcholů, které poslouží k lepší editaci. Tyto vrcholy můžeme vytvořit v libovolné vzdálenosti, nebo pod libovolným úhlem s či libovolnou odchylkou. Tím můžeme docílit toho, že veškeré hrany v upravené vrstvě budou mít například po každých 5 metrech vrchol. Tím zpřesníme další následnou editaci.

2.3.2 Erase point

Pomocí nástroje *Erase point* je možné odstranit body na vstupní datové sadě a to podle toho, zda spadají do oblasti nebo mimo oblast, která je reprezentována datovou sadou obsahující polygonové prvky. [10]

Tento nástroj ulehčí řešení úloh, v nichž je zapotřebí odstranit bodové prvky, které spadají, nebo naopak nespádají do určité oblasti. Při běžném postupu by bylo nutné použít nástroj *Select By Location*, tím bychom získali prvky, které spadají (nespadají) do dané oblasti. Následně bychom museli vytvořit novou vrstvu z vybraných prvků a následně použít nástroj *Deletes features*.

Princip nástroje je již načrtnut výše. Nástroj provede porovnání všech bodových prvků, zdali spadají (nespadají) do oblasti tvořenou zvolenou polygonovou datovou vrstvou. V případě, že bodový prvek spadá (nespadá) do oblasti je vymazán.

2.3.3 Extend line

Tento nástroj slouží k úpravě liniových prvků. Při digitalizaci může vzniknout řada nepřesností, jedním z typů nepřesností je špatné zakreslení liniových prvků. Některé linie mohou být nedotažené nebo chybět. Tyto chyby můžou vzniknout i při špatné editaci, kdy linie není správně přichycena k vrcholu a vzniká tak mezera. Pro rychlou úpravu těchto typů

nepřesností slouží nástroj *Extend line*. Ten umožňuje prodloužení liniových segmentů a řeší tak situaci, kdy potřebujeme upravit nepřesnosti liniových prvků v datové sadě. [10]

Princip nástroje je takový, že každá linie ve zvolené datové sadě je prodloužena ve všech směrech o zvolenou délku. Nástroj poté určí, zdali se prodloužená část neprotíná již s existující linií. Pokud ano, úsečka se prodlouží až k dané existující linii a vznikne tak prodloužená linie. Další možností je, že prodloužená část protne jinou prodlouženou část. Při zvolení této možnosti vzniknou dvě prodloužené linie se společným bodem.

2.3.4 Flip line

Tento nástroj obrací směr liniového prvku. [10] Obrácení směru liniového prvku se využívá v příkladech spojených se síťovými analýzami, zmíněnými výše. Smyslem je obrátit buď všechny, nebo jen vybrané liniové prvky dané datové sadě. Tím je docíleno změny ve směru daných linií. Využívá se například v případech, kdy je v jednosměrné ulici změněn směr jízdy, nebo v případech, kdy při tvorbě nebyl směr silnice uváděn.

2.3.5 Generalize

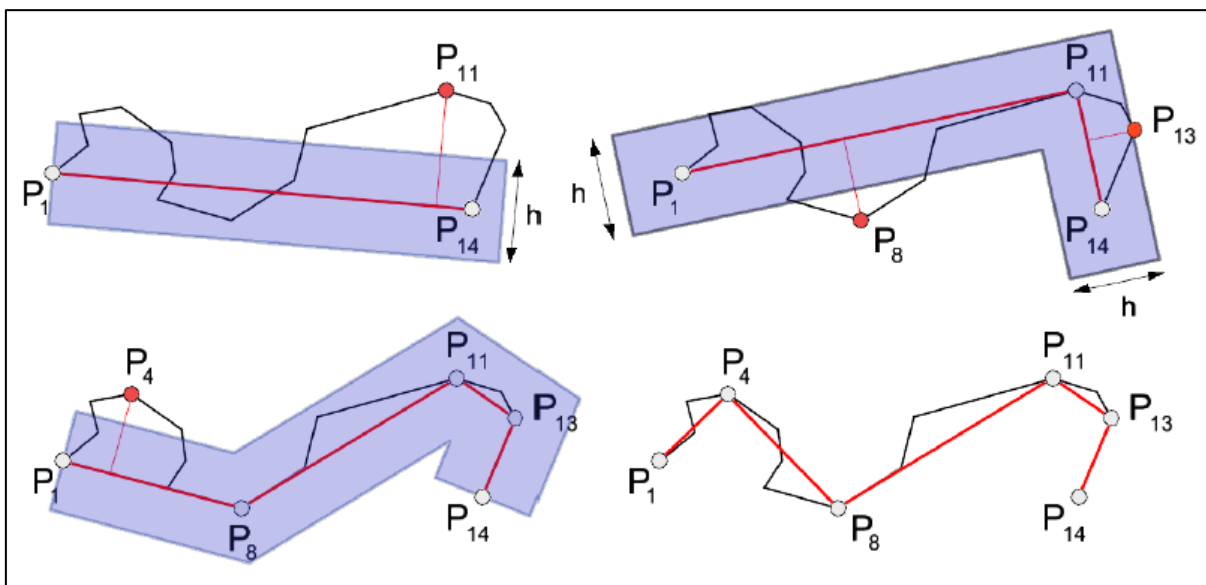
Nástroj *Generalize* využívá Douglas-Peuckerova algoritmu a slouží k zjednodušení vstupních prvků, tedy jak již název napovídá ke generalizaci. [10]

Podle terminologického slovníku zeměměřictví a katastru nemovitostí je „*kartografická generalizace je zevšeobecnění prvků a jevů se provádí geometrickým zjednodušením půdorysu (geometrická generalizace) až po jejich převod do kartografického znaku (kartografická abstrakce); generalizace kvantitativních charakteristik prvků a jevů se provádí zpravidla pomocí velikostních stupnic, generalizace kvalitativních charakteristik pak zjednodušením hierarchické struktury prvků a jevů; limitujícím faktorem kartografické generalizace je měřítko mapy a její grafická zaplněnost (tj. poměr plochy pokryté kresbou a popisem k celkové ploše mapy), která by neměla překročit hodnotu 30%.*“ [26]

V našem případě se však jedná pouze o generalizaci liniových a polygonových prvků Douglas-Peuckerovým algoritmem, tedy můžeme tvrdit, že jedná o generalizaci algoritickou. Slovník uvádí, že o algoritickou generalizaci se jedná, pokud je prováděna pomocí programů výpočetní techniky. [26]

Metoda Douglas-Peuckerova algoritmu je znázorněna na obrázku 1. Spočívá v nahrazení počáteční lomené linie novou linií, která vznikne spojením počátečního bodu P_1 a koncového bodu P_{14} . Dále se nalezne bod, ležící mimo koridor s šířkou h , s největší kolmou vzdáleností od této spojnice, v našem případě bod P_{11} . Z tohoto bodu P_{11} se stane lomový bod

linie, která teď vede z P_1 do P_{11} a dále pak do P_{14} . Algoritmus končí, když jsou postupně nalezeny všechny body s největší kolmou vzdáleností, které leží mimo koridor a je vytvořena generalizovaná linie.



Obrázek 1 Ukázka Douglas-Peuckerova algoritmu

Zdroj:[2]

2.3.6 Snap

Nástroj *Snap* umožňuje přesunout body nebo vrcholy tak, aby se shodovaly s vrcholy, hranami nebo koncovými body jiného prvku. Toto přichytávání (snapping) můžeme pomocí této funkce kontrolovat, a zvolit si zda vstupní vrcholy budou přichyceny k nejbližšímu vrcholu, hraně nebo koncovému bodu ve zvolené vzdálenosti. [10]

Tento nástroj využijeme v případech, kdy máme například shapefile obsahující polygonové prvky představují jezera a shapefile, obsahuje liniové prvky představující okraje jezer. Víme, že polygonové prvky nebyly vytvořeny s takovou přesností a tudíž se okraje polygonů přesně neshodují s liniemi reprezentující skutečné okraje jezer. S využitím tohoto nástroje nemusíme zdlouhavě upravovat polygonové prvky tak, aby okraje polygonů souhlasili se skutečnými okraji dané liniemi. Nástroj *Snap* upraví polygonové prvky, aby souhlasili s liniovými.

Docílí toho tak, že ve zvolené vzdálenosti od vrcholů polygonů najde vrcholy nebo hrany liniových prvků, ke kterým původní vrcholy přichytí.

2.3.7 Trime line

Nástroj *Trime line* umožňuje odstranění části linie, která je ve zvolené vzdálenosti od průsečíků linií. Oříznuty jsou pouze linie, které nejsou napojené na ostatní linie v obou jejich koncových bodech. [10]

Nástroj je využit v případech, kdy potřebujeme odstranit části linií, které jsou napojeny pouze z jedné strany. Jedná se například o přítoky, slepé nebo koncové ulice. Taky může sloužit k odstranění nepřesností při digitalizaci. Konkrétním příkladem může být vodní tok, u kterého chceme zanedbat přítoky kratší než 1 km.

2.4 ModelBuilder

V této kapitole bude navázáno na vědomosti získané při výuce kurzu GIS1, kde byli studenti seznámeni se základním popisem a prací s aplikací ModelBuilder. Jak již název napovídá ModelBuilder je aplikace v programu ArcGIS Desktop sloužící k vytváření, úpravám a spravování modelů. Tyto modely jsou tvořeny napojením nástrojů, kde může výstup z jednoho nástroje tvořit vstup do jiného a tvoří tak pracovní postup, který aplikace vykoná. Přes ModelBuilder je možné vytvářet jak jednoduché modely, které byly náplní kurzu GIS1, tak i pokročilejší modely, jenž mohou být uloženy jako nový nástroj.

Aplikace ModelBuilder se využívá pro řešení úloh, kde řešením je přesně daná posloupnost nástrojů pro různé vstupní datové sady. V takových to případech můžeme v aplikaci ModelBuilder vytvořit model posloupnosti těchto nástrojů a uložit ho jako nový nástroj. Pro příklad máme situaci, ve které potřebujeme sloučit dvě datové vrstvy, následně vybrat určité prvky a kolem nich vyznačit oblast. Poté nás bude zajímat, které prvky z jiné datové sady spadají do této oblasti. V případě, že by se jednalo pouze o ojedinělou situaci, můžeme tento příklad řešit klasickým způsobem, tedy postupně použijeme nástroje, až dojdeme k výsledku. Pokud ovšem stejný typ úlohy budeme řešit vícrát, například vstupních datových sad bude více (pro každý kraj samostatné sady) a tuto situaci budeme muset řešit pro všechny případy, je výhodnější vytvořit model v ModelBuilderu a uložit ho jako nový nástroj. Tím získáme nástroj, který bude požadovat tři vstupní datové sady a po spuštění provede posloupnost všech operací uvedených výše. Tento nástroj následně můžeme využít i v dalších příkladech.

3 PŘÍPRAVA DAT PRO PŘÍKLADY

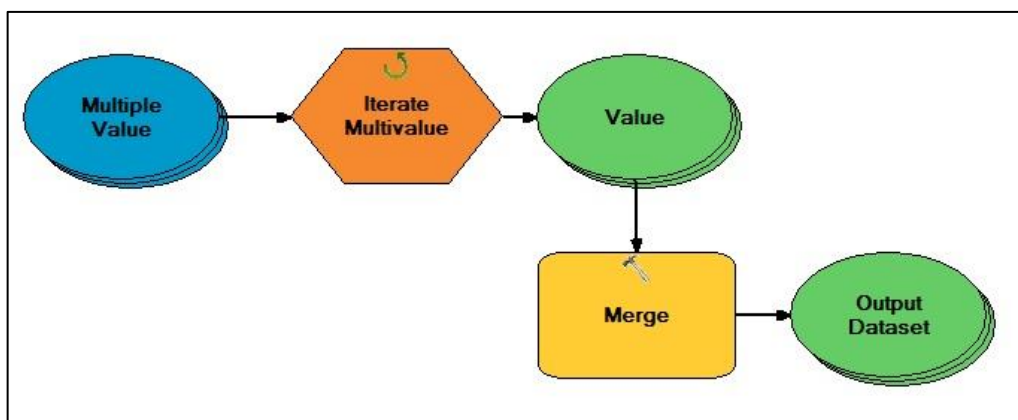
3.1 Popis zdrojových dat

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) – polohopis vydává Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) je digitální geografický model území České republiky (ČR). Úroveň podrobnosti Základní mapy ČR je 1:10 000. ZABAGED obsahuje geografická data o objektech sídel, komunikací, rozvodných sítích a produktovodů, vegetace a povrchu, vodstva, územních jednotek a chráněných území, terénního reliéfu a vybrané údaje o geodetických bodech. Objekty jsou reprezentovány popisnou složkou, která obsahuje kvalitativní a kvantitativní informace o objektech a vektorovou dvourozměrnou prostorovou složkou. [7]

Zdrojová data byla dodána v digitální podobě ve formátu shapefile. Celkem se jednalo o 131 shapefile souborů pro oblast Pardubicka a 122 shapefile souborů pro oblast Chrudimska. Zdrojová data ve formátu shapefile (SHP) jsou určena přímo pro práci v programu ArcGIS Desktop a byla dodána v souřadnicovém systému S-JTSK s Křovákovým zobrazením (S-JTSK Krovak East North).

3.2 Úprava

Protože většina ze shapefile souborů z oblasti Pardubicka a Chrudimska obsahuje informace o stejných geografických objektech, prvním krokem přípravy dat, je spojení souborů popisujících stejné geografické objekty, pouze na jiném území. Pro spojení byl vytvořen model v aplikaci ModelBuilder, který je uveden na obrázku 1.



Obrázek 2 Model pro sloučení datových vrstev

Zdroj: vlastní zpracování

Po sloučení vznikla sada shapefile souborů obsahující geografické informace o obou území tvořící základní sadu, z které budou vybrány a dále upraveny soubory pro použití v řešených příkladech, a tato sada také poslouží pro účely výuky předmětu GIS1.

Dále bylo potřeba sloučit některé shapefile soubory, jako například shapefile soubory obsahující bodové prvky *ZeleznicniStanice* a *ZeleznicniZastavka*, kdy pro potřeby příkladů není zapotřebí mít rozdělena geografická data o železničních stanicích na dva shapefile soubory, ale stačí pouze jeden, přičemž všechny atributy z obou souborů jsou zachovány. Pro tyto případy je také před spojením přidán nový atribut „Typ“, který určuje, jestli se jedná o zastávku, nebo stanicí. Pomocí tohoto atributu můžeme po sloučení souborů získat původní rozdělení souborů, pomocí atributového dotazu. Pro příklad sloučení liniových prvků je možno uvést shapefile *Cesta*, *SilniceDalnice*, *SilniceNeevidovana*, *SilniceVeVystavbe* a *Ulice*. Tyto soubory bylo nutné spojit pro získání kompletní silniční sítě, bez které by nešel následně vytvořit správný síťový graf pro síťové analýzy. Taktéž bylo nutno spojit i polygonové shapefile soubory jako například *TrvalyTravniPorost*, *OkrasnaZahradaPark*, *LesniPudaSeStromy* a *LesniPudaSKrovinatym*, kterými jsme získali celkovou zeleň. Dále byly vynechány soubory obsahující nevyhovující formát prvků, například byl pro potřeby příkladů ponechán shapefile *BudovaBlokBudov* obsahující polygonové prvky a nebyl ponechán shapefile *BudovaBlokBudov_b* obsahující bodové prvky. Následně také byly také vytvořeny rastry z některých shapefile souborů pro podklady pro úlohy spojené s konverzí datových formátů. Ve všech případech byly zachovány všechny atributy jednotlivých datových sad.

3.3 Výstup

Po provedení úprav byla původní sada souborů zredukována na 96 shapefile souborů, představující spojené vrstvy stejných prvků, z kterých je dále vybráno a upraveno pro účely příkladů 22 souborů ve formátu shapefile a 3 rastrové soubory. Dále je součástí podkladových dat GPX soubor s trasou kolem Žďárských vrchů, naskenovaná mapa Žďárských vrchů ve formátu PDF a XLSX soubor obsahující souřadnice bodů. Vypis všech souborů tvořící podkladová data pro řešené příklady je uveden v příloze 1.

4 NÁVRH SBÍRKY PŘÍKLADŮ A JEJICH ŘEŠENÍ V ARCGIS DESKTOP

Tato kapitola je stěžejní kapitolou celé práce, a je v ní popsán návrh sbírky řešených příkladů. Pro návrh příkladů byly využity poznatky ze současných dostupných sbírek, které byly uvedeny v první kapitole. Náplní příkladů jsou především analýzy a nástroje popsané ve druhé kapitole. Součástí každého příkladu je i správné řešení obsahující jednotlivé kroky postupu s příloženými obrázky. Řešení příkladů je vypracováno pro verzi programu ArcGIS Desktop 10, ale příklady lze řešit jak ve starších, tak i v budoucích novějších verzích programu ArcGIS Desktop.

Sbírka je rozdělena na 4 hlavních částí. První část obsahuje příklady zaměřené na jednotlivé nástroje. V druhé části jsou souhrnná cvičení zaměřená na alokační úlohy a matice nákladů. Třetí část je věnována doplňkovým příkladům. V poslední části sbírky jsou popsány možnosti a nastavení jednotlivých nástrojů, doplněné o komentáře a přeloženou nápovědu. Dále jsou v této části uvedeny novinky programu ArcGIS Desktop 10.1. V následujících podkapitolách jsou přiblíženy jednotlivé části sbírky doplněné o ukázkou řešených příkladů. Vytvořené příklady mají stejnou formu, obsahují zadání, výčet zdrojových dat pro daný příklad a řešení. V popisu řešení jsou uváděny názvy nástrojů a prvků s anglickým ekvivalentem uvedeným v závorce. Anglické názvy nástrojů a analýz jsou doplněny, protože výuka předmětů GIS1 i GIS2 probíhá v anglické verzi programu ArcGIS Desktop. Struktura sbírky příkladů je uvedena níže. Celá sbírka je společně s podkladovými daty součástí přílohy B.

Struktura sbírky příkladů:

1. Základní cvičení

- 1.1. Cvičení 1 – *Point to raster*
- 1.2. Cvičení 2 – *Polyline to raster*
- 1.3. Cvičení 3 – *Polygon to raster*
- 1.4. Cvičení 4 – *Raster to point*
- 1.5. Cvičení 5 – *Raster to polyline*
- 1.6. Cvičení 6 – *Raster to polygon*
- 1.7. Cvičení 7 – *Densify*
- 1.8. Cvičení 8 – *Erase point*
- 1.9. Cvičení 9 – *Extend line*
- 1.10. Cvičení 10 – *Flip line*
- 1.11. Cvičení 11 – *Generalize*
- 1.12. Cvičení 12 – *Snap*
- 1.13. Cvičení 13 – *Trim line*
- 1.14. Cvičení 14 – *Make location-allocation Layer*
- 1.15. Cvičení 15 – *Make OD Cost Matrix Layer*

2. Souhrnná cvičení

- 2.1. Souhrnné cvičení 1 – *Alokační úloha*
- 2.2. Souhrnné cvičení 2 – *Nákladová matice*

3. Doplnková cvičení

- 3.1. Doplnkové cvičení 1 – *Použití dat z GPS v ArcGIS*
- 3.2. Doplnkové cvičení 2 – *Vytvoření bodové vrstvy na základě XY souřadnic*
- 3.3. Doplnkové cvičení 3 – *Výběr trasy na základě více kritérií*

4. Nápoředa

- 4.1. Nástroje pro konverzi / *Conversion tools*
- 4.2. Nástroje pro editaci / *Editing tools*
- 4.3. Nástroje síťové analýzy
- 4.4. Novinky v programu ArcGIS Desktop 10.1

4.1 Úvodní část

Do úvodní části sbírky jsou zařazeny příklady na procvičení jednotlivých nástrojů a analýz popsaných v druhé kapitole. Tyto příklady mají za úkol seznámit studenty s nástroji a jejich možnostmi na jednoduchých a konkrétních příkladech. Pro tyto účely bylo vytvořeno 15 cvičení. Zadání příkladů jsou rozdělena na dvě části. V první části zdání je úkolem řešit úlohu klasickým způsobem za použití jednotlivých nástrojů, v druhé části je pak úkolem vytvořit nástroj pro řešení úlohy v aplikaci ModelBuilder.

Ukázkový příklad:

Cvičení 1

Zadání:

- A) Pomocí nástroje *Polygon to Raster* převed'te zadanou polygonovou vrstvu do rastru. Pro konverzi využijte všechny dostupné metody nástroje. Pro každou metodu vytvořte nový rastr a výsledné rastry porovnejte mezi sebou. Výstupem budou tři rastrové vrstvy pojmenované *Plocha_Center*, *Plocha_Area*, *Plocha_Comb*. Jako zájmový atribut vyberte „ID“ a velikost buňky rastru zvolte 15. Nakonec porovnejte výsledné rastry mezi sebou a zvolte rastr nejvíce odpovídající původní polygonové vrstvě.
- B) Vytvořte model (nástroj) řešení příkladu ze zadání A v ModelBuilderu. Jako volitelné parametry modelu v souvislosti se zadáním A) zvolte *Input Features*, *Value field*, *Cellsize*, *Output Raster Dataset*.
- C) Vyzkoušejte při konverzi různé nastavení parametrů nástroje *Polygon to Raster*.

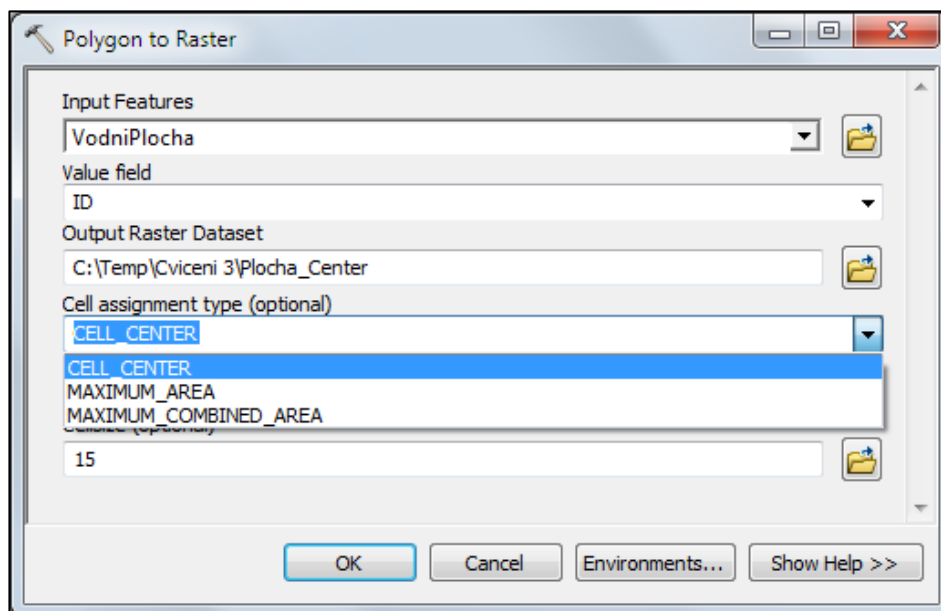
Zdrojová data:

VodniPlocha.shp

Řešení:

A) Klasické řešení

- 1) Otevřeme program ArcMap a přidáme vrstvu VodniPlocha.shp
- 2) Nadefinujeme souřadnicový systém S–JTSK Krovak EastNorth
- 3) Vybereme nástroj *PolygonToRaster*. Nástroj můžeme najít v nabídce nástrojů ArcToolbox, ArcToolbox – Conversion Tools – To Raster – *Polygon to Raster*, nebo nástroj můžeme vyhledat pomocí vyhledávače (Ctrl+F).
- 4) Jako první vytvoříme rastr metodou Cell_Center. Nejprve v nástroji nastavíme vstupní vrstvu (Input Features) na VodniPlocha. Jako zájmový atribut (Value field) zvolte ID. Název a umístění výstupního rastru se nastaví automaticky v poli Output Raster Dataset, ale v našem případě přejmenujeme výstupní rastr na Plocha_Center. V poli Cell assignment type zvolíme metodu přiřazení na CELL_CENTER. Jako poslední vyplníme velikost buňky rastru (Cellsize) na 15. Pokud vše zvolíme správně, mělo by vaše nastavení nástroje odpovídat obrázku 3.



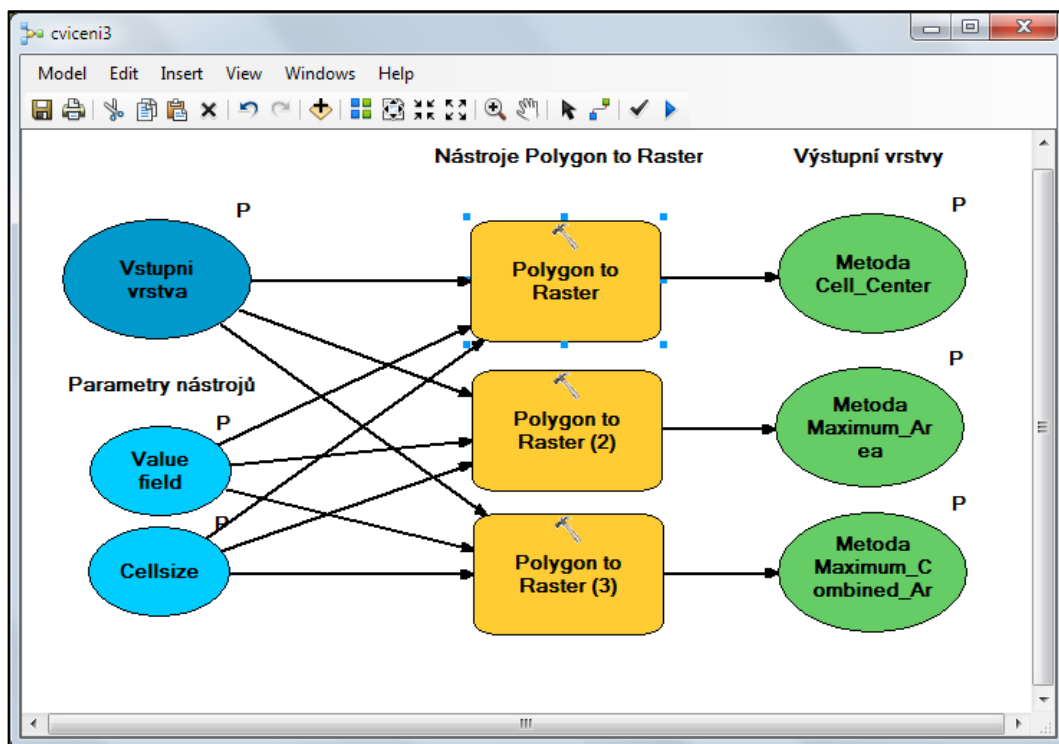
Obrázek 3 Cvičení 3 - Polygon to Raster; Cell_Center

Zdroj: vlastní zpracování

- 5) Druhý rastr vytvoříme metodou *Maximum_Area*. Použijeme stejným postup jako v kroku 4) s rozdílem v názvu výstupního rastru a zvolené metodě.
- 6) Třetí a poslední metodou, kterou lze rastr vytvořit, je metoda *Maximum_Combined_Area*. Postupujeme stejně jako v předešlém kroku, změnou metody a názvu výsledného souboru.
- 7) Posledním krokem je vzájemné porovnání jednotlivých metod. Pro lepší porovnání zvolíme pro každý z rastů jinou barevnou škálu. Jednotlivé rastry porovnáváme s původními polygony i mezi sebou. Můžeme vidět, že pro zvolenou velikost buňky jsou rastry vytvořené metodou *Maximum_Area* a *Maximum_Combined_Area* skoro stejné. Metoda *Cell_Center* oproti ostatním metodám zachycuje přesněji původní tvar polygonu. Pro případnou další práci bychom tedy vybrali rastr *Plocha_Center*.

B) Řešení pomocí ModelBuilder

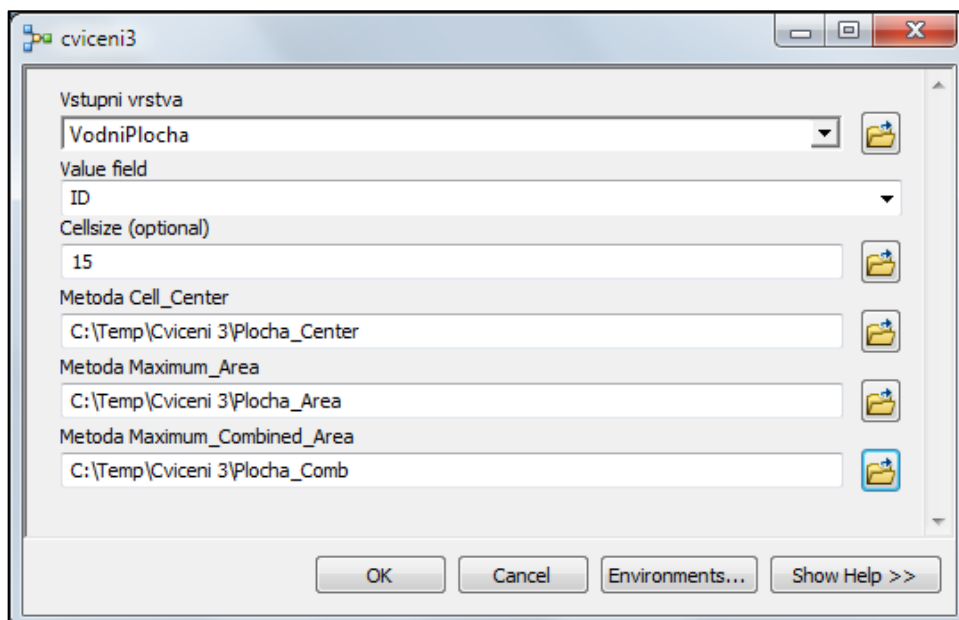
Výsledný model řešení příkladu musí obsahovat všechny prvky a nástroje použité v klasickém řešení; vstupní vrstvu, nástroje *Polygon to Raster* a výstupní vrstvy. Postup pro jedno z možných řešení je následující. Nejprve přidejte vstupní prvek *Insert – Create Variable – Shapefile* a následně vyberte *VodniPlocha.shp*, nebo rovnou přetáhněte vrstvu *VodniPlocha* do okna ModelBuilderu. Vstupní prvek nastavte jako parametr. Následně z ArcToolboxu třikrát přetáhněte nástroj *Polygon to Raster*. Propojíme všechny nástroje se vstupním prvkem. Dalším krokem je nastavení *Value Field* a *Cellsize* jako parametry. Nejprve klikněte pravým tlačítkem na první nástroj *Polygon to Raster*, vyberte *Make Variable – From Parameter – Value Field*. Postup opakujte ještě jednou a zvolte *Cellsize*. Obě nastavení zvolte jako parametry a postupně je spojte s ostatními nástroji. Tím docílíme, že jak *Cellsize*, tak *Value Field* bude pro všechny tři nástroje společné. Následně zvolte jako parametry všechny výstupní vrstvy. Výsledný model by měl odpovídat modelu na obrázku 4.



Obrázek 4 Cvičení 3 ModelBuilder – model

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný model poté uložte jako nový nástroj, jehož rozhraní můžeme vidět na obrázku 5.



Obrázek 5 Cvičení 3 ModelBuilder – nástroj

Zdroj: vlastní zpracování

4.2 Souhrnná cvičení

Druhá část sbírky je věnována souhrnným cvičením. Tyto cvičení mají za úkol prověřit schopnost vybrat vhodný postup a nástroje při řešení složitějších úloh. Celkem jsou vytvořena souhrnná 2 cvičení, dvě na alokační úlohy a dvě na úlohy řešené maticí nákladů. Pro řešení těchto cvičení je zapotřebí nejen znalost nástrojů uvedených v této sbírce, ale také nástrojů procvičovaných v předmětu GIS1.

Ukázkový příklad:

Souhrnné cvičení 1

Zadání:

- A) Vyberte dvě místa pro vytvoření skladů, z kterých se budou rozvážet svíček pro významné kaple. Sklady těchto svíček by měli být součástí hřbitovů, které jsou vzdáleny 100 metrů od vodní plochy a zároveň 50 metrů od lesa. Sklady vyberte tak, aby byly minimalizovány náklady na rozvoz. Za významné kaple považujte ty, u kterých je uveden jejich název. Také víte, že při tvorbě rastru silnice byla udělána chyba v tvorbě cest, proto odstraňte koncové cesty, kratší než 300 metrů. Nakonec vytvořte mapový výstup.

Poznámka: Silniční síť je poskytnuta v rastrovém formátu, tento rastr má pro potřeby příklady velikost buňky 10 a proto je vhodné použít drobné editace.

- B) Vytvořte nástroje v ModelBuildru, pro řešení problému ze zadání A).

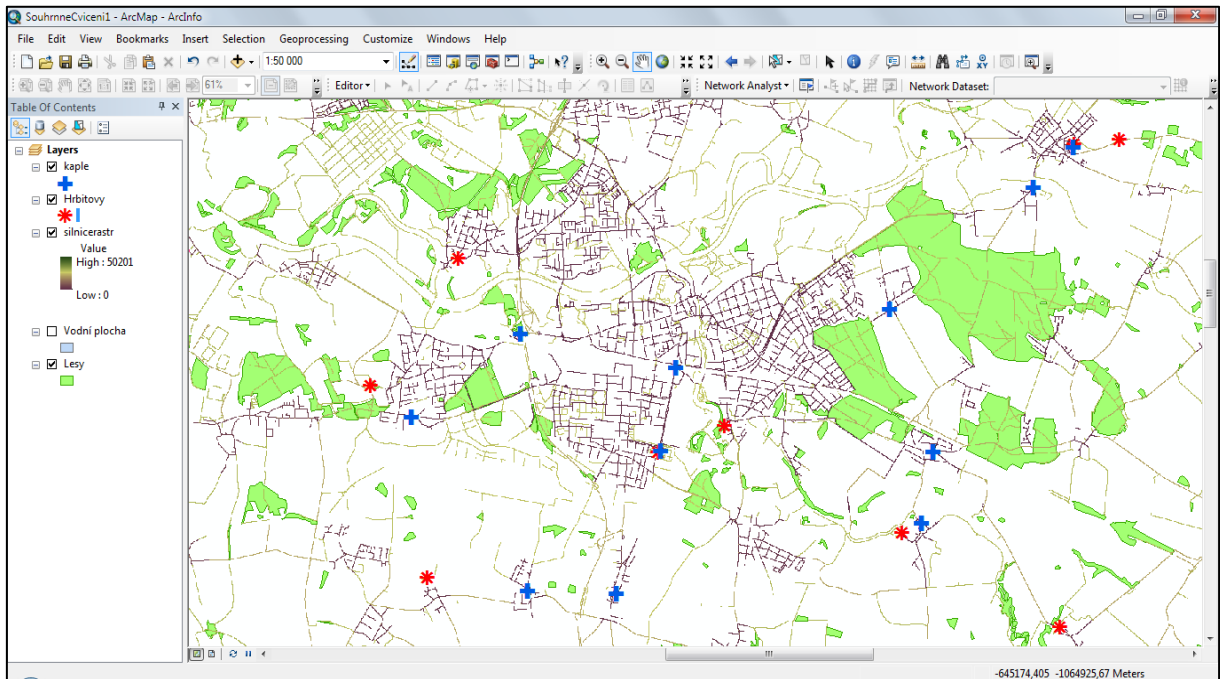
Zdrojová data:

Kaple.shp, Hrbitovy.shp, VodniPlocha.shp, LesniPudaSeStromy.shp, SilniceRastr

Řešení:

A) Klasické řešení

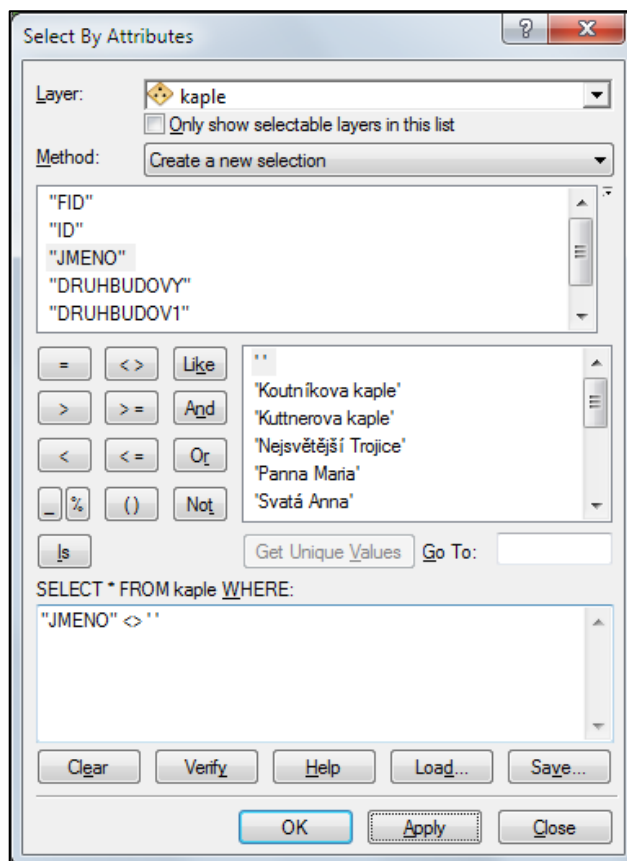
- 1) Otevřeme program ArcMap a přidáme všechny zdrojové vrstvy.
- 2) Nadefinujeme souřadnicový systém S–JTSK Krovak EastNorth



Obrázek 6 Souhrnné cvičení 1- krok 1+2

Zdroj: vlastní zpracování

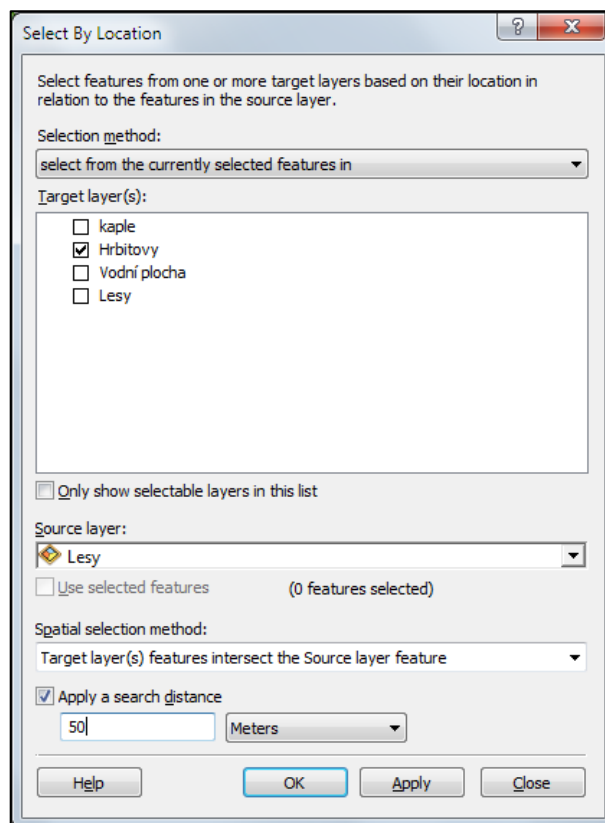
- 3) Nejprve vybereme všechny významné kaple, tedy kaple nesoucí nějaký název. Tento výběr provedeme jednoduchým atributovým dotazem (*Select By Attributes*) obrázek 7. Z vybraných prvků vytvoříme novou vrstvu a pojmenujeme si ji například *VyznamneKaple*.



Obrázek 7 Souhrnné cvičení 1- krok 3

Zdroj: vlastní zpracování

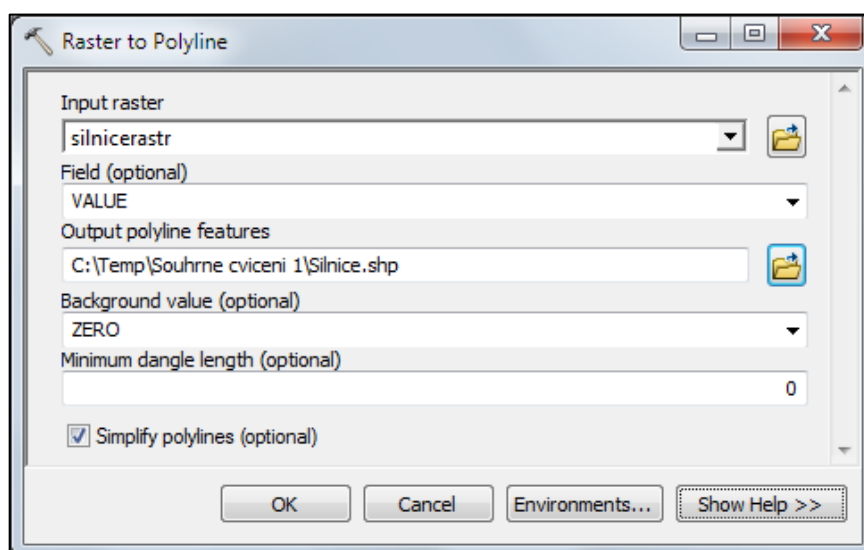
- 4) V dalších krocích vybereme hřbitovy, u nichž by mohl být umístěn sklad svíček. Musíme tedy vybrat takové hřbitovy, které jsou vzdálené 100 metrů od vodní plochy a 50 metrů od lesa. Nejprve vybereme hřbitovy vzdálené 100 metrů od vodní plochy. To provedeme pomocí výběrů podle lokace (nástroj *Select by Location*). Nyní máme ve vrstvě Hřbitovy vybrány hřbitovy vzdálené 100 metrů od vodní plochy.
- 5) V tomto kroku použijeme znovu nástroj *Select by Location*. Provedeme výběr z výběru – Selection method tedy zvolíme „select from currently selected features“. Vybereme z výběru hřbitovy, které jsou vzdáleny 50 metrů od lesa a z vybraných prvků vytvoříme novou vrstvu HřbitovyVyber. (Obr. 10)



Obrázek 10 Souhrnné cvičení 1 - krok 5

Zdroj: vlastní zpracování

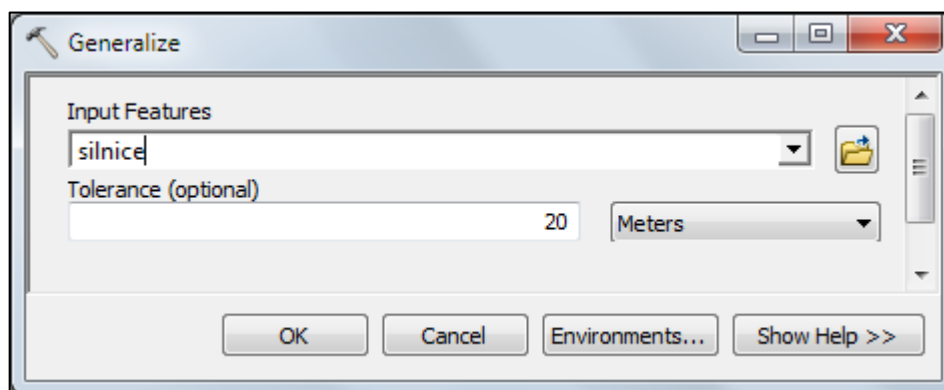
- 6) V tomto bodě nejprve převedeme rastrovou vrstvu SilniceRastr na shapefile obsahující liniové prvky. Použijeme na to nástroj *Raster to Polyline*, jehož nastavení je na obrázku 11. Výstupní shapefile pojmenujeme Silnice.



Obrázek 11 Souhrnné cvičení 1 - krok 6

Zdroj: vlastní zpracování

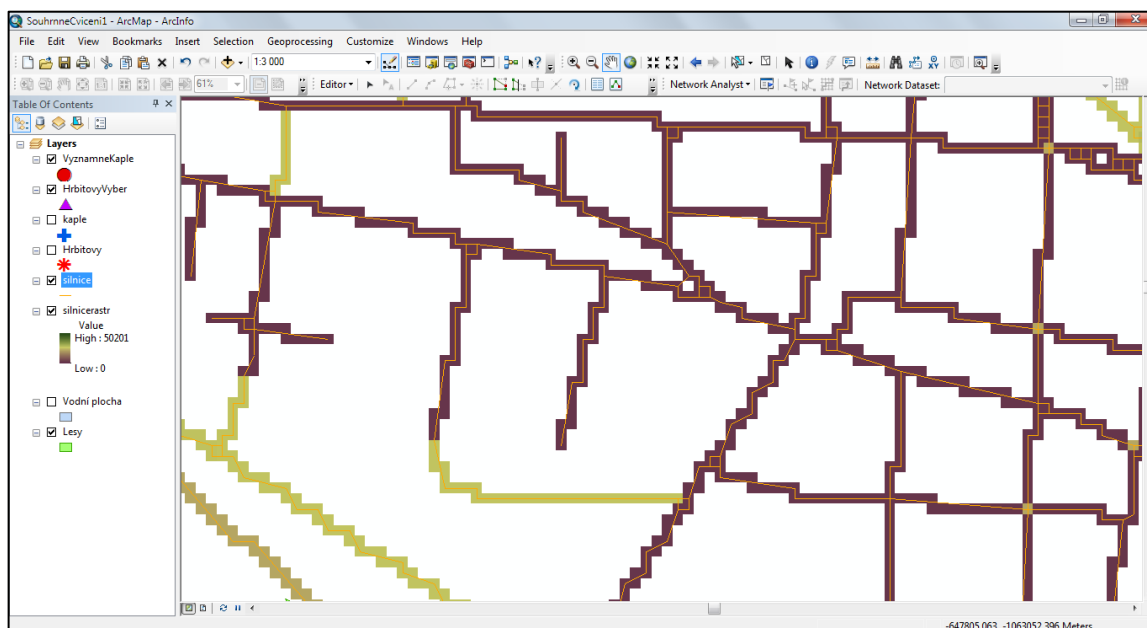
- 7) Nyní již máte vytvořenou vektorovou liniovou vrstvu, z které se dá vytvořit síť. Před samotným vytvořením sítě upravíme tuto vrstvu, aby lépe reprezentovala skutečnost. Nejprve provedeme editaci nástrojem *Generalize*, kterým částečně vyhladí linie. Nastavíme toleranci například na 20 metů, můžete ale vyzkoušet i jiné hodnoty tolerance. (Obr. 12)



Obrázek 12 Souhrnné cvičení 1 - krok 6

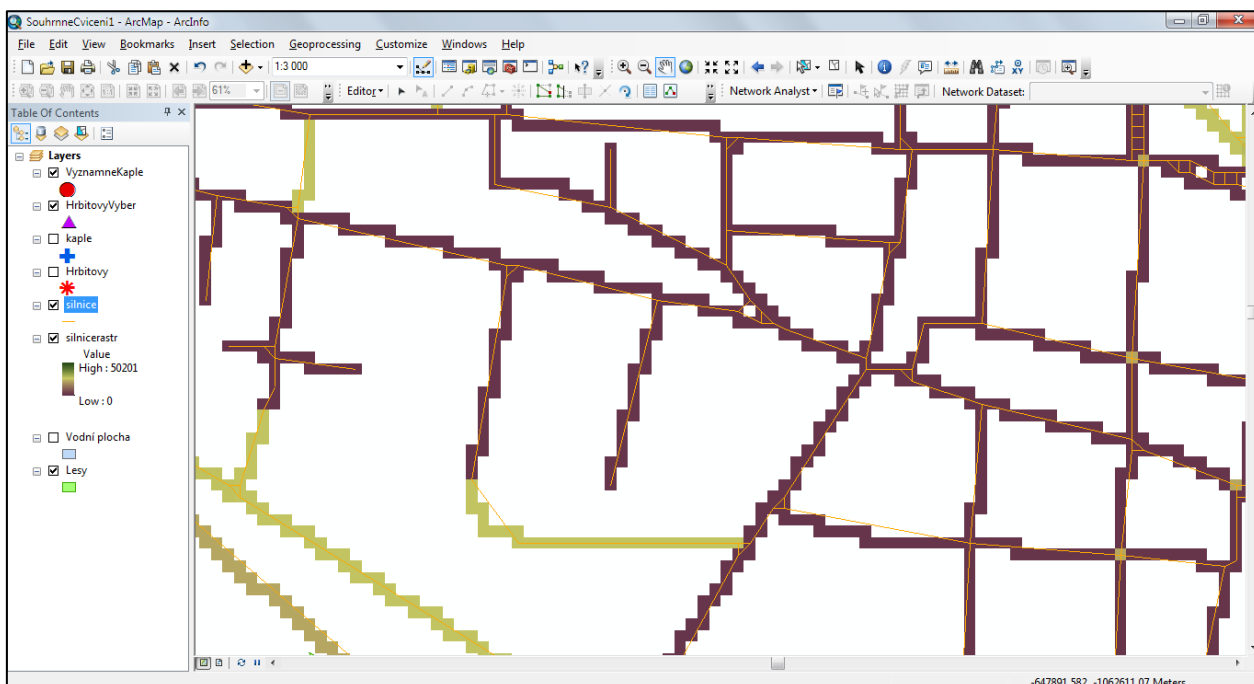
Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku 13, můžeme vidět detail původního rastru silnice a vektorovou vrstvu silnice, před použitím nástroje *Generalize*. Na obrázku 14 je pak vrstva silnice po editaci.



Obrázek 13 Souhrnné cvičení 1 - krok 6 před použitím Generalize

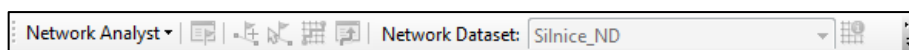
Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 14 Souhrnné cvičení 1 - krok 6 po použití Generalize

Zdroj: vlastní zpracování

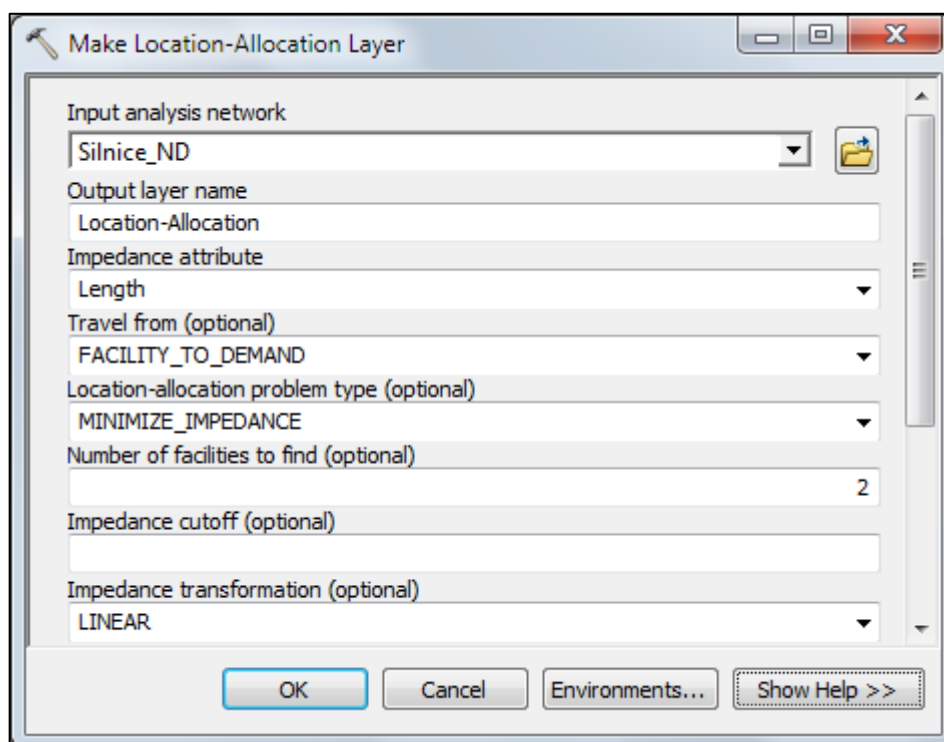
- 8) Jak je vidět na obrázku 14, jednotlivé linie jsou vyhlazeny a přibližují se skutečnému tvaru silnic. Pro další editaci využijeme nástroj *Trim line*, pomocí něhož vymažeme koncové ulice (slepé uličky), čímž odstraníme chybu a zjednodušíme silniční síť bez ztráty důležitých informací.
- 9) V tomto kroku již z upravené vrstvy Silnice můžeme vytvořit novou síť. Otevřeme ArcCatalog a vyhledáme umístění souboru Silnice.shp, pravým kliknutím na soubor otevřeme nabídku a zvolíme New Network Dataset, který pojmenujete Silnice_ND. Pokud se po vytvoření sítě v panelu nástrojů network analyst zešedne pole Network Dataset, viz obrázek 15. Zkontrolujte, zdali máte zapnutou nadstavbu (extension) Network Analyst (Customize – Extensions - Network Analyst).



Obrázek 15 Souhrnné cvičení 1 - krok 9

Zdroj: vlastní zpracování

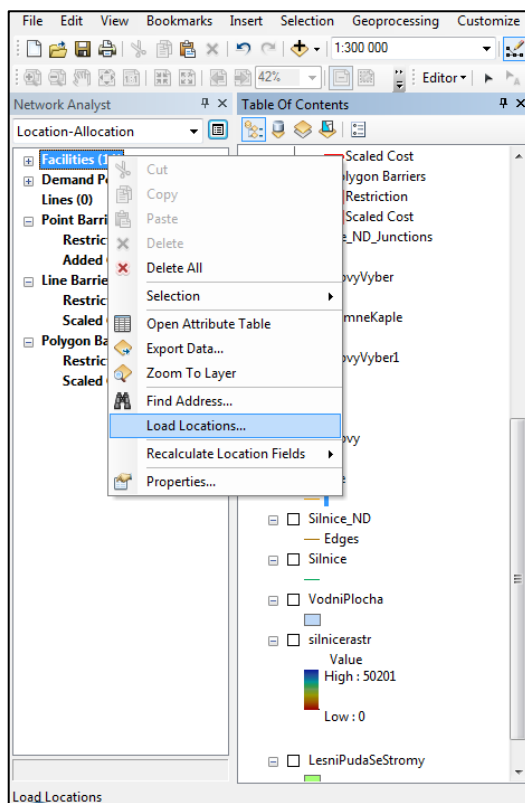
- 10) Nyní máme všechny vrstvy pro použití síťové analýzy k výběru nejvhodnějšího umístění dvou skladů. Pro tento typ úlohy použijeme nástroj Make Location-Allocation Layer. Nastavení nástroje je patrné na obrázku 16. Pomocí něhož nejprve vytvoříme Location-Allocation vrstvu. Zvolíme vstupní síť Silnice_ND, zvolíme počet zařízení k nalezení 2 (Number of facilities to find) jinak nastavení ponecháme.



Obrázek 16 Souhrnné cvičení 1 - krok 10

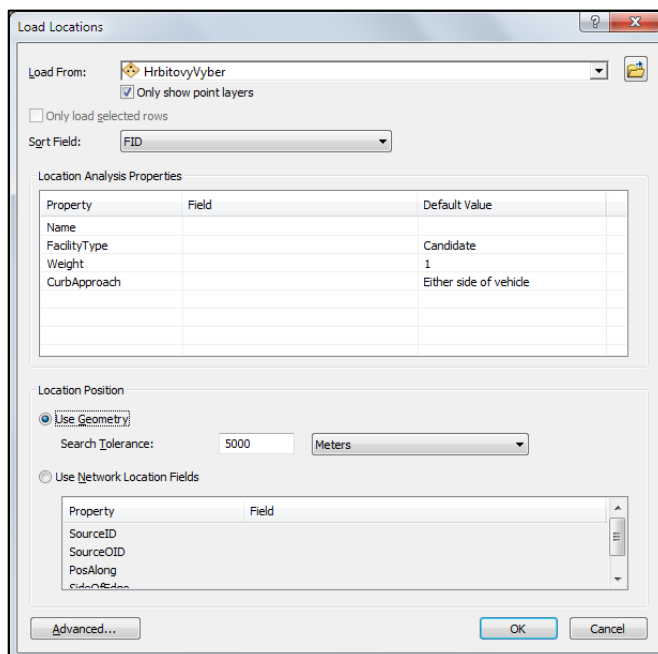
Zdroj: vlastní zpracování

- 11) Když máme vytvořenou novou vrstvu, přiřadíme do skupiny zařízení (Facilities) vybrané hřbitovy, a do poptávkových bodů (Demand points) přiřadíme významné kaple. Pro přidání nejprve otevřeme Network Analyst Window, které nalezneme na liště nástrojů Network Analyst. V tomto okně nalezneme výčet všech prvků vrstvy Location-Allocation vrstvy. Pro přiřazení hřbitovů do zařízení, klikneme pravým tlačítkem na Facilities (zařízení), a z nabídky vybereme Load location (obrázek 17). V otevřeném okně zvolíme nahrání lokace z (Load From) vrstvy HřbitovyVyber a potvrdíme. Tím se přiřadili všechny prvky vrstvy HřbitovyVyber do zařízení jako kandidáti. (obrázek 18).



Obrázek 17 Souhrnné cvičení 1 - krok 11

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 18 Souhrnné cvičení 1 - krok 11 Load Location

Zdroj: vlastní zpracování

- 12) Postup z kroku 11 opakujeme pro přiřazení významných kapliček do poptávkových bodů
- 13) Předposledním krokem je spuštění síťové analýzy, která vybere dvě nejvhodnější místa pro umístění skladu.
- 14) Posledním krokem je tvorba výstupu, který může vypadat například jako na obrázku 19.

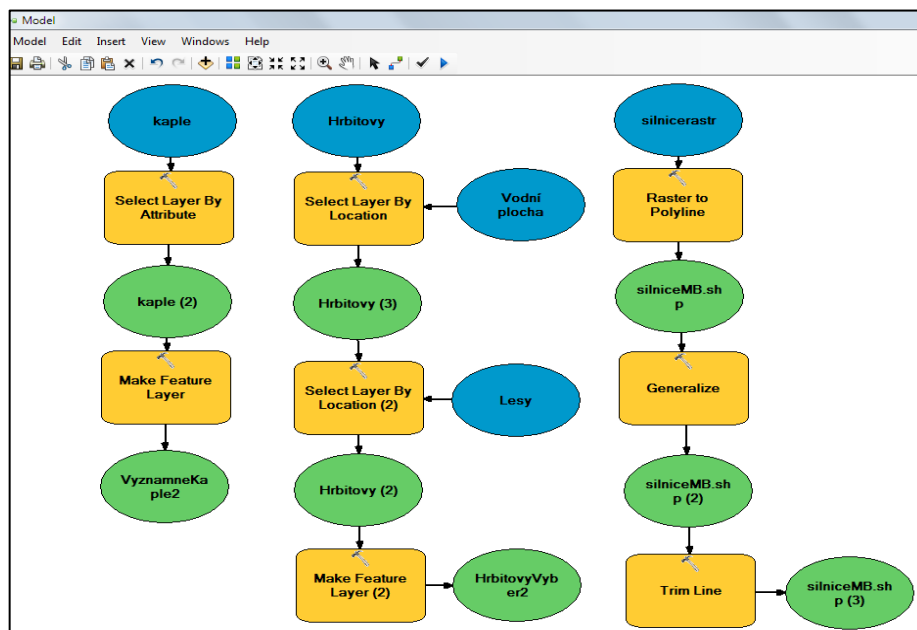


Obrázek 19 Souhrnná cvičení 1 Mapový výstup

Zdroj: vlastní zpracování

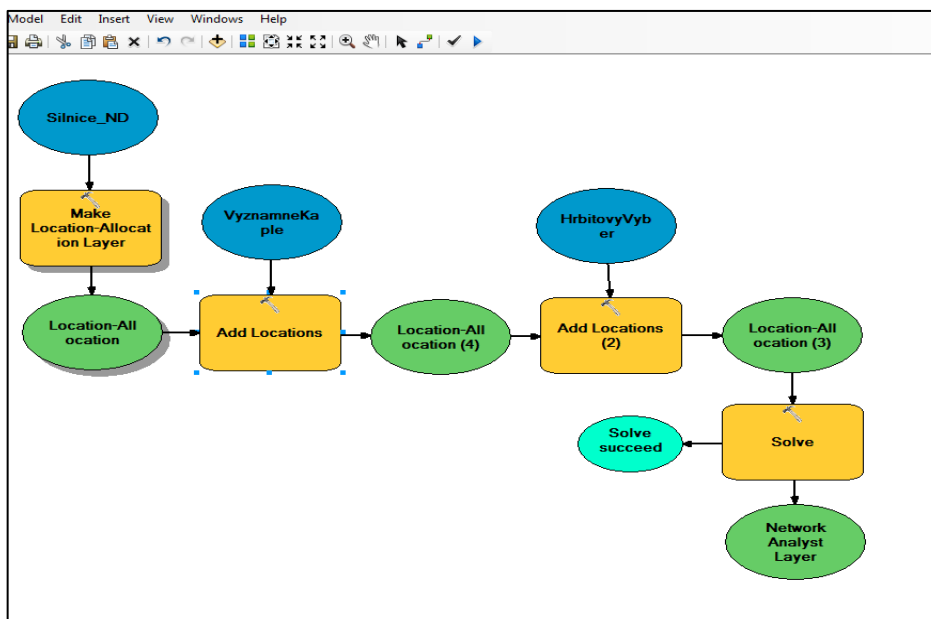
B) Řešení pomocí ModelBuilder

Z důvodu, že do ModelBuilderu není možné vložit nástroj na vytvoření sítě, musí být celý příklad rozdělen na dva modely. První část popisuje všechny úpravy před vytvořením sítě (obr. 20), druhá část popisuje síťovou analýzu (obr. 21).



Obrázek 20 Souhrnné cvičení 1 - ModelBuilder 1

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 21 Souhrnné cvičení 1 - ModelBuilder 2

Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Doplnková cvičení

Třetí část sbírky obsahuje doplnková cvičení, která neslouží primárně pro procvičení nástrojů, ale spíše slouží jako návod k řešení některých úloh, s kterými se lze setkat v praxi. Byly vybrány tři příklady, s kterými se může každý setkat a které mají obtížnější způsob řešení. Jedná se především o příklady práce se soubory a informacemi získanými z GPS navigací

Prvním doplnkové cvičení ukazuje využití dat naměřených pomocí GPS navigace v programu ArcGIS Desktop, tento příklad byl zahrnut do sbírky z důvodu velkého rozšíření GPS technologií jak pro pracovní tak osobní užití. Dalším příkladem je problém s transformací souřadnic GPS, existuje totiž řada forem zápisu (DD.ddddd, DD MM.mmm, DD MM SS.sss), a ne všechny formy zápisu jsou podporovány programem ArcGIS Desktop. Jako poslední zajímavý příklad je uvedeno doplnkové cvičení na vyhledání optimální trasy s více kritérii. Obvyklé je vyhledání trasy na základě jednoho kritéria (času, vzdálenosti, ceny atd.), v tomto cvičení je ukázán postup při hledání optimální trasy zvolením více kritérií.

Ukázkové příklady:

Doplnkové cvičení 1

Zadání:

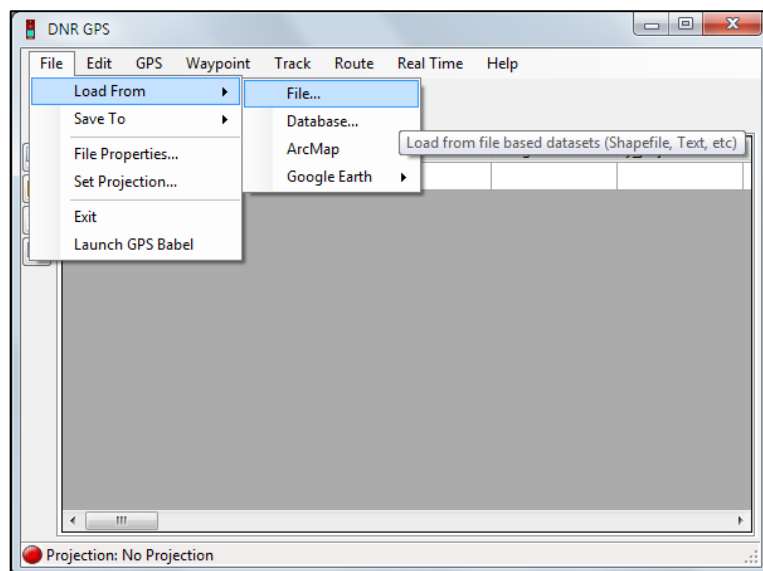
Z dat pořízených pomocí GPS navigace, vytvořte mapový výstup. Jako podklad pro mapový výstup využijte WMS nebo přiloženou mapu ve formátu PDF. V programu ArcGIS také změřte délku trasy.

Zdrojová data:

GPX soubor s okružní trasou po Žďárských vrších (Trasa.gpx), ZdarskeVrchy.pdf

Řešení:

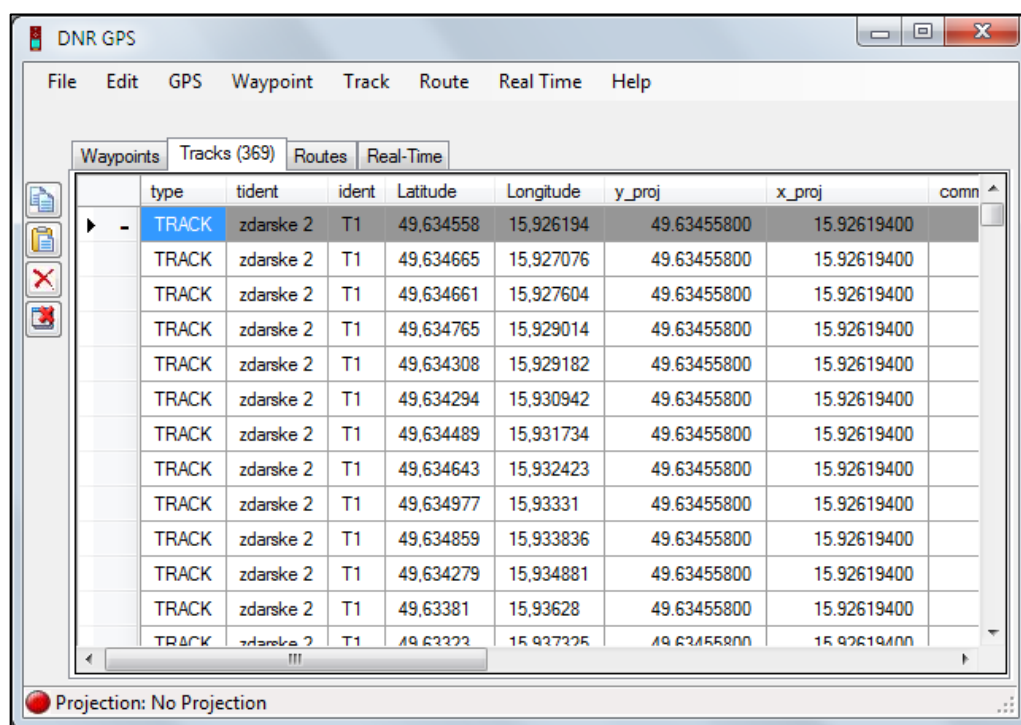
- 1) Prvním krokem je převod GPX souboru do formátu SHP. Pro tuto konverzi je využijeme bezplatný program DNRGPS Garmin dostupný z [4]. Po spuštění programu nejprve nahrajme GPX soubor. To provedeme kliknutím na nabídku File – Load From – File, viz obr. 22.



Obrázek 22 Doplnkové cvičení 1 - krok 1

Zdroj: vlastní zpracování

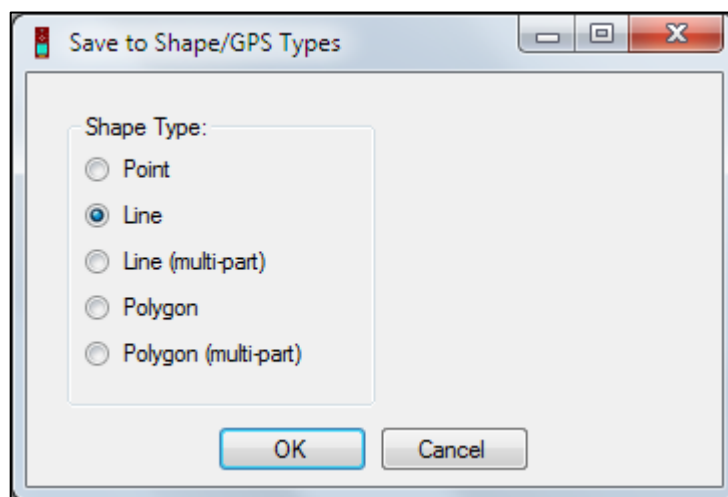
- 2) Po nahrání souboru se zobrazí atributová tabulka prvků, z které můžeme / nemusíme vybrat prvky, které chcete převést na shapefile. (Obr. 23)



Obrázek 23 Doplnkové cvičení 1 - krok 2

Zdroj: vlastní zpracování

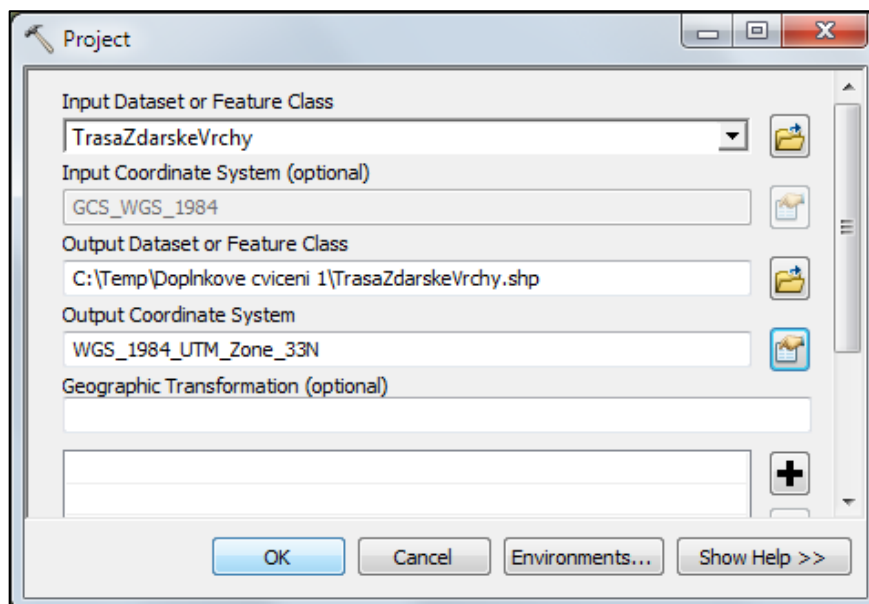
- 3) Pro vytvoření shapefile souboru postupujeme podobně jako v kroku 1) s rozdílem, že v nabídce File zvolte Save to – File a uložte soubor jako ESRI Shapefile. Po potvrzení uložení vyskočí nabídka (obr. 24) pro zvolení tvaru prvků v shapefile souboru. V našem případě máme okružní trasu, a proto zvolíme jako výstup linii (Line). Výstupní soubor pojmenujeme TrasaZdarskeVrchy.



Obrázek 24 Doplnkové cvičení 1 - krok 3

Zdroj: vlastní zpracování

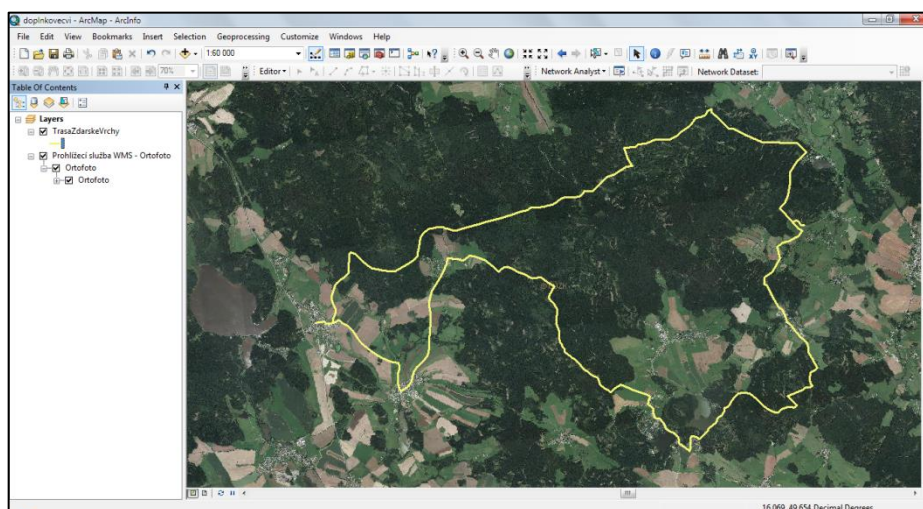
- 4) Nyní můžeme vytvořený soubor nahrát do programu ArcGIS Desktop. Než nahrajeme soubor, nadefinujte souřadnicový WGS_1984_UTM_Zone_33N. Souřadnicový systém WGS_1984_UTM_Zone_33N je tvořen pro severní polokouli mezi 12°E a 18°E, do této oblasti spadá i Česká republika. Nalezneme jej v Projected coordinate systems – UTM – WGS 84 – Northern hemisphere - WGS_1984_UTM_Zone_33N.
- 5) Pro výpočet délky trasy (linie), je nejprve nutné změnit souřadnicový systém vstupní vrstvy, protože souřadnicový systém pro výstupní shapefile soubory z programu DNRGPS je nastaven na GCS_WGS_1984 (geocentrický souřadnicový systém), který není rovinný a není tedy možné z něho přímo vypočítat délku. Nejprve musíme přepočítat vrstvu TrasaZdarskeVrchy do souřadnicového systému WGS_1984_UTM_Zone_33N. To provedeme pomocí nástroje Project (obr. 25). V nástroji zvolíme vstupní datovou vrstvu TrasaZdarskeVrchy a zvolíme výstupní souřadnicový systém. Délka linie se pak automaticky doplní do atributové tabulky.



Obrázek 25 Doplňkové cvičení 1 - krok 5

Zdroj: vlastní zpracování

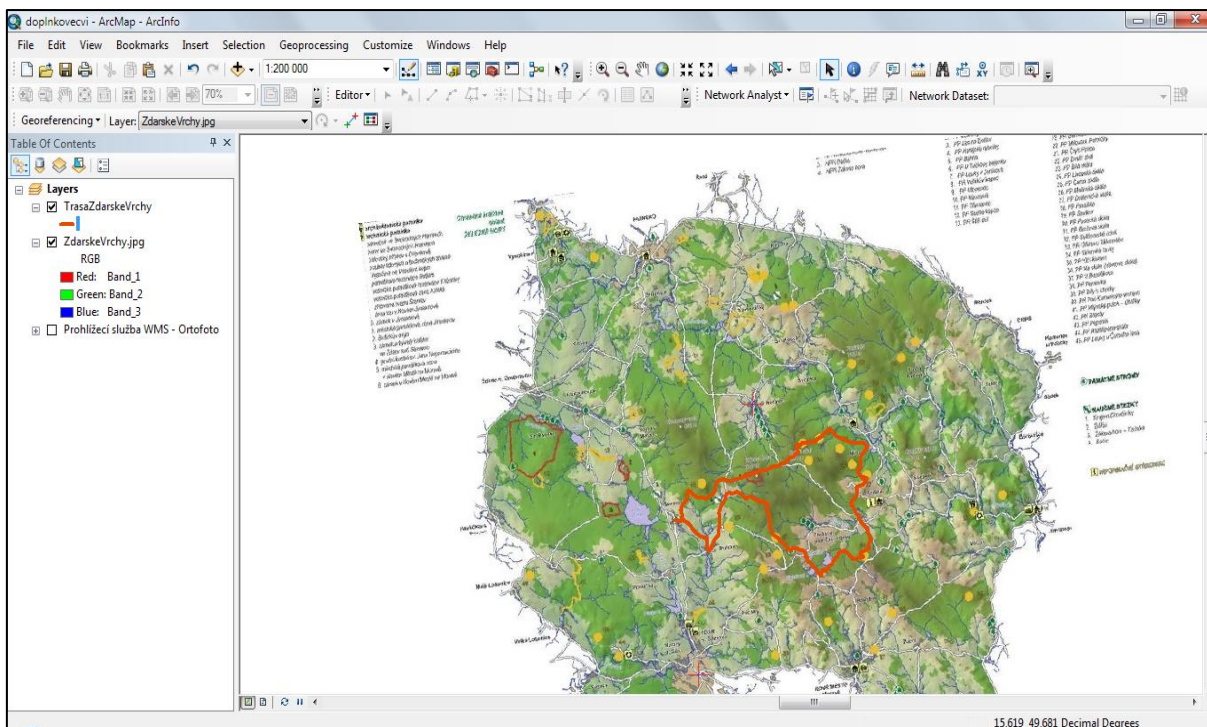
- 6) Pro vytvoření mapového výstupu je důležitá volba topografického podkladu. Nyní si ukážeme dvě možnosti výběru topografického podkladu. Prvním z nich je použití webové služby (WMS). Pro podklad můžeme například zvolit ortofotomapu dostupnou z portálu ČÚZK. Postup pro připojení je stejný jako pro přidání nové vrstvy, s rozdílem, že v nabídce add data zvolíme GIS Servers a následně Add WMS Server. Zadáme url http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx, pro přístup k ortofotomapám (obr. 20).



Obrázek 26 Doplňkové cvičení 1 - krok 6

Zdroj: vlastní zpracování

- 7) Druhá možnost je georeferencovat vlastní podklad, např. naskenovanou papírovou mapu nebo obrázek. V našem případě je to mapa v souboru PDF. Tuto mapu nejprve musíme převést na formát podporovaný programem ArcGIS Desktop například na soubor typu JPG. Nejjednodušší cesta jak převést PDF do JPG, pokud nemáte program pro konverzi, je udělat sejmутí obrazovky a obrázek uložit ve formátu JPG. Georeferencování je náplní předmětu GIS2 (obr. 7).



Obrázek 27 Doplnkové cvičení 1 - krok 7

Zdroj: vlastní zpracování

- 8) Nyní již máme jak linie, popřípadě body, a podkladovou mapu a můžeme vytvořit mapový výstup.

Doplňkové cvičení 2

Zadání:

Vytvořte bodovou vrstvu ze zadaných souřadnic zaznamenanými z GPS a vytvořte mapový výstup.

Zdrojová data:

Souřadnice X,Y - Body.xlsx

Řešení:

- 1) Jako první krom nejprve musíme převést souřadnice X,Y na formát podporovaný programem ArcGIS Desktop. Původní souřadnice vidíte v tabulce 1. Tyto souřadnice jsou ve formátu Stupně° Minuty' Vteřiny" (15°43'17.589"), označovaný v GPS jako DD MM SS.sss.

Tabulka 1 Doplnkové cvičení 2 - souřadnice X, Y

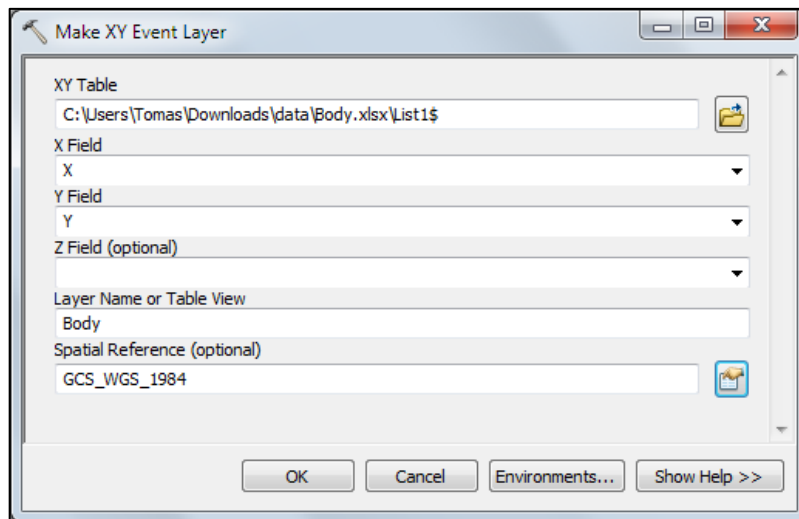
X	Y
15°43'17.589"E	50°3'32.401"N
15°48'45.315"E	50°2'57.079"N
15°46'48.561"E	49°58'42.992"N
15°52'23.547"E	49°59'26.195"N
15°42'23.594"E	49°57'3.149"N
15°50'52.148"E	49°55'3.693"N
15°41'12.745"E	50°4'20.820"N
15°39'46.122"E	49°56'55.789"N

Zdroj: vlastní zpracování

- 2) Formát podporovaný programem ArcGIS Desktop je Stupně° (15,72155°), označovaný v GPS jako DD.ddddd. Převod provedeme podle vzorce (1) [6]:
$$\mathbf{D.ddd}^{\circ} = \mathbf{D} + (\mathbf{M} / 60) + (\mathbf{S} / 3600) \quad (1)$$
- 3) Výpočet provedeme v programu Microsoft Excel, za použití jeho základních funkcí v rozsahu předmětu Počítačové zpracování dat. Vzorec pro převod souřadnice umístěné v buňce A2, vypadá následovně:

=ZLEVA(A2;2)+(ČÁST(A2;NAJÍT("°";A2)+1;(NAJÍT("''";A2))-(NAJÍT("°";A2)+1)))/60+(ČÁST(NAHRADIT(A2;NAJÍT(".",A2);1;",";NAJÍT("''";A2)+1;DÉLKA(A2)-(NAJÍT("''";A2))-2))/3600

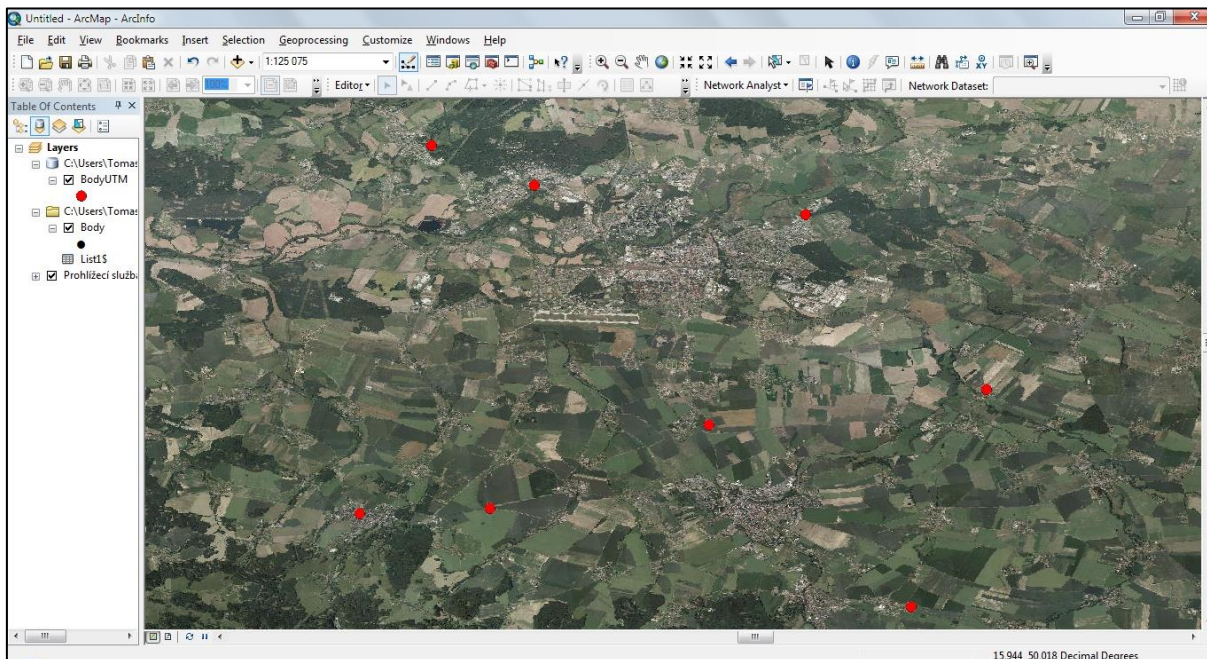
- 4) Sloupce přepočítaných souřadnic pojmenujeme X,Y a soubor uložíme. Nyní již máme data v požadovaném formátu. Bodovou vrstvu vytvoříme pomocí nástroje *Make XY Event Layer*, který nalezneme v ArcToolbox – Data Management Tools – Layers and Tables Views - *Make XY Event Layer*. V nástroji vybereme tabulku s daty, a pokud máme správně pojmenované sloupce, automaticky se přiřadí. Zvolíme název výstupní vrstvy a souřadnicový systém GCS_WGS_1984 (souřadnicový systém GPS). Ten najdeme v Geographic Coordinate Systems – World - WGS 1984 (obr. 28).



Obrázek 28: Doplňkové cvičení 2 - krok 4

Zdroj: vlastní zpracování

- 5) Nyní máme vytvořenou vrstvu bodů, kterou převedeme do rovinného souřadnicového systému WGS_1984_UTM_Zone_33N (obr. 29). Postup stejný jako v doplňkovém cvičení 1 – krok 3.
- 6) Posledním krokem je tvorba mapového výstupu. Například za použití WMS.



Obrázek 29: Doplnkové cvičení 2 - krok 5

Zdroj: vlastní zpracování

4.4 Nápověda

Tato část sbírky slouží jako nápověda pro práci s jednotlivými nástroji a analýzami. Jsou zde podrobně popsány jednotlivé nástroje, doplněné přeloženou nápovědou k daným nástrojům a komentáři. Tato část může být použita pro doplnění informací o nástrojích uvedených v druhé kapitole, nebo jako přehled možností jednotlivých nástrojů. Nápověda je také obohacena o novinky v programu ArcGIS Desktop verze 10.1 vztahující se k nástrojům a analýzám použitých ve cvičeních.

ZÁVĚR

S rozvojem GPS technologií a jejich dostupností roste počet lidí využívajících geografické informační systémy pro osobní účely. Stále více lidí běžně využívá GPS navigaci a pomocí mapových portálů vyhledávají nejkratší nebo nejrychlejší trasy, vyhledávají nejbližší nemocnice, bankomaty a jiné věci. Většina lidí ani netuší, že tyto funkce spadají do oblasti geografických informačních systémů. S rychlostí, jakou se rozvíjejí technologie pracující s prostorovými informacemi, je stále potřebnější mít dostatek lidí, kteří tyto technologie ovládají. Program ArcGIS Desktop patří mezi celosvětově nejpoužívanější GIS software, ve své základní nabídce obsahuje velké množství nástrojů, umožňuje provádění široké škály analýz a obsahuje různé moduly a rozšíření. Rozsah možností tohoto programu je vzhledem k možnosti jeho rozšíření pomocí různých modulů obrovský. V předmětech GIS1, GIS2 a PAU je procvičen jen zlomek nástrojů.

Cílem této práce je vytvořit sbírku řešených příkladů, která umožní studentům procvičit si práci s dalšími nástroji a tím lépe využít možností programu ArcGIS Desktop při řešení problémů. Celá sbírka příkladů je společně s podkladovými daty součástí přílohy B.

Na začátku práce byl proveden popis současných sbírek příkladů, a to jak sbírek českých, tak i zahraničních. Popis byl zaměřen na nástroje a příklady, které byly ve sbírce použity. Celkem bylo popsáno čtrnáct sbírek, deset českých a čtyři zahraniční. Mezi sbírkami byly jak návody ke cvičením z předmětů GIS různých univerzit, tak i diplomové, bakalářské, semestrální práce a materiály k workshopu. Všechny tyto materiály jsou volně dostupné na internetu a případný zájemce si je může kdykoliv prostudovat. S ohledem na tvořenou sbírku byla kladena pozornost na úlohy řešené síťovou analýzou, editačními nástroji nebo nástroji pro konverzi.

Další část je věnována analýzám a nástrojům, které nebyly náplní příkladů volně dostupných sbírek uvedených v první kapitole. Tato kapitola poskytuje teoretický základ k analýzám a nástrojům, na které jsou zaměřeny řešené příklady. Kapitola je rozdělena na tři části, první část popisuje síťovou analýzu a nástroje pro řešení úloh síťové analýzy v programu ArcGIS Desktop.

V další části byla popsána zdrojová data pro příklady, jejich úprava a následné výstupy. Zdrojová data byla zakoupena od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Jednalo se o základní bázi geografických dat České republiky (ZABAGED®) – polohopis. Zdrojová data se skládala z 235 souborů obsahujících geografické informace o různých objektech. Zdrojová data byla dodána ve formátu shapefile (SHP), který je určen pro program ArcGIS Desktop, a v souřadnicovém systému S-JTSK s Křovákovým zobrazením (Krovak East North).

Z důvodu rozdělení dat na dvě oblasti bylo nejprve provedeno sloučení souborů obsahujících informace o stejných prvcích daných území. Výsledkem sloučení jsou shapefile soubory, které budou dále upraveny pro potřeby řešených příkladů a také poslouží jako podkladové soubory pro výuku a cvičení předmětu GIS1. Druhým krokem bylo sloučení některých geografických objektů stejného významu. Byly vynechány soubory obsahující prvky pouze pro jednu oblast, také byly vynechány soubory obsahující nevyhovující formát prvků. Jako podkladová data pro řešené příklady bylo vybráno celkem 22 shapefile souborů a vytvořeny 3 rastrové soubory. Seznam všech souborů je uveden v příloze 1.

Klíčovou kapitolou této práce je „Návrh sbírky příkladů a jejich řešení v programu ArcGIS Desktop“. V kapitole je popsána struktura navržené sbírky příkladů, která se skládá ze čtyř částí. Do první části jsou zařazeny příklady na procvičení jednotlivých nástrojů uvedených v druhé kapitole. Studenti si mohou vyzkoušet možnosti daných nástrojů na jednoduchých příkladech a ověřit i správnost postupu řešení. Celkem je do této části zařazeno 15 cvičení s podotázkami. Do druhé části jsou zařazena dvě souhrnná cvičení, pro jejichž řešení je zapotřebí využití více nástrojů než jen těch uvedených v této sbírce. Cvičení slouží nejen k prověření znalostí daných nástrojů a jejich správného využití pro řešení složitějších úloh, ale i k celkovému procvičení práce s programem ArcGIS Desktop. Poslední, příkladová část, obsahuje tři doplňková cvičení, která slouží k ukázce řešení úloh, s kterými se lze setkat v praxi. Poslední částí sbírky je nápověda, která obsahuje informace o jednotlivých nástrojích použitých v příkladech a novinky v programu ArcGIS Desktop 10.1.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ArcGIS: Cvičení do předmětu "Digitální zpracování dat v ArcGIS". [online]. Mendelova univerzita v Brně [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://mapserver.mendelu.cz/arcgis>
- [2] BAYER, Tomáš. Problémy a algoritmy. [online]. 2010 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/~bayertom/Prog1/programovani1.pdf>
- [3] DENSHAM, Paul J. a Gerard RUSHTON. *Designing and Implementing Strategies for Solving Large Location-Allocation Problems with Heuristic Methods*. [online]. USA: National Center for Geographic Information and Analysis, 1991 [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/91/91-10.pdf
- [4] DNR Garmin Application. [online]. Minnesota Department of Natural Resources, 2013 [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRGarmin/DNRGarmin.html>
- [5] FAJFR, Radek. *Ukázkové řešení příkladů s využitím prostorových statistik v prostředí ArcGIS Desktop*. Pardubice, 2012. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.
- [6] Formát souřadnice: Převody mezi formáty. [online]. 2009 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://wiki.geocaching.cz/wiki/Form%C3%A1t_sou%C5%99adnice
- [7] Geoportál ČÚZK: Informace o produktu. *Geoportal.cuzk.cz* [online]. [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(ipfs41jkzd0hgn45vhyridax\)\)/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VP&mapid=8&menu=241](http://geoportal.cuzk.cz/(S(ipfs41jkzd0hgn45vhyridax))/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VP&mapid=8&menu=241)
- [8] GIS server na FŽP UJEP. [online]. [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://gis.fzp.ujep.cz/>
- [9] GIS Tutorials and Exercises. [online]. Harvard College Library, 2013 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://hcl.harvard.edu/libraries/maps/gis/tutorials.cfm>
- [10] Help: ArcGIS Resource Center. ESRI. ArcGIS.com [online]. 2012 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/>
- [11] HILLSMAN, E.L. *Heuristic Solutions to Location-Allocation Problems: A Users' Guide to ALLOC IV, V, and VI*. Monograph No. 7. The University of Iowa: Department of Geography, 1980.
- [12] HORDĚJČUK, Vojtěch. Algoritmus Dijkstra. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://voho.cz/wiki/informatika/algoritmus/graf/dijkstra/>

- [13] HUBKOVÁ, Kateřina. *Soubor příkladů pro ArcGIS Desktop*. Pardubice, 2011. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.
- [14] KAREL, Jedlička. *Analýza a syntéza II*. [online]. 2008 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/Prezentace/11-AnalyzyVzdalenostniSousedstviVazenaVzdalenostNejlevnejsiCestaGrafove.pdf>
- [15] KOMÁRKOVÁ, Jitka. *Úvod do informačních systémů: pro kombinovanou formu studia*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006, 85 s. ISBN 80-719-4870-5.
- [16] LINKIE, Matthew. *MASAI MARA GIS TRAINING EXERCISES*. University of Kent, 2004. Dostupné z: www.kent.ac.uk/dice/documents/Mara_gis_training_exercises.doc
- [17] MAIDMENT, David a David TARBOTON. *GIS in Water Resources Exercises*. [online]. University of Texas at Austin [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://www.crwr.utexas.edu/gis/gishydro08/Introduction/Exercises.htm>
- [18] NILSSON, Roland. *GIS: Practice Exercises* [online]. 2004 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: http://www.eurobalt.org/seagull_deverb/documents/electronically%20available%20reports/gis_exercises_final%20draft.pdf
- [19] NOVÁKOVÁ, Michaela. Semestrální práce z předmětu KMA/APA. [online]. 2006 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: http://gis.zcu.cz/studium/apa/referaty/2006/Novakova_ModelBuilder/
- [20] PECINA, Pavel. *Soubor příkladů zpracování obrazu v extenzi Image Analysis programu ArcGIS Desktop*. Pardubice, 2009. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice.
- [21] PEŇÁZ, Tomáš. *Geografické informační systémy II*. [online]. VŠB-TU Ostrava, 2006 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: http://gisak.vsb.cz/~pen63/GIS_II/
- [22] ŘEDINOVÁ, Jana, Jirka PAVLÁSEK a Petr MÁCA. *Hydrologie: Návod ke cvičením*. ČZU v Praze, 2009. Dostupné z: <http://fzp.czu.cz/~exkurze/dokumenty/kvhem/skripta.pdf>
- [23] ŠEDA, Miloš. *TEORIE GRAFŮ*. [online]. Brno, 2003 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: http://www.uai.fme.vutbr.cz/~mseda/TG03_MS.pdf
- [24] ŠENKEŘÍKOVÁ, Lenka. *Pracujeme s GIS, didaktická podpora pro práci se software ArcView9*. Praha, 2010. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/152729/pedf_m/OBSAH.pdf. Diplomová práce. Masarykova Univerzita.
- [25] TEITZ, M.B. a P BART. *Heuristic methods for estimating the generalized vertex median of a weighted graph: Operations Research*. 1968.16: 955-961.

- [26] Terminologická komise ČÚZK. Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. [online] VÚGTK, 2013. [cit. 2013-04-3] Dostupné z : http://www.vugtk.cz/slovník/obor_K_kartografie.
- [27] TUČEK, Ján. *GIS - Geografické informační systémy: principy a praxe*. Vyd. 1. Praha. ISBN 80-722-6091-X.
- [28] VAŇKOVÁ, Kristýna. *Řešení geografických úloh metodami GIS*. Brno, 2011. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/329219/pedf_b/Priloha.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [29] VOJTEK, David. Institutu geoinformatiky: Studijní materiály. [online]. 2013 [cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://gis.vsb.cz/vojtek/index.php?page=main/index>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Seznam souborů určených jako podkladová data pro příklady

Příloha B CD-ROM

Příloha A

Seznam souborů určených jako podkladová data pro příklady

Shapefile

Brehovka.shp	Vektorová vrstva - line
BudovaBlokBudov.shp	Vektorová vrstva - polygon
DefinicniBodAdresnihoMista.shp	Vektorová vrstva - bod
Elektrarna.shp	Vektorová vrstva - polygon
Elektrarna_c.shp	Vektorová vrstva - bod
ElektrickeVedeni.shp	Vektorová vrstva - line
Hrbitovy.shp	Vektorová vrstva - bod
Kaple.shp	Vektorová vrstva - bod
LesniPudaSeStromy.shp	Vektorová vrstva - polygon
Letiste.shp	Vektorová vrstva - polygon
ParkovisteOdpocivka.shp	Vektorová vrstva - polygon
RozvalinaZricenina.shp	Vektorová vrstva - polygon
RozvodnaTransformovna_c.shp	Vektorová vrstva - line
SilnicniSit.shp	Vektorová vrstva - line
Skladka_c_Merge.shp	Vektorová vrstva - bod
UzlovyBodSilnicniSiteUBS.shp	Vektorová vrstva - bod
VodniPlocha.shp	Vektorová vrstva - polygon
VodniTok.shp	Vektorová vrstva - line
Vyznamnybod.shp	Vektorová vrstva - bod
Zelen.shp	Vektorová vrstva - polygon
Zeleznice.shp	Vektorová vrstva - line
ZeleznicniStanice.shp	Vektorová vrstva - bod

Rastr

SilniceRastr	Cellsize (X,Y) 10,10
VodaRastr	Cellsize (X,Y) 10,10
ZelStRastr	Cellsize (X,Y) 10,10

Další

Body.xlsx	XLSX File
Trasa.gpx	GPS eXchange Format
ZdarskeVrchy.pdf	Portable Document Format