

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD**

KATEDRA MATEMATIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh datové struktury geografické databáze ArcČR500
využívající možností formátu geodatabáze**

Originál (kopie) zadání BP/DP

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá inovací datového modelu ArcČR500 verze 3.2., který plně nevyužívá možnosti formátu ESRI Geodatabase, naplněním tohoto modelu daty a prezentuje možnosti jeho využití na názorných příkladech. V práci jsou popsány možnosti formátu ESRI Geodatabase. Získané poznatky jsou aplikovány do inovovaného datového modelu ArcČR500. Na základě logického datového modelu jsou vytvořeny sady nástrojů, které umožňují automatizovaný převod stávajícího ArcČR500 verze 3.2 do inovované struktury. Pokud není možné některou část zpracování provádět automaticky, je prezentován postup pro ruční vytvoření. Sady nástrojů jsou tvořeny modely a skripty. Výsledný inovovaný model odpovídá tematickému obsahu geografické databáze ArcČR500 a rozšiřuje možnosti jejího využití, například ve výuce. Za tímto účelem jsou vytvořeny tematické příklady, které názorně ukazují využití jednotlivých komponent formátu ESRI Geodatabase.

Klíčová slova

datové modelování, ESRI geodatabase, ArcČR500, ModelBuilder, Python, ArcGIS, ESRI

Abstract

The diploma thesis deals with innovation of the ArcČR500 data model version 3.2, which does not fully exploit the possibilities of the ESRI Geodatabase format as well as with filling the model with data and presenting its possible use by illustrative examples. The thesis describes possibilities of the ESRI Geodatabase format. Acquired findings are applied to the innovative ArcČR500 data model. Based on the logical data model toolkits are primarily created which enable the automated transfer of the existing ArcČR500 data model version 3.2 into the revised structure. If it is not possible to perform any part of the processing automatically, a procedure for manual process is presented. The toolkits consist of models and scripts. The final innovative model corresponds to the thematic content of the ArcČR 500 geographic database expands the possibilities of its use, for example in education. Thematic examples are created for that purpose which demonstrate the use of individual components of the ESRI Geodatabase.

Key words

Data modeling, ESRI geodatabase, ArcČR500, ModelBuilder, Python script, ArcGIS, ESRI

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou prací na téma "Návrh datové struktury geografické databáze ArcČR500 využívající možnosti formátu geodatabáze" vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni, dne 26.5.2015

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Karlu Jedličkovi, Ph. D. za cenné rady, připomínky a ochotu při vedení práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu a toleranci. V neposlední řadě bych rád poděkoval svému zaměstnavateli, který mi umožnil kombinovat práci a studium.

Obsah

OBSAH	7
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
1 ÚVOD	10
2 GEODATABÁZE	12
2.1 HISTORIE	14
2.2 KOMPONENTY ESRI GEODATABÁZE	15
2.2.1 Rastrová data	15
2.2.2 Terénní datová sada (terrain dataset)	17
2.2.3 Vektorová data	18
2.2.4 Domény	19
2.2.5 Subtyp	20
2.2.6 Objektová tabulka (object class)	21
2.2.7 Relační třídy (Relationship classes)	21
2.2.8 Topologie	21
2.2.9 Geometrická síť (geometric network)	22
2.2.10 Síťový dataset (network dataset)	23
2.2.11 Geodetická datová sada (Survey dataset)	26
2.2.12 Schematická datová sada (Schematic dataset)	26
2.2.13 Anotace	27
2.2.14 Kartografická reprezentace (cartographic representation)	27
2.2.15 Nástrojové sady (toolboxes)	27
3 POPIS GEOGRAFICKÉ DATABÁZE ARCČR500	28
3.1.1 Zdroje dat	29
3.1.2 Licence	29
3.2 POPIS VERZÍ ARCČR500	30
3.2.1 ArcČR500 verze 1.0	30
3.2.2 ArcČR 500 verze 1.1	31
3.2.3 ArcČR 500 verze 1.2 a 1.3	32
3.2.4 ArcČR 500 verze 2.0 a 2.0a	32
3.2.5 ArcČR 500 verze 2.1	33
3.2.6 ArcČR 500 verze 3.0	34
3.2.7 ArcČR 500 verze 3.1	35
3.2.8 ArcČR 500 verze 3.2	36
4 INOVACE DATOVÉHO MODELU ARCČR500	37
4.1 REVIZE EXISTUJÍCÍHO MODELU GEODATABÁZE ARCČR500 VERZE 3.2	37
4.2 KONCEPTUÁLNÍ MODEL INOVOVANÉHO MODELU ARCČR500	38
4.3 LOGICKÝ MODEL	40
4.4 TVORBA NÁSTROJŮ PRO VYTVOŘENÍ INOVOVANÉHO DATOVÉHO MODELU	46
4.4.1 ModelBuilder	46
4.4.2 Python skripty	47
4.5 NÁSTROJE PRO VYTVOŘENÍ INOVOVANÉHO DATOVÉHO MODELU	48
4.5.1 Vytvoření inovovaného datového modelu a jeho naplnění daty	48
4.5.2 Uložení kartografické reprezentace a anotací do původní geodatabáze ArcČR 500 verze 3.2	58
4.5.3 Vytvoření topologie	61
4.5.4 Vytvoření relace pro označení mezinárodních silničních tahů	65
4.5.5 Tvorba terénní datové sady	68
4.5.6 Tvorba geometrické sítě	71
4.5.7 Tvorba síťového datového setu silniční sítě	72

4.6	POSTUP SPOUŠTĚNÍ NÁSTROJŮ PRO VYTVOŘENÍ GEODATABÁZE	78
5	NÁZORNÉ PŘÍKLADY VYUŽITÍ VYTVOŘENÝCH DATOVÝCH STRUKTUR.....	81
5.1	PŘÍKLADY NA VYUŽITÍ RELACÍ	81
5.1.1	Vyhledání silničních úseků mezinárodního silničního tahu	81
5.1.2	Vyhledání údajů v administrativním členění.....	83
5.2	TOPOLOGICKÁ PRAVIDLA	83
5.3	PŘÍKLADY VYUŽITÍ GEOMETRICKÉ SÍTĚ VODNÍCH TOKŮ	84
5.3.1	Znečištění.....	84
5.3.2	Určení povodí.....	86
5.3.3	Určení umoří.....	86
5.4	ÚLOHY NAD SÍTOVOU DATOVOU SADOU SILNIC	87
5.4.1	Nelezení optimální cesty.....	87
5.5	URČENÍ PRŮMĚRNÉ NADMOŘSKÉ VÝŠKY V OKRESE	89
6	DISKUZE	91
7	ZÁVĚR	92
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	97
	SEZNAM TABULEK.....	99
	SEZNAM PŘÍLOH.....	100
	STRUKTURA CD.....	101

Seznam symbolů a zkratek

ZÚ	Zeměměřičský úřad
ČSÚ	Český statistický úřad
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky
RDBMS	Relational database management system
TIN	Nepravidelná trojúhelníková síť
ZSJ	Základní sídelní jednotky
UZJ	Územní sídelní jednotky
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

1 Úvod

Tato práce se zabývá jedním z formátů pro ukládání dat GIS a to ESRI Geodatabase (dále česky ESRI geodatabáze nebo geodatabáze). Možnosti a funkce tohoto formátu jsou aplikovány na geografickou databázi ArcČR500 verze 3.2 (dále jen ArcČR). Současný datový model ArcČR500 je plně dostačující pro využití při vizualizacích, propojení se statistickými daty a některých prostorových analýzách, i když plně nevyužívá všechny podporované funkce formátu ESRI geodatabáze. Stávající datový model ArcČR500 se bez výraznějších změn využívá již několik verzí. V podobě datového modelu se odráží skutečnost, že vznikl na základě importování shapefile do geodatabáze. V důsledku toho neexistuje logické propojení datových sad. Odstranění převažujícího vlivu původního formátu shapefile na datový model s využitím dostupných nástrojů, které se v moderních geodatabázích uplatňují, bylo jednou z motivací pro vznik této práce. Další motivací bylo rozšířit možnosti využití ArcČR500. Jednou z oblastí pro využití inovovaného datového modelu ArcČR500 jsou výukové účely.

Cílem práce je navrhnout datovou strukturu geografické databáze ArcČR500 využívající možnosti formátu ESRI geodatabáze a vytvořit sadu nástrojů, které tuto novou strukturu vytvoří a naplní daty. Takové uložení umožní efektivnější ukládání dat a práci s nimi. Samotný ArcČR500 i data v něm obsažená jsou licencované produkty, tomu také odpovídá zvolený způsob řešení, který ponechává vstupní data prakticky v nezměněné podobě a datový model spíše rozšiřuje o doposud nevyužívané funkce. Data jsou tříděna do tematických celků a dále jsou mezi nimi budovány logické vztahy (relace, topologie).

Teoretická část práce se nejprve zabývá popisem formátu ESRI geodatabáze. V úvodu je tento formát představen, je uvedena jeho historie a typy geodatabází. Následně je nastíněna struktura geodatabáze a poté jsou její jednotlivé části popsány. Dále teoretická část práce představuje ArcČR500. Zde je představen ArcČR500, popsána geneze vývoje, licenční politika, obsah databáze a způsoby uložení.

V praktické části diplomové práce jsou obsaženy kapitoly, které se zabývají úpravami datové struktury, tvorbou modelů a skriptů pro automatizaci vytvoření nové struktury a naplnění daty. Je zde prakticky popsán postup, jak využít připravené nástroje k naplnění inovovaného modelu daty z ArcČR500. V kapitole 5 je na názorných příkladech představena možnost využití inovované geografické databáze ArcČR500. Tyto příklady bude možné využít při výuce předmětů a dovedností zaměřených na GIS. Vzniklé nástroje jsou vytvářeny

pro strukturu ArcČR verze 3.2.

Databáze ArcČR500 je využívána v souladu s licenčními podmínkami ©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2014.

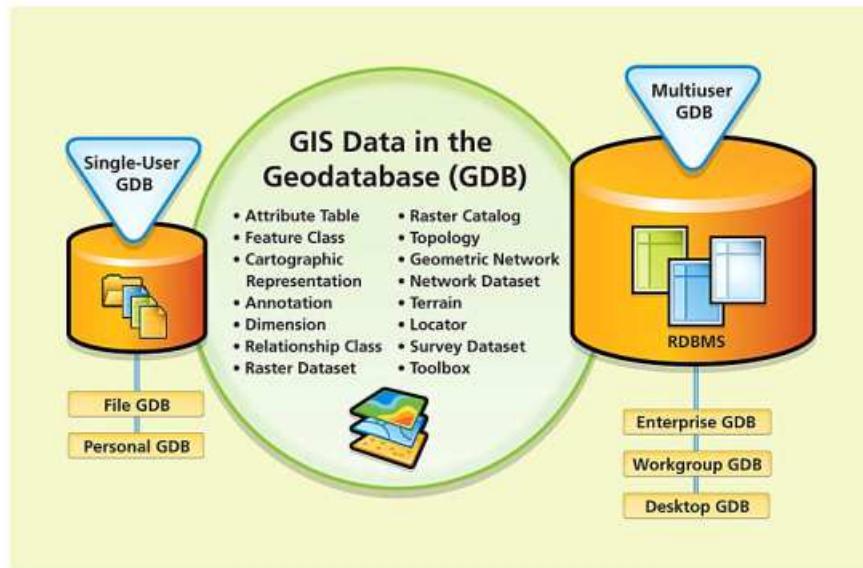
2 GEODATABÁZE

Geografickou databázi je nutné chápat jako digitální prezentaci objektů reálného světa, která je vyjádřena digitální reprezentací geografických objektů a jevů. Geografická databáze je tedy výsledek procesu digitalizace a zpracování objektů reálného světa. Příkladem geografické databáze může být ArcČR500, ZABAGED, územní plány obcí. Geografická databáze je nezávislá na zvoleném způsobu uložení dat, může mít formát ESRI geodatabáze, shapefile, dgn a další.

Jak je patrné z přecházejícího odstavce ESRI geodatabáze je datový formát. Přesněji se jedná o nativní datový formát firmy ESRI pro ArcGIS, který je primárně určen pro editaci a správu dat. S tímto formátem je možné pracovat v prostředí ArcGIS nebo nástroji pro správu databází. [1]

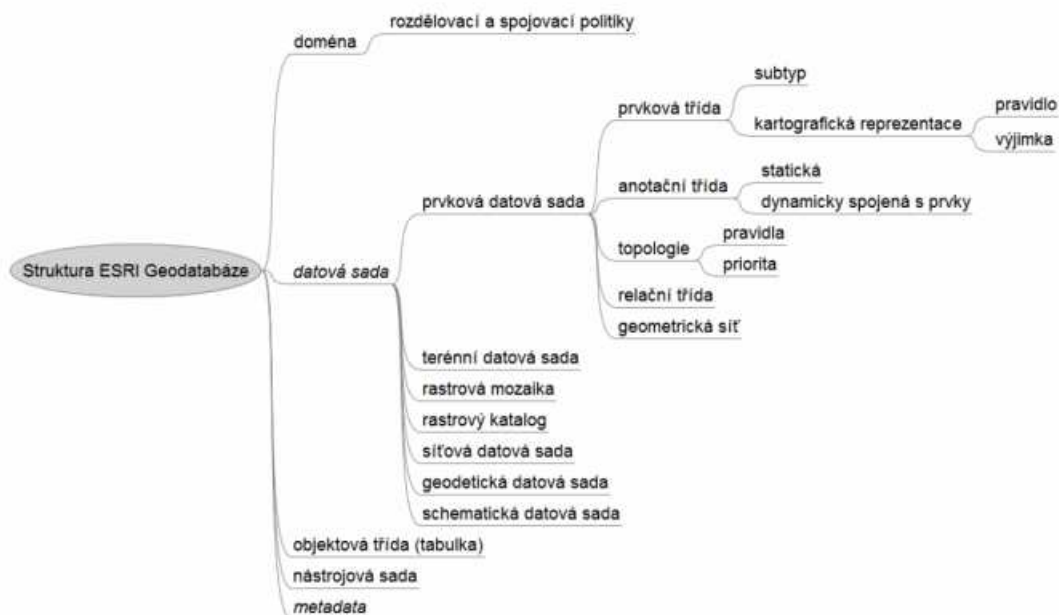
V České republice se někdy termín geografická databáze zaměňuje s pojmem geodatabáze. Z předcházejícího textu je jasné, že tato záměna je chybou. Geografická databáze je prezentací objektů a geodatabáze je jeden z možných datových formátů (způsobů uložení). Nejlépe to lze dokumentovat na české definici termínu geodatabáze je "prostředí pro správu bází geografických dat (geoprostorových dat, geodat) vyvinuté firmou ESRI." [2]

Formát byl vyvinut jako náhrada za starší formáty *shapefile* a *coverage*. Zatímco formát *coverage* byl geodatabází nahrazen, formát *shapefile* se v hojně míře využívá dosud. Mimo jiné je i vnímán jako výměnný formát mezi ArcGIS a ostatními GIS systémy. Základní struktura formátu je zobrazena na obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: Základní struktura ESRI geodatabáze a typy geodatabází, převzato z [3]

Formát geodatabáze je založen na konceptu běžných relačních databázových systémů (RDBMS), který je doplněn o možnosti správy prostorové složky dat. Proto jsou data v geodatabázi organizována v tabulkách, tabulky obsahují řádky a sloupce, každý sloupec má nějaký datový typ, pro přiřazení řádků mezi tabulkami se využívá relačních vztahů, pro data v tabulkách je možné definovat pravidla integrity. Struktura geodatabáze zobrazující jednotlivé komponenty je zobrazena na obrázku 2.2. Primární komponentou pro organizaci dat v ESRI geodatabázi jsou datové sady (*datasetu*).



Obrázek 2.2: Podrobná struktura ESRI geodatabáze, převzato z [4]

Formát umožňuje propojení s většinou používaných relačních databázových systémů (Microsoft Access, Oracle, SQL Server, PostgreSQL), dále je možné využít souborové uložení (souborová geodatabáze). [4], [5] [5]

Produkty ESRI umožňují využití několika druhů geodatabází víceuživatelské ArcSDE geodatabáze, personální geodatabáze a souborové geodatabáze. Personální geodatabáze je původní formát dat pro ArcGIS geodatabázi, jeho značnou nevýhodou je svázání s operačním systémem Windows a limit pouze 2GB. Souborová geodatabáze využívá k ukládání různých datových typů složky systému souborů. V ArcSDE geodatabázi jsou datové sady udržovány a spravovány jako tabulky v relační databázi. Stručný přehled jednotlivých druhů geodatabáze uvádí tabulka 2.1. [3] [6]

Tabulka 2.1: Přehled vybraných vlastností, podle druhu geodatabáze

	Personální geodatabáze	Souborová geodatabáze	ArcSDE geodatabáze
Počet uživatelů	Více uživatelů pro čtení, pouze 1 pro zápis	Více uživatelů pro čtení, pouze 1 pro zápis	Více uživatelů pro čtení i pro zápis
Formát uložení	Aplikace MS Access	Složka ze soubory datových sad	RDBMS - Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL,
Verzování	Jednosměrná replikace	Jednosměrná replikace	Plně podporováno
Limit velikosti	2 GB pro jeden soubor	1 TB	Dle zvoleného RDBMS

2.1 Historie

Vznik formátu geodatabáze je spojen s vydáním ArcGIS verze 8.0, který společnost ESRI vydala na konci roku 1999. ArcGIS verze 8.0 byl určen a opatřen nástroji pro ukládání dat do proprietárního formátu RDBMS, nazvaného geodatabáze. Rozšíření možností geodatabáze přišlo v roce 2002 s verzí ArcGIS 8.3, která umožňovala do geodatabáze ukládat také topologii. Z počátku ArcGIS podporoval 2 typy geodatabáze a to osobní geodatabázi (*Personal geodatabase*) a souborovou geodatabázi (*File geodatabase*). S vydáním ArcGIS 9.2 byla přidána

podpora dalšího typu geodatabáze ArcSDE geodatabáze přímo do ArcGIS Desktop a ArcGIS Server. Dříve byl ArcSDE prodáván jako samostatný produkt. V této verzi ArcGIS byla také přidána podpora Oracle Spatial do ArcSDE. Formát geodatabáze byl doplněn o novou datovou sadu pro práci s terénem (Terrain). Ve verzi 10 došlo k inovaci v podobě ukládání rastrů. Nově byla k ukládání rastrů využita mozaiková rastrová datová sada. S příchodem verze 10.1 došlo k úpravám v ArcSDE, kde byly doplněny nástroje pro tvorbu prostorových indexů. Verze 10.2 pokračovala v rozvoji funkcionality v ArcSDE, byla přidána podpora RDBMS PostgreSQL 9.2, Teradata database, SQLite database. Došlo ke změnám ve verzování pohledů. Data z databází MS SQL, Oracle, PostgreSQL je možné publikovat jako WMS z ArcGIS Server.[1], [6], [7], [8], [16]

2.2 Komponenty ESRI geodatabáze

V této podkapitole jsou představeny jednotlivé komponenty geodatabáze. Jedná se o základní popis komponent, podrobný popis je uveden v referenční příručce.[1]

2.2.1 Rastrová data

Geodatabáze nabízí množství formátů pro ukládání a zpracování rastrových dat. Formáty a technologie ESRI v současné době využívají dvě možnosti uložení rastrových dat rastrová mozaika¹ a rastrový katalog (*raster catalog*).

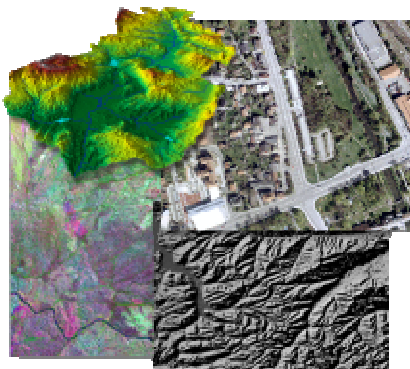
Nejčastěji se jako rastrová data ukládají obrazová data například data z dálkového průzkumu země, ortofotomapy. Druhou skupinou dat jsou souvislé jevy jako sklon svahů, orientace svahů, digitální model terénu. V případě druhé skupiny jsou hodnoty jevu přepočteny a uloženy na pravidelné dlaždice mozaiky. [1], [9], [4],

Rastrový dataset (Raster dataset)

Rastrový dataset slouží k ukládání jednoho konkrétního snímku.*Rastrový katalog (raster catalog)*

Rastr katalog můžeme velmi zjednodušeně chápat jako množinu rastr datasetů, které mohou mít různé formáty uložení a různé souřadné systémy. Formát rastrového katalogu se využívá při ukládání kolekcí rastr datasetů které jsou nespojitě (překrývající se, vůči sobě otočené). Příklad rastrového katalogu obr. 2.3. Z pohledu databáze je rastrový katalog tabulka, kde je každý rastr reprezentován jako jeden záznam v tabulce.

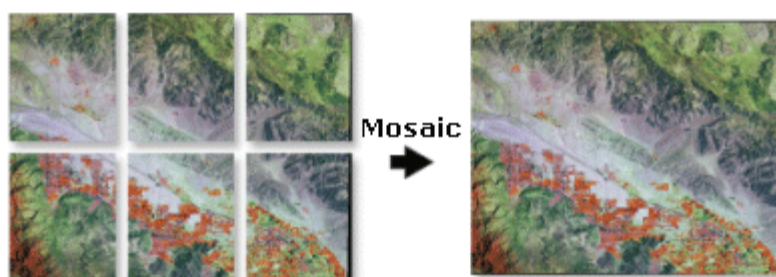
¹ do verze ArcGIS 10 označována jako Rastr dataset



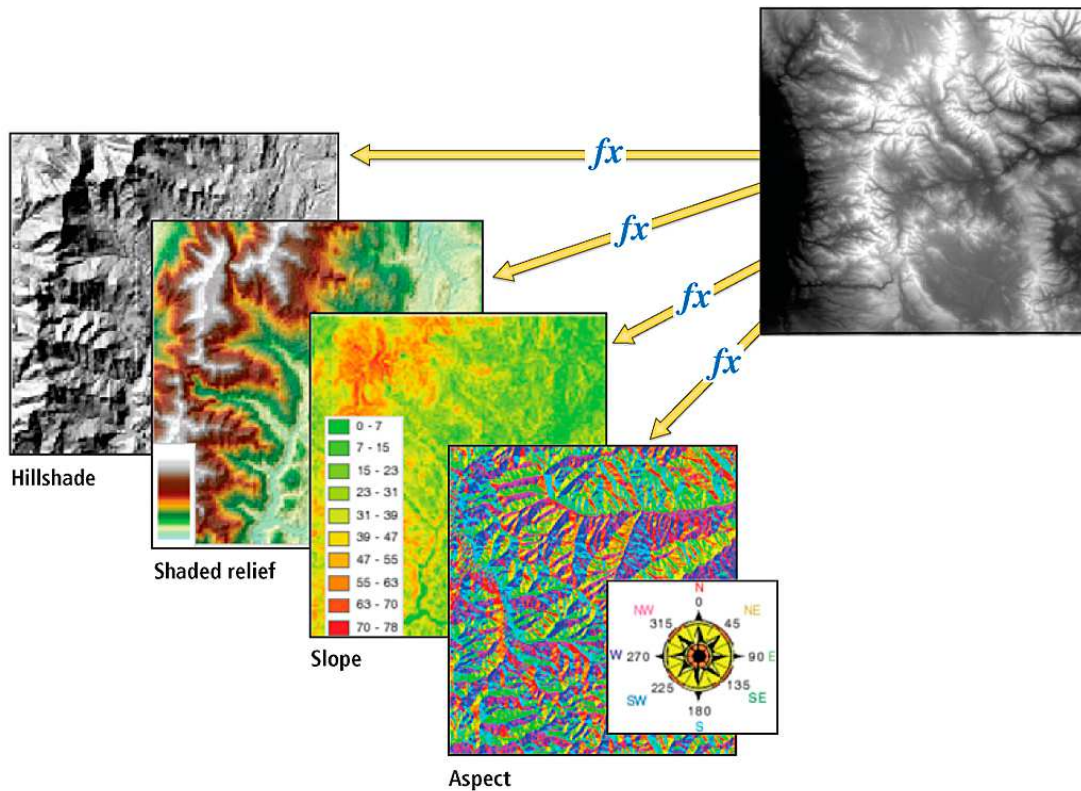
Obrázek 2.3: Rastrový katalog. Převzato z [9]

Mozaiková rastrová datová sada (Mosaic dataset)

Tato datová sada je novějším formátem, který je nástupcem rastrového datasetu (*rastr dataset*), obsahuje více možností a funkcí pro správu rastrových dat. Pokud se na tuto datovou sadu podívám pohledem databázové terminologie, jedná se o formu pohledu na danou tabulku. Jedná se vlastně o on-the-fly pohled na uložená rastrová data, která mají podobu tabulek databáze. Při využití mozaikové datové sady můžeme v jedné vrstvě pracovat s řadou různých rastrů. Rastry mohou být různé z hlediska způsobu uložení rastru, souřadnicových systémů, prostorového rozlišení, umístění, ale i charakteru obsažených dat. Tato data mohou být zpřístupněna pomocí uživatelem definovaných pravidel (*dynamic raster mosaicking*) nebo jako výsledek rastrových funkcí aplikovaných na data (*on-the-fly processing*). Výhodou tohoto datového setu je zpřístupnění rastrových dat bez nutnosti jejich duplikace (obr. 2.5). Například při zpracování analýz pomocí 3D analytických funkcí není nutné výsledné rastry postupně znovu ukládat. Rastrová data, která tvoří mozaikovou datovou sadu, zůstávají stále uložena v původním formátu, rozlišení i souřadném systému. Nedochozí tedy k žádným změnám v datech samotných, to je výhodné při využití dat jako vstupu do různých aplikací. Tato datová sada je ideální pro ukládání časových dat. [9], [10]



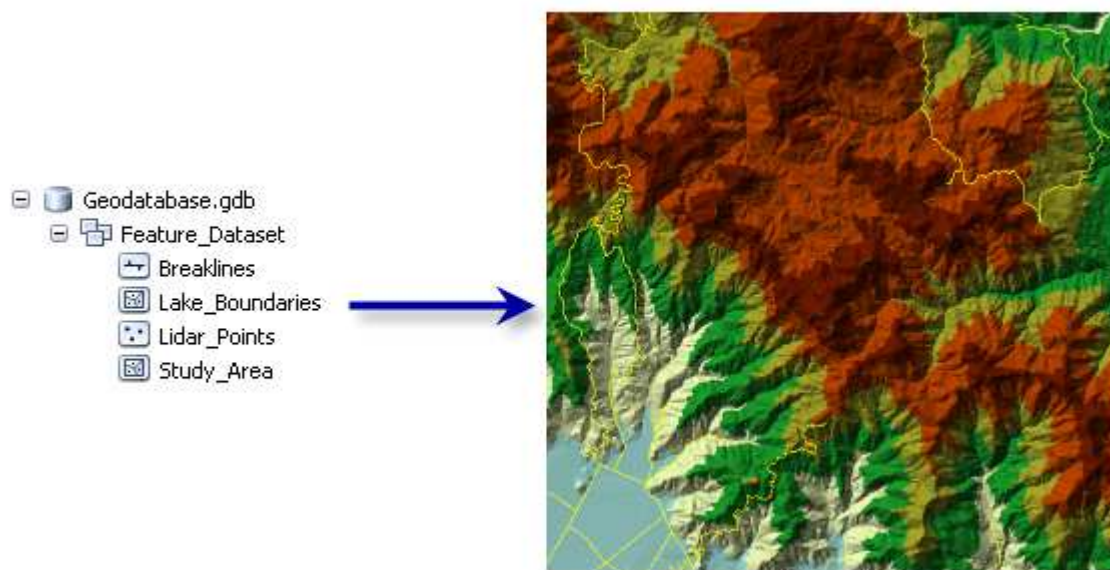
Obrázek 2.4: Rastrová mozaika, převzato z ESRI



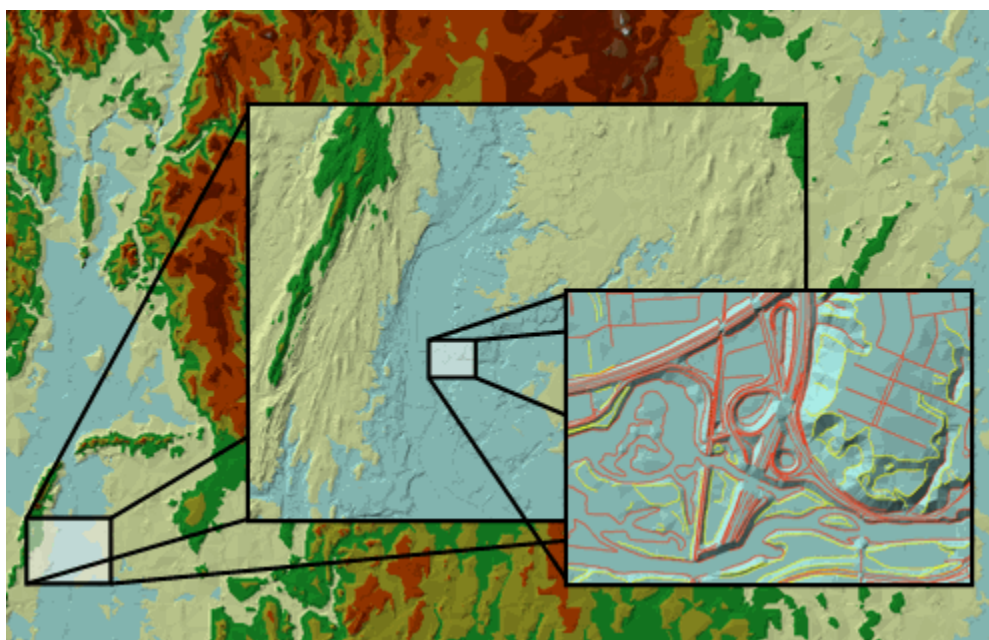
Obrázek 2.5: Schéma využití rastrové mozaiky [10]

2.2.2 Terénní datová sada (terrain dataset)

Terénní datová sada umožňuje efektivnější zpracování a zobrazení velkého množství dat o terénu (LIDAR, fotogrammetrie). Je založena na datovém modelu nepravidelné trojúhelníkové sítě (TIN). Model povrchu je generován z vektorových dat uložených v geodatabázi (obr.2.6). Terénní datová sada obsahuje nástroje, které zajišťují organizace dat, vyhledávání a odvození TIN v reálném čase. Proces odvození TIN (rendering) je v reálném čase hardwarově náročný, je proto nahrazován optimalizován. V terénní datové sadě je tato optimalizace řešena generováním pohledových pyramid pro několik úrovní detailu. Tyto pyramidy jsou rastrového formátu a jejich využití k vyhledávání a zobrazení je pak méně hardwarově náročné. Při generování pyramid se využívá předpokladu, že se snižující se úrovní detailu klesají požadavky na podrobnost (obr 2.7). Požadavek na podrobnost se pak uplatňuje jako váhová funkce při generování pohledových pyramid. Jako váhové funkce se využívají ZTOLERANCE (celková vertikální přesnost přepočtená pro dané měřítko) nebo WINDOWSIZE (výška bodu v každém okně/dlaždici). [11], [12]



Obrázek 2.6: Terénní datová sada, převzato z [11]



Obrázek 2.7: Terénní datová sada - ukázka pyramid, převzato z [11]

2.2.3 Vektorová data

Základní komponentou pro ukládání vektorové reprezentace jsou prvkové třídy (feature classes), které jsou organizovány do jednotlivých prvkových datových sad (feature datasets).

Třída prvků (feature class)

Prvkové třídy se skládají z prvků (objektů) s podobnými vlastnostmi. Tyto prvky prezentují určitou část objektů reálného světa (hranice katastrálních území, vodní plochy, vodní toky, lesy, silnice, železnice atd.). Základní podmínkou je, že všechny prvky v dané

prvkové třídy mají stejnou geometrii, kterou lze prezentovat jedním typem geometrických primitiv (body, linie, polygony nebo multipatch) a také stejný souřadnicový systém.

Třídy prvků můžeme dále rozdělit právě podle využitých geometrických primitiv. Typ primitiva vybíráme především s ohledem na vyjádření prvků v reálném modelu světa.

Bodová třída

Využívá se k prezentaci objektů které jsou příliš malé vzhledem k požadovanému měřítku zobrazení nebo jsou v reálném světě opravdu prezentovány bodem.

Liniová třída

Využívá se k prezentaci geografických objektů, které jsou příliš úzké vzhledem k požadovanému měřítku zobrazení, než aby byly zobrazovány ve své skutečné šířce nebo mají délku, ale nemají žádnou šířku.

Polygonová třída

Využívá se k prezentaci homogenního výskytu určitého plošného jevu nebo objektu (administrativní hranice, typy půd, způsoby využití území).

Obsahem feature class jsou také atributy, které umožňují k objektům vkládat doplňující popis. Prezentovány jsou alfanumerickými datovými prvky. K atributům a jejich hodnotám se váže další z nástrojů geodatabáze a to domény.

MultiPatch

Využívá se k ukládání a zobrazení 3D geometrických tvarů. Ke znázornění reality je využíváno 3D primitiv trsů a trojúhelníků. Využívají se pro celou škálu geometrických objektů od jednoduchých (kvádry, koule) po složité (nejčastěji budovy).

2.2.4 Domény

Domény se starají o kontrolu správnosti hodnot vkládaných atributů. V geodatabázi se využívají domény výčtové a rozsahové. Výčtové domény umožňují zadat pouze takové prvky, které jsou v doméně vyjmenovány. Rozsahové domény umožňují definovat rozsah (interval) povolených hodnot. [13], [4]

Politika pro rozdělení a spojení atributů

Je další z možností zajištění konzistence atributů. Využívá se zejména při změnách geometrie. Politika je soubor pravidel, která mohou být stanovena pro jednotlivé domény, pokud jsou vázána na příslušné atributové sloupce.

Pro spojování geometrií je možné zadat jedno z následujících pravidel:

- přednastavená hodnota (*default values*) - hodnota atributu je nahrazena přednastavenou hodnotou. Tento způsob jednoduše upozorňuje, že atribut byl změněn. Pravidlo se nejčastěji využívá pro atribut obsahující textové řetězce, kdy spojení řetězců nelze upravit jinak.
- součet hodnot (*sum values*) - využívá se na číselné atributy. Jako nová hodnota atributu je vložen součet hodnot spojovaných prvků
- geometrická váha (*geometry weighted*) - využívá se na číselné atributy. Hodnota atributu prvku spojené geometrie se vypočte jako váhová funkce hodnot vstupních geometrií původních prvků.

Pro rozdělení geometrie se využívá jedno z těchto pravidel:

- přednastavená hodnota (*default value*) - pravidlo funguje stejně jako při spojování prvků
- duplikace (*duplication*) - do všech dělených prvků je zkopírována hodnota atributu původního prvku (pravidlo je aplikováno vždy, pokud není definováno pravidlo jiné).
- Geometrický poměr (*geometry ratio*) - hodnoty atributu jsou děleny ve stejném poměru, v jakém došlo k rozdělení geometrie.

2.2.5 Subtyp

Subtypy v kombinaci s doménami jsou nástroje, které slouží k zajištění integrity dat v geodatabázi. Subtyp umožňuje rozdělit prvky v prvkové třídě do skupin podle zadaného klíčového sloupce. Pro každý subtyp je možné nastavit rozdílné domény a definovat tak výčet možností, které lze zadat do daného atributového sloupce. Každý subtyp může mít nastaveny vlastní výchozí hodnoty, které se využijí při vytváření nových prvků.

Příkladem využití subtypů jsou třídy silnic. Subtypem jsou určeny jednotlivé kategorie a výčtovou doménou je, u každé kategorie přiřazena příslušná průměrná rychlost. [4] , [14]

2.2.6 Objektová tabulka (object class)

Je datová sada bez prostorové složky. V příslušné tabulce této datové sady není obsažen sloupec, který obsahuje informace o geometrii. Obsahem takovéto tabulky jsou čistě atributová (popisná data). Tyto objektové tabulky se vyskytují samostatně, ale mohou být připojeny k jiným tabulkám nebo prvkovým datovým třídám pomocí relací (relace jsou podrobně popsány dále). U objektových tabulek lze využít domén, ale nelze na ně aplikovat subtypy. V hierarchické struktuře geodatabáze jsou tyto objekty na stejné úrovni jako datové sady (feature dataset). [4]

2.2.7 Relační třídy (Relationship classes)

Využívají se k definování vztahu mezi objekty v geodatabázi. Prakticky se jedná o operaci, kde objektům z jedné třídy prvků (tabulek) jsou přiřazeny objekty z jiných tříd prvků (tabulek). Při inovaci datového modelu ArcČR500 verze 3.2 je relačních tříd využito při definování vztahů mezi prvkovými třídami administrativního členění. Při propojování prvkových tříd mezi sebou je možné využít také subtypů. Tyto relační vztahy jsou budovány s využitím primárních a cizích klíčů a zajišťují tak také referenční integritu databáze. [15], [4]

Relační vztahy mohou mít různou násobnost (kardinalitu)

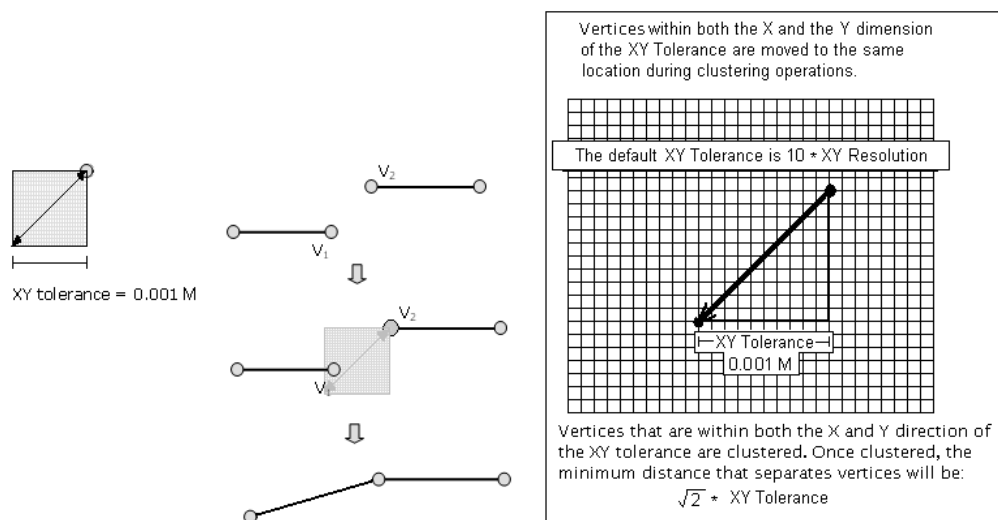
- 1:1 - (one-to-one) - jeden prvek má vztah pouze k jednomu prvku
- 1:N - (one-to-many) - jeden prvek může mít vztah s více prvky
- M:N - (many-to-many) - více prvků může mít vztah s více prvky

Vztah M:N je v relačních databázích rozkládán a dva vztahy 1:M a N:1.

2.2.8 Topologie

Topologie slouží k zajištění integrity prostorových dat v geodatabázi, K tomu je využíváno topologických pravidel. Tato pravidla uspořádávají vztahy mezi prvky v jedné prvkové třídě nebo ve více prvkových třídách. Počet definovaných topologií není omezen, při dodržení pravidla, že každá prvková třída se bude účastnit právě jedné topologie (v libovolném množství pravidel). I přes skutečnost, že máme v geodatabázi nastavena topologická pravidla, můžeme vkládat i topologicky nekorektní data. Tento stav je dán skutečností, že definovaná topologická pravidla je nutné konfrontovat s geometrií. Tato konfrontace je označována jako validace. Při procesu validace dochází k ztotožnění bodů, linií nebo polygonů, které mají vzájemnou euklidovskou vzdálenost menší než shluková tolerance

(cluster tolerance)² obr. 2.8. [17], [4]



Obrázek 2.8: Shluková tolerance, převzato z [17]

Topologická pravidla lze aplikovat na jednu nebo dvě třídy. U dvoutřídních pravidel je nutné všem vrstvám v topologii správně nastavit topologickou prioritu (rank). Vrstvám s nižší topologickou prioritou je třeba přiřadit vyšší hodnotu parametru (rank). Při validaci topologie je geometrie prvků s vyšší hodnotou přizpůsobena geometrii prvků s nižší hodnotou (rank). Pokud mají prvky stejnou hodnotu parametru (rank) je výsledná geometrie průměrem ze souřadnic jednotlivých vrcholů.

Pokud dojde při kontrole topologie k překročení shlukové tolerance je tento stav označen za topologickou chybu, kterou je možné následně interaktivně v prostředí ArcMap a editoru opravit.

2.2.9 Geometrická síť (geometric network)

Geometrická síť stejně jako síťový dataset umožňuje využívat nad liniiovými vrstvami grafové algoritmy. Geometrická síť je způsob jak modelovat sítě a infrastruktury reálného světa. Svou strukturou je tato datová sada připravena pro aplikace v oblasti inženýrských sítí.

Geometrická síť je množinou hran a uzlů.

Hrana - je tvořena linií z liniiového datasetu. Hrana znázorňuje vztah mezi uzly, jedná se o element, který prezentuje směr pohybu zkoumaného fenoménu. Hrany se dělí na

² Jako doporučené nastavení pro hodnotu shlukové tolerance se uvádí 1/10 hodnoty přesnosti nejpodrobnější datové vrstvy, která vstupuje do topologie. Pro topologickou mapu 1 : 10 000 odpovídá shluková tolerance hodnotě 10 cm.

jednoduché a komplexní.

Jednoduchá hrana (simple edges) - je spojení mezi dvěma uzly. Zdroj tedy může opustit síť až na koncovém bodě. Toho se využívá při tvorbě říční sítě. Nevýhodou jednoduchých hran je, že když je doprostřed hrany přidán uzel je nutné hranu rozdělit na dvě s využitím nového uzlu.

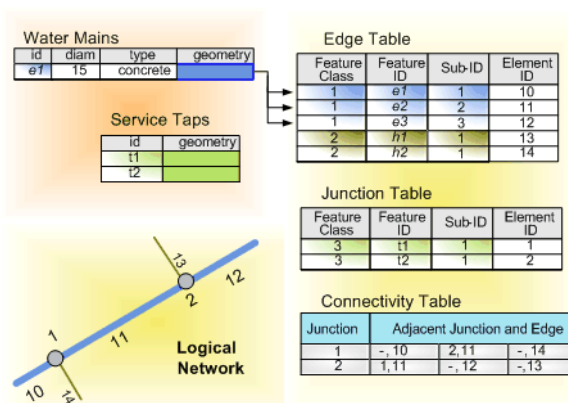
Komplexní hrany (complex edges) - stejně jako jednoduchá hrana je spojena se dvěma uzly (na konci). Kromě tohoto umožňují napojení na další přidané uzly podél své délky. Komplexní hrany odpovídají jednomu nebo více okrajovým prvkům v logické síti.

Uzel - je místo, které umožňuje propojení dvou nebo více hran.

Uživatelsky definované uzly (user - defined junctions) - zdroje těchto uzlů jsou definovány uživatelem z prvkové třídy. Těchto uzlů se využívá například při definici říční sítě (například místa odtoku řek z České republiky).

Generované uzly (orphan junctions) - tento typ uzlů je automaticky generován při přidání zdroje hran do geometrické sítě.

Propojení hran a uzlů je udržováno v logické síti, která je v geodatabázi je uložena jako kolekce tabulek, jak je patrné z obrázku 2.9. [18], [4], [5]



Obrázek 2.9: Uložení logické sítě v geodatabázi, převzato z [18]

2.2.10 Síťový dataset (network dataset)

Stejně jako u geometrické sítě umožňuje síťový dataset využití grafových algoritmů nad liniovými vrstvami a tím modelovat síť. Jak již název naznačuje, využívá se především při modelování dopravních sítí. Síťový dataset je tvořen síťovými elementy, pomocí kterých je

vytvářena logická struktura. Tyto síťové prvky jsou generovány ze zdrojových prvků, využitých při generování síťového datasetu. Logickou strukturu síťového datasetu tvoří hrany, uzly (stejně jako u geometrické sítě) a navíc odbočení. Pojmy hrna a uzel již byly definovány v části 2.2.9.

Odbočení: uchovává informace o pohybu mezi dvěma nebo více hranami. Pomocí odbočení je možné definovat preferované směry odbočení v křižovatkách nebo směry, do kterých je odbočení zakázáno. Zavedení odbočení není nutné pro realizaci sítě, ale zpřesňuje logický model zkoumaného fenoménu.

Pro dosažení nejlepších výsledků analýzy zkoumaného fenoménu je důležité správné vytvoření hran a uzlů. Síťový dataset využívá několika způsobů pro propojování hran a uzlů.

Při vytváření datasetu jsou zdroje hran zařazovány do skupin připojení (connectivity groups). Každý zdroj hran může být přiřazen právě do jedné skupiny. Proti tomu každý uzel může být přiřazen do jedné nebo více skupin. Pokud se zdroje hran nachází ve dvou různých skupinách nedojde mezi nimi k propojení, pokud není zdroj uzlů totožný pro obě skupiny. Rozdělení dat do skupin připojení se nejčastěji využívá při modelování multimodálních dopravních systémů. Systém jsou společně propojeny jenom na společných uzlech, jinak jsou obě sítě odlišné. Tento druh systémů není řešen v této diplomové práci, a tak je zde uveden pouze pro přehlednost. Podrobné informace jsou uvedeny v referenční příručce ArcGIS nebo na [1], [19]

Způsoby propojení hran:

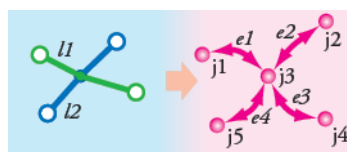
Propojení hran uvnitř skupiny připojení:

a) Konektivita koncových bodů linií (endpoints connectivity) - k připojení dochází pouze u prvků, které jsou v koincidenci koncových bodů. Tento způsob vytváří vždy z jedné linie právě jednu hranu, jak značí obrázek 2.10. Tento způsob se využívá u silniční sítě a umožňuje řešit modelování přechodů objektů (mostů).



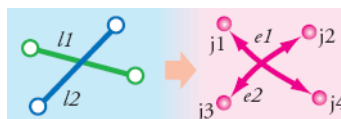
Obrázek 2.10: Propojení hran uvnitř skupiny - konce bodů linií, převzato z [20]

b) Konektivita v mezilehlých bodech linií ("any vertex" connectivity) - při tomto způsobu dochází k dělení linií, které se křížují ve společném mezilehlém bodě, do více segmentů hran (obrázek 2-11).



Obrázek 2.11: Propojení hran uvnitř skupiny - mezilehlé body, převzato z [20]

V případě využití dat, která nejsou obsahově korektní a nemají vytvořeny mezilehlé body, není možné aplikovat ani jeden z výše uvedených způsobů tvorby hran. V takovém případě dojde k vytvoření dvou hranových elementů podle průběhu linií. Tento stav je zobrazen na obrázku 2-12, linie se kříží bez společného mezilehlého bodu. Důsledkem je převedení linií L1 a L2 na hrany e1 a e2. Jedním ze způsobů jak podobným stavům předcházet je definování odpovídajících topologických pravidel.



Obrázek 2.12: Propojení hran uvnitř skupiny - hrany bez mezilehlého bodu, převzato z [20]

Kromě logické sítě je pro modelování jevů nutné nastavit podmínky při průchodu sítí. Tyto podmínky jsou dány atributy síťového datasetu, jedná se o jméno (name), použití atributu (usage type), jednotky (units), datový typ (data type) a přednastavená hodnota (use by default).

Použití atributu (usage type) - se využívá k definici využití atributu při síťových analýzách, možné jsou hodnoty náklad (cost), deskriptor (descriptors), restrikce (restriction), hierarchie (hierarchy). [21]

náklad (cost) - do modelu zavádí impedanci. V silniční síti je impedance modelována časem a délkou hrany. Impedance je zahrnuta rovnoměrně po celé délce hrany. V praxi to

znamená, že pokud je na překonání hrany potřeba čas t na překonání čtvrtiny stejné hrany je potřebný čas $t/4$. V síťových analýzách se pak nejčastěji řeší minimalizace nákladů (impedance). Jedná se o zjištění nejrychlejší cesty (minimalizace času) nebo nejkratší cesty (minimalizace vzdálenosti).

deskriptor(descriptors) - je vlastnost, která popisuje vlastnosti sítě a jejích prvků, nejčastěji se jedná o hrany. Hodnota deskriptoru není nijak závislá na délce hrany. Deskriptor definujeme pro celou délku hrany. V případě silniční sítě se může jednat o maximální povolenou rychlost, počet jízdnic pruhů atd.

restrikce (restriction) - definují omezení v síti. Pomocí těchto omezení je zakazován pohyb v hranách nebo směrech například jednosměrné ulice, omezení průjezdu pro některý druh dopravy.

hierarchie (hierarchy) - pomocí tohoto atributu je do síťového modelu zahrnuta priorita hran. Priorita je přiřazována od nejvyšší po nejnižší. Příkladem hierarchie je dělení silnic na jednotlivé kategorie (dálnice nejvyšší priorita, silnice III. třídy nejnižší). Po zavedení hierarchie jsou při analýzách preferovány hrany s vyšší prioritou.

Jednotky - u některých atributů je možné nastavit časové nebo měrné jednotky. Atributy, které jednotky nepoužívají, jsou deskriptory, restrikce a hierarchie.

2.2.11 Geodetická datová sada (Survey dataset)

Tato sada umožňuje zpracovávat a ukládat geodeticky změřená data. Pomocí této sady je možné realizovat propojení na identické body v existující databázi a uchovávat tak dvojí souřadnice pokud je to potřebné. Tím je možné zachovat relativní topologické vazby v geodatabázi a zároveň mít k dispozici geodetické zaměřené souřadnice pro další zpracování například vytyčení. [4]

2.2.12 Schematická datová sada (Schematic dataset)

Schematická datová sada umožňuje nad geometrií vytvářet schematickou reprezentaci. Za tímto účelem obsahuje šablony schematických diagramů a schematických tříd prvků (například schéma vodovodní nebo elektrické sítě). Tato schémata jsou vytvářena podle stanovených pravidel a využívají daných symbolů. [4]

2.2.13 Anotace

Anotace se využívají při zobrazení textů a popisků u dat. Velmi silným nástrojem jsou anotace při tvorbě map. Pokud je popis vkládán jako anotace, má nastavenou pevnou pozici, velikost a font.

V případě využití geodatabáze lze anotace generovat automaticky a ukládat přímo v geodatabázi. Využívají se anotace statické (static), v tomto případě je anotace s atributem vygenerována a dále už na něj není vázána. Druhou variantou jsou anotace dynamicky svázané s prvky, v případě změny hodnoty tohoto atributu dojde i ke změně popisku mapy. [4]

2.2.14 Kartografická reprezentace (cartographic representation)

Kromě možností na ukládání geometrií disponuje formát ESRI geodatabáze také nástroji na ukládání kartografické reprezentace prvků. Definice kartografické reprezentace se skládá ze souboru pravidel popisujících symbologii (cartographic rule) a výjimek (exception). Pravidla jsou nastavena pro jednotlivé prvkové třídy, v rámci jedné prvkové třídy může být stanoveno několik pravidel. Výjimky umožňují řešení kolizí při zobrazení kartografických pravidel. [23], [4]

2.2.15 Nástrojové sady (toolboxes)

Kromě dat je možné do geodatabáze také ukládat nástroje, které se využívají ke zpracování a analýze dat. Jedná se o nástroje geoprocessingu. V nástrojové datové sadě mohou být uloženy jak nástroje, které jsou standardně dostupné v ArcGIS, tak vytvořené uživatelem. Nástroje vytvořené uživatelem mohou být skripty v Python nebo modely vytvořené pomocí ModelBuilderu. [4]

3 Popis geografické databáze ArcČR500

ArcČR500 je digitální vektorová geografická databáze České republiky. Koncept jejího vzniku navazuje na podobné databáze, které zpracovává firma ESRI a s ní spolupracující firmy v zahraničí (Německo, Francie, Rakousko). [25]

Realizací tohoto propojení je možné ArcČR 500 využít pro další spektrum analýz a výstupů. ArcČR 500 je produktem firmy ARCDATA PRAHA, s. r. o., který vzniká za spolupráce ZÚ³ a ČSÚ⁴. V současné době je k dispozici ArcČR 500 ve verzi 3.2. [29]

Podrobnější informaci o podkladových datech jsou v části 3.2 a v přehledu jednotlivých verzí.

Koncepcí i obsahem je databáze využitelná v mnoha různých oblastech lidské činnosti, kde je potřeba použít odpovídající geografická data. Může se jednat například o oblasti [28]:

- Obchod a marketing – možné využití je jako podklad pro lokalizační úlohy, úlohy optimalizace sítí, tras "rozvozu zboží" [28] , atd.
- Cestovní ruch a propagace – řešení lokalizačních úloh rozmístění turistických služeb, plánování poznávacích tras, typování atraktivních lokalit
- Státní správa – informační databáze pro analytické, syntetické a koncepční práce, prezentace oborových a statistických dat
- Výzkum – podkladová data pro řešení projektů
- Školství – pomůcky pro výuku (střední školy – zeměpis, vysoké školy – geografie, kartografie, GIS, atd.), podkladová data pro zpracování kvalifikačních prací.

Využití ArcČR 500 při výuce dokumentuje i tato diplomová práce. To jak v oblasti podkladových dat pro kvalifikační práci tak jako pomůcku pro výuku.

ArcČR 500 je vydávána od roku 1997 a do současné doby vyšlo 8 verzí, když poslední je z roku 2014. Označení verzí a rok vydání je uveden v tabulce tab. 2.1, podrobnější popisy jsou pak uvedeny v kapitole historie.

³ ZÚ - Zeměměřičský úřad

⁴ ČSÚ - Český statistický úřad

Tabulka 3.1: Přehled verzí ARCČR 500 a jejich vydání

Označení verze	Rok vydání
ArcČR 500 verze 1.0	duben 1997
ArcČR 500 verze 1.1	Nezjištěno
ArcČR 500 verze 1.2	rok 2000
ArcČR 500 verze 1.3	duben 2002
ArcČR 500 verze 2.0, 2.0a	srpen 2003
ArcČR 500 verze 3.0	říjen 2012
ArcČR 500 verze 3.1	listopad 2013
ArcČR 500 verze 3.2	Říjen 2014

3.1.1 Zdroje dat

V prvních verzích (verze 1.0 - 2.0) byly zdrojem podkladových dat pro ArcČR 500 Mapa České republiky 1 : 500 000, Fyzicko-geografická mapa ČR 1 : 500 000, které poskytoval Zeměměřičský úřad a vektorová databáze územně technických jednotek poskytovaná Českým statistickým úřadem.

Od verze 3.0 vychází ArcČR 500 z databáze Data200. "Data200 je národní vektorová geografická databáze, která přesností a stupněm generalizace odpovídá mapě měřítko 1 : 200 000 a je tvořena více než 50 prvkovými třídami. Tyto třídy se dělí do 8 tematických vrstev." [30]

Rastr terénního reliéfu je odvozen na podkladě aktualizovaných vrstev ArcČR500 (vrstevnice, výškové kóty, vodní plochy a toky, hranice a silnice). [27], [28], [29]

Klady a síť vychází z vektorových geografických databází, které přesností a stupněm generalizace odpovídají základním mapám 1 : 10 000 a 1 : 50 000 - Data10 (Data50). Jedná se o data využívaná při tvorbě základních map. Český statistický úřad poskytuje data pro administrativní členění v podobě polygonů Základních sídelních jednotek (ZSJ) a Základních sídelních jednotek - dílů (ZSJ-d). Jsou také využívána data z územně identifikačního registru (UIR-ZSJ). Od verze 3.1 je využíváno také dat RÚIAN. Dále pak statistické ukazatele, které se váží k vrstvám obcí, obcí s rozšířenou působností, okresu, kraje a státu. Zdrojem dat jsou běžné statistiky a Sčítání lidí, domů a bytů.

3.1.2 Licence

Užití ArcČR je upraveno licenčními podmínkami firmy ARCDATA PRAHA. V rámci této smlouvy je uživateli umožněna bezplatná instalace dat na počítače, servery uživatele provozované v intranetu i internetu. Uživatel může data využívat k vytvoření kartografických

děl pro třetí strany. Vždy je však povinen doplnit označení „©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2014“ nebo „©ArcČR, ARCDATA PRAHA, 2014“ a zároveň uvést logo s názvem Zeměměřický úřad (ZÚ) a logo Českého statistického úřadu (ČSÚ). Uživatel má právo data využívat, ale nikdy se nestane jejich vlastníkem. Uživatel nesmí využívat data v rozporu s obchodními podmínkami. Uživatel dále není oprávněn odstraňovat, měnit, zakrývat nebo jakýmkoliv jiným způsobem zasahovat do jakýchkoliv autorskoprávních, vlastnických či jiných označení dat.

Výraznou změnou prošly licenční podmínky s příchodem verze 3.0, kdy začal být ArcČR 500 poskytován bezplatně. V předchozích verzích byl poskytován za úplat.

Tyto Obecné podmínky upravují práva a povinnosti vyplývající ze závazkového vztahu založeného mezi firmou ARCDATA a třetí osobou (dále jen „uživatel“) okamžikem odsouhlasení licenčních podmínek. Závazkový vztah takto založený se řídí režimem Obchodního zákoníku. [31]

3.2 Popis verzí ArcČR500

Tato část práce se podrobněji věnuje jednotlivým verzím ArcČR500 a čerpá především z dokumentace jednotlivých verzí ArcČR500.

3.2.1 ArcČR500 verze 1.0

První verze digitální vektorové geografické databáze pro území České republiky byla představena v roce 1997. Obsahem této verze byly 3 tematické skupiny (základní geografické prvky, administrativní členění a rozšiřující tematické informace). Podkladem pro vznik databáze byla data poskytnutá Zeměměřičským úřadem:

- 1) Mapa České republiky v měřítku 1 : 500 000 - pro základní geografické prvky
- 2) Fyzicko-geografická mapa ČR 1 : 500 000 - pro prvky výškopisu
- 3) Vektorová databáze územně technických jednotek pro jednotky administrativního členění.

Pro ukládání dat bylo využito formátů ESRI, přesněji Arc/INFO Coverage a ESRI Shapefile pro vektorová data. ARC/INFO GRID, případně tiff pro rastrová data. Tabelární data byla ukládána do souborů DBF nebo INFO

Data byla dostupná ve dvou souřadnicových systémech. Výchozím systémem byl S-JTSK

a geografická data byla transformována do systému S-42. Pro zjednodušení propojování dat s daty okolních států byla data uložena také v zeměpisných souřadnicích. Přístup k datům v různých souřadnicových systémech byl zajištěn přímo z adresářové struktury, kde byl pro každý souřadnicový systém samostatný datový adresář. Tyto adresáře pak byly členěny podle formátu dat. [24]

Tabulka 3.2: Tematické vrstvy ArcČR500 verze 1.0

<p>Základní geografické prvky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • silniční síť • železniční tratě a lanové dráhy • traťové oddíly • stanice a zastávky • lesní plochy • vodní plochy • vodní toky • bažiny a rašeliniště • plochy vybraných sídel • bodová sídla • výškové body • vrstevnice • digitální model terénu <ul style="list-style-type: none"> • stínovaný terén 	<p>Administrativní jednotky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ZÚJ • Obce • Městské části • Městské obvody • Finanční úřady • Pověřené obecní úřady • Okresy • Kraje <p>Rozšiřující tematické informace:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zeměpisná síť • Klad listů topografických map • Klad listů základních map • Hraniční přechody • Veřejná letiště
---	---

3.2.2 ArcČR 500 verze 1.1

Při přechodu na verzi 1.1 došlo k několika úpravám v obsažených datech. Jednalo se především o odstranění chyb v datech a úpravy atributů dle požadavků uživatelů.

Z pohledu formátu dat došlo u verze 1.1 k obohacení popisu vybraných prvků ve formátu ARC/INFO anotací. Tyto anotace byly připojeny k vrstvám sídel, základních územních jednotek, výškových bodů, vodních toků a ploch. Zavedení anotací bylo krokem k zlepšení přehlednosti dat a jejich využitelnosti jako mapových podkladů. Data byla také obohacena o stínovaný barevný reliéf. Tento krok uvítali především uživatelé, kteří nedisponovali

nástroji pro tvorbu tohoto rastru (ArcView Spatial nebo 3D Analyst). Ve snaze zlepšit podporu využití GPS technologií, byla vytvořena datová sada v souřadnicovém systému WGS84. Tato sada byla vytvořena transformací z dat v systému S-42. [31]

3.2.3 ArcČR 500 verze 1.2 a 1.3

U těchto verzí nedošlo k žádným podstatným změnám v datových typech, datových sadách ani souřadnicových systémech. Verze obsahovaly pouze aktualizace dat a odstranění chyb v datech.

3.2.4 ArcČR 500 verze 2.0 a 2.0a

Verze 2.0 a následně také 2.0a byly uvolněny v roce 2003. Jednalo se o poslední verze, kde bylo k uložení dat využito více formátů a více souřadnicových systémech (S-42, S-JTSK a WGS84). Množství poskytovaných formátů a souřadnicových systému odpovídá i uložení dat, která jsou rozdělena do adresářů dle souřadnicových systémů (S42, WGS84 a S-JTSK). V nich se nachází jednotlivé podadresáře s konkrétními daty. [25], [26]

Ve verzi 2.0 došlo k výrazným změnám v datech proti verzi 1.3. Důvodem této změny na úrovni administrativního členění byla rozsáhlá reforma administrativního uspořádání České republiky s účinností od 1. 1. 2003. Hlavními změnami bylo zrušení okresních úřadů a následné vytvoření nových krajů a obcí s rozšířenou působností.

Tabulka 3.3: Přehled aktualizace administrativního členění

Aktualizované vrstvy:	Nové vrstvy
<ul style="list-style-type: none">• Obce• Městské části• Městské obvody• Finanční úřady• Pověřené obecní úřady• Okresy• Kraje• Kraj1960	<ul style="list-style-type: none">• Základní sídelní jednotky• Územně technické jednotky• Katastrální území• Městské části a městské obvody_b• Části obce• Obce a vojenské újezdy_b• Správní obvody v Praze – 1-22• NUTS4 obvody v Praze – 1-15• Pražské obvody -1-10

	<ul style="list-style-type: none">• Statutární města• Obce s rozšířenou působností• Oblasti
Zrušené vrstvy	základní územní jednotky

Aktualizace administrativního členění proběhla nad mapovým podkladem ArcČR500 1.3. Do tohoto datového rámce byly promítnuty změny administrativního členění České republiky k 1. 1. 2003. Prvotní změny byly provedeny na úrovni polygonové vrstvy obcí. Vrstva původně obsahovala 6254 obcí, z kterých po změně existovalo 6249. Takto upravená polygonová vrstva obcí a vojenských újezdů sloužila pro tvorbu dalších polygonových vrstev vyšších administrativních celků. K aktualizaci atributových dat bylo využito územně identifikačních registrů. Prvotní data byla získána z Územně identifikačního registru základních sídelních jednotek (UIR-ZSJ verze 03a). Následně byla data harmonizována s daty Územně identifikačního registru adres (UIR-ADR) a číselníky Českého statistického úřadu (ČSÚ).

ArcČR500 verze 2.0 využívá stejného dělení dat do tematických skupin jako předchozí verze (základní geografické prvky, administrativní členění, rozšiřující tematické informace). Jako podklad pro zpracování opět sloužila data Zeměměřičského úřadu (Mapa České republiky v měřítku 1 : 500 000, Fyzicko-geografická mapa ČR 1 : 500 000, Vektorová databáze územně technických jednotek pro jednotky administrativního členění). Podrobný obsah jednotlivých tematických skupin je uveden níže. [25], [26]

3.2.5 ArcČR 500 verze 2.1

Tato verze geografické databáze ArcČR500 není dílem společnosti ARCDATA Praha, ale vznikla v rámci diplomové práce Petra Čejky na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. Motivací pro vznik této verze bylo vytvoření nového datového modelu, který využije možností formátu geodatabáze a aplikuje postupy a konvence platné při navrhování a tvorbě databází. Předcházející verze ArcČR vznikaly uložením formátu shapefile do geodatabáze bez komplexního řešení s využitím dalších možností tohoto formátu. Verze 2.1 k ukládání dat využívá formátu souborové databáze a souřadnicového systému S-

JTSK. Tato koncepce je odlišná od řešení vytvářeného firmou ARCDATA Praha, je však zachováno dělení na 3 tematické třídy. Tyto třídy se v prostředí databáze označují jako feature datasets (datové sady). První datovou sadou je administrativní členění. Proti standardní verzi ArcČR500 došlo k odstranění některých prvkových tříd (katastrální území, městské části (polygonové i bodové prvky), územně technické jednotky, základní územní jednotky, části obcí. V další fázi byly redukovány prvkové třídy, které nesouvisí s tematickým obsahem administrativního členění, finanční úřady. Nově byla sloučením krajů vytvořena vrstva území státu. Dataset administrativního členění pak obsahuje tyto prvkové třídy: území státu, oblasti, kraje, Kraje1960 (dřívější rozdělení krajů), okresy, obce a vojenské újezdy, obce s rozšířenou působností, obce s pověřeným obecním úřadem.

Další datovou sadou jsou klady mapových listů. U této sady nedošlo k žádné redukci prvkových tříd. Z datové sady mapových prvků sem byla naopak přesunuta vrstva zeměpisné sítě. Datová sada tedy obsahovala prvkové třídy topologických map (25, 50, 100, 200), Základních map (10, 50, 100, 200) a zeměpisná síť.

Poslední datovou sadou jsou základní geografické prvky, zde také došlo k největším změnám proti verzi 2.0. Zde docházelo jak k úpravám prvkových tříd, tak i atributů. Z důvodů duplicity byla odstraněna prvková třída traťových úseků. Zachovány zůstaly prvkové třídy sídel, bažin a rašelinišť, hraničních přechodů, lesů, letišť, úseků silnic, úseků železničních tratí, vodních ploch, vodních toků, vrstevnic po 50 m, výškových kót, železničních stanic a zastávek. Nově vytvořeny byly prvkové třídy lanové dráhy a ostatní plochy. Před naplněním jednotlivých prvkových tříd, byla provedena důkladná revize dat a oprava zjištěných chyb a problémů. U atributových tabulek došlo k jejich převedení, aby jednotlivé atributy byly atomické, tedy obsahující pouze jeden záznam k danému objektu. Příkladem neatomických atributů jsou například čísla traťových úseků u prvkové třídy železnic nebo čísla silnic a mezinárodních tahů u prvkové třídy silnice. Převod těchto atributů na atomické byl vyřešen realizací vazeb M:N a využitím rozkladových tabulek. Také byly odstraňovány atributy AREA a PERIMETR, které vznikly importem shapefile do databáze. Podrobný popis provedených úprav a tvorby databáze je uveden v [5].

3.2.6 ArcČR 500 verze 3.0

ArcČR500 3.0 byla uvolněna v říjnu 2012. Z pohledu formátu uložení dat i využitých zdrojů dat došlo k výrazným změnám proti verzi 2.0. Zdrojem geografických dat se stala databáze Data200 Zeměměřičského úřadu. Rastrová data terénního reliéfu byla odvozena

z aktualizovaných vrstev ArcČR500. Podkladem pro vrstvy kladů a sítí byly databáze Data10 a Data50. Data administrativního členění byla získána z polygonů Základních sídelních jednotek a Základních sídelních jednotek - dílů, které poskytuje Český statistický úřad (ČSÚ) a data územně identifikačního registru UIR-ZSJ.

Využitím nového zdroje dat došlo ke zvýšení přesnosti geografické databáze ArcČR500. Vstupní data mají absolutní přesnost do 100 m. Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že relativní polohová přesnost vůči poloze v ZABAGED je s 99-ti procentní pravděpodobností do 150 m. S přihlédnutím k faktu, že střední polohová odchylka ZABAGED je 5-30 m je absolutní polohová odchylka ArcČR 500 odhadována do 200 m. Data jsou v souřadnicovém systému S-JTSK a pro konverzi do jiných systémů je třeba využít příslušné nástroje využívaného GIS software.

Pro uložení dat je využito pouze formátu souborové databáze, kde ArcČR500 tvoří dvě databáze

ArcCR500_v30.gdb - geografická data, klady a síť. AdministrativniCleneni_v10.gdb - administrativní členění včetně číselníků UIR - ZSJ a vybraných statistických charakteristik.

Jako souřadnicový systém je použito S-JTSK. Proti předchozím verzím došlo k redukci atributů u některých prvků. [27]

3.2.7 ArcČR 500 verze 3.1

Předposlední verze ArcČR500 je verze 3.1, která byla vydána v roce 2013. Zdrojem dat je opět databáze Data200. Dále pak Data10, Data 50 pro klady a síť. Pro administrativní členění jsou využita data Českého statistického úřadu(ČSÚ). V souvislosti se zavedením základních registrů je změnou oproti předchozí verzi doplnění informací z registru územní identifikace RÚIAN.

Data jsou opět uložena ve formátu souborových databází

- AdministrativniCleneni_v11.gdb - obsahuje administrativní členění a vybrané statistické charakteristiky
- ArcCR500_v31.gdb - geografická data, klady a síť

Prvkové třídy z obou databází využívají souřadnicového systému S-JTSK.

Postupným vývoje ArcČR500 docházelo k úpravám v datech dle požadavků uživatelů.

Prvkové třídy a jejich atributy jsou prakticky totožné jako u verze 3.0. K rozšíření atributů došlo pouze u administrativního členění o položky mající vazbu na RÚIAN. [28]

3.2.8 ArcČR 500 verze 3.2

Zatím nejaktuálnější verzí ArcČR500 je verze 3.2, která byla vydána v říjnu 2014. Zdrojem dat je opět databáze Data200. Dále pak Data10, Data 50 pro klady a sítě. Pro administrativní členění jsou využita data Českého statistického úřadu (ČSÚ).

Data jsou opět uložena ve formátu souborových databází

- AdministrativniCleneni_v32.gdb - obsahuje administrativní členění a vybrané statistické charakteristiky
- ArcCR500_12.gdb - geografická data, klady a sítě

Prvkové třídy z obou databází využívají souřadnicového systému S-JTSK.

Oproti verzi 3.1 došlo k přidání jedné prvkové třídy (Chráněných oblastí). Další úpravy byly provedeny v datech administrativního členění, kde došlo k výrazné redukci atributů.

Podrobný popis ArcČR 500 verze 3.2 uvádí dokumentace firmy ARCDATA Praha k tomuto produktu [29].

4 Inovace datového modelu ArcČR500

Tato kapitola popisuje praktickou část diplomové práce. V jejím úvodu jsou vytyčeny základní cíle, kterých má být v praktické části dosaženo. V další části je provedena revize stávajícího datového modelu ArcČR a představen návrh inovovaného modelu (konceptuální a logický). V poslední části této kapitoly je řešena tvorba nástrojů, které zajistí převod dat do inovovaného datového modelu a popis prostředí, které se k tomu využívají. Dále popsán postup zpracování je ovlivněn licenčními podmínkami ArcČR500, které omezují možnosti změn v datech.

Praktická část diplomové práce se zabývá inovací datového modelu ArcČR500 a vytvořením nástrojů, pro naplnění inovovaného modelu daty. Prostor pro inovaci je dán skutečností, kdy současný datový model databáze ArcČR500 neřeší optimální uložení a propojení dat. V důsledku toho není možné využít všechny možnosti formátu ESRI geodatabáze. K návrhům některých inovací již došlo v práci [5], z které jsou převzaty některé části návrhu. Celkový návrh je volen tak, aby došlo k minimálním zásahům do vlastních dat ©ArcČR, ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ, 2014, kterým se však úplně vyhnout nejde. Z části inovace datového modelu je cílem práce vytvořit takový model, který umožní využití i složitějších datových struktur geodatabáze (geometrická síť, síťový dataset, relační třídy). Cílem v oblasti naplnění modelu daty, bylo vytvoření nástrojů pro automatizaci tohoto naplnění. Pomocí nástrojů ModelBuilder a skriptovacího jazyku Python, což jsou nástroje integrované do programu ArcGIS. Praktický přínos inovovaného datového modelu je prezentován na vytvořených názorných příkladech.

Tato práce nemá za cíl vytvářet nový formát, ale automatizovat převod z původního datového modelu do nového a využití těchto formátů ukázat na názorných příkladech. Proto bylo při zpracování částečně využito datového modelu, který byl navržen P. Čejkou v jeho diplomové práci.

4.1 Revize existujícího modelu geodatabáze ArcČR500 verze 3.2

Existující model geodatabáze ArcČR500 naplňuje jeden z hlavních znaků geodatabáze, kdy data jsou ukládána v logickém smyslu. Tím je zajištěna efektivnější správa, ukládání a zpracování dat, než tomu bylo u dřívějších formátů jako byl shapefile. Vliv formátu shapefile je patrný i na existujícím datovém modelu geodatabáze ArcČR 500, kde rozdělení

dat do datasetů a prvkových tříd odpovídá dříve využívané adresářové struktuře u shapefilů. Datový model pravděpodobně vznikl postupným importem jednotlivých shapefilů do geodatabáze.

Tomu by odpovídalo i rozdělení na dvě samostatné databáze mapových prvků (ArcCR500_v32) a administrativního členění (AdministrativniCleneni_v12). Současně užívaný datový model využívá pouze některých možností formátu geodatabáze, jedná se o prvkové třídy, subtypy a domény. Nejsou zde definována pravidla topologie, která umožňují udržet geometrickou složku dat v konzistentním stavu. Pro definici vztahů mezi třídami není využíváno relačních tříd, tím neexistuje logické provázání prvků ani v jedné z geodatabází. Z pokročilejších formátů pro uložení dat není využito geometrické sítě, síťového datasetu a terénní datové sady.

Podstatným nedostatkem v datech s ohledem na jejich další využití je neatomičnost atributů čísel silnic u prvkové třídy Silnic, dokumentována na obrázku 4.1. Při zpracování inovovaného modelu bude nutné tento problém odstranit.

OBJECTID *	TRIDA	CISLO SILNICE	MEZINARODNI OZNACENI	PRUHY
37188	Silnice I. třídy	24	E49	2
37189	Neevidovaná sil	N A	E49	2
37190	Silnice I. třídy	3	E49#E55	2
37191	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37192	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37193	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37194	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37195	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37196	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37197	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37198	Silnice I. třídy	34	E49#E551	2
37199	Silnice I. třídy	50	E50	2
37200	Silnice I. třídy		E50	2

Obrázek 4.1: Neatomický atribut MEZINARODNI OZNACENI, převzato z ArcČR500

4.2 Konceptuální model inovovaného modelu ArcČR500

Při návrhu inovovaného modelu ArcČR500 bylo nutné zohlednit omezující faktory, které jsou dány licenčními podmínkami pro jeho užívání. Toto omezení se týká například jmenné konvence, která byla zvolena pouze pro nově vznikající prvkové třídy. Z tohoto důvodu také nebyl uvažován zásah do rozsahu dat v databázích. To znamená, že byly ponechány všechny stávající datové vrstvy, včetně všech atributů.

V rámci konceptuálního modelu byly prvkové třídy sloučeny do datových sad (dle tematického charakteru). Konceptuální model vychází z návrhu, který ve své diplomové práci zpracoval P. Čejka. Na rozdíl od jeho práce zde nedochází k redukci prvkových tříd, ale jsou využity všechny prvky z původního datového modelu ArcČR500.

Na základě výsledků konceptuálního modelu byla ze dvou původních geodatabází vytvořena jedna, kterou tvoří tři datové sady (feature dataset):

1) Administrativní členění (AdministrativniCleneni) - tato datová sada obsahuje všechny prvkové třídy z původní samostatné geodatabáze (AdministrativniCleneni_v12)

2) Klady mapových listů (KladyMapovychListu) - tuto datovou sadu tvoří část prvkových tříd z původní geodatabáze (ArcCR500_v32). Konkrétně se jedná o prvky tematicky spojené s klady map a sítí (KladyTopologickýchMap, KladyZakladnichMap, SouradnicovaSitJTSK, ZemepisnaSitWGS84, ZemepisnaSitETRS89).

3) Geografické prvky (GeografickePrvky) - tato datová sada obsahuje zbylé vektorové prvkové třídy z geodatabáze (ArcCR500_v32) a navíc je doplněna o prvkovou třídu OstatníPlochy. Prvková třída OstatníPlochy vznikla vyříznutím areálů sídel, lesů a vodních ploch z území státu.

4) Data pro DMR (DMR) - tato datová sada obsahuje vektorové prvkové třídy, které se podílí na tvorbě terénní datové sady, a dále pak samotnou terénní datovou sadu.

Výsledný konceptuální model je zobrazen na obrázku 4.2 (v plné velikosti v příloze č. 1) a byl využit při zpracování logického modelu geodatabáze.



Obrázek 4.2: Konceptuální model inovovaného ArcČR500

4.3 Logický model

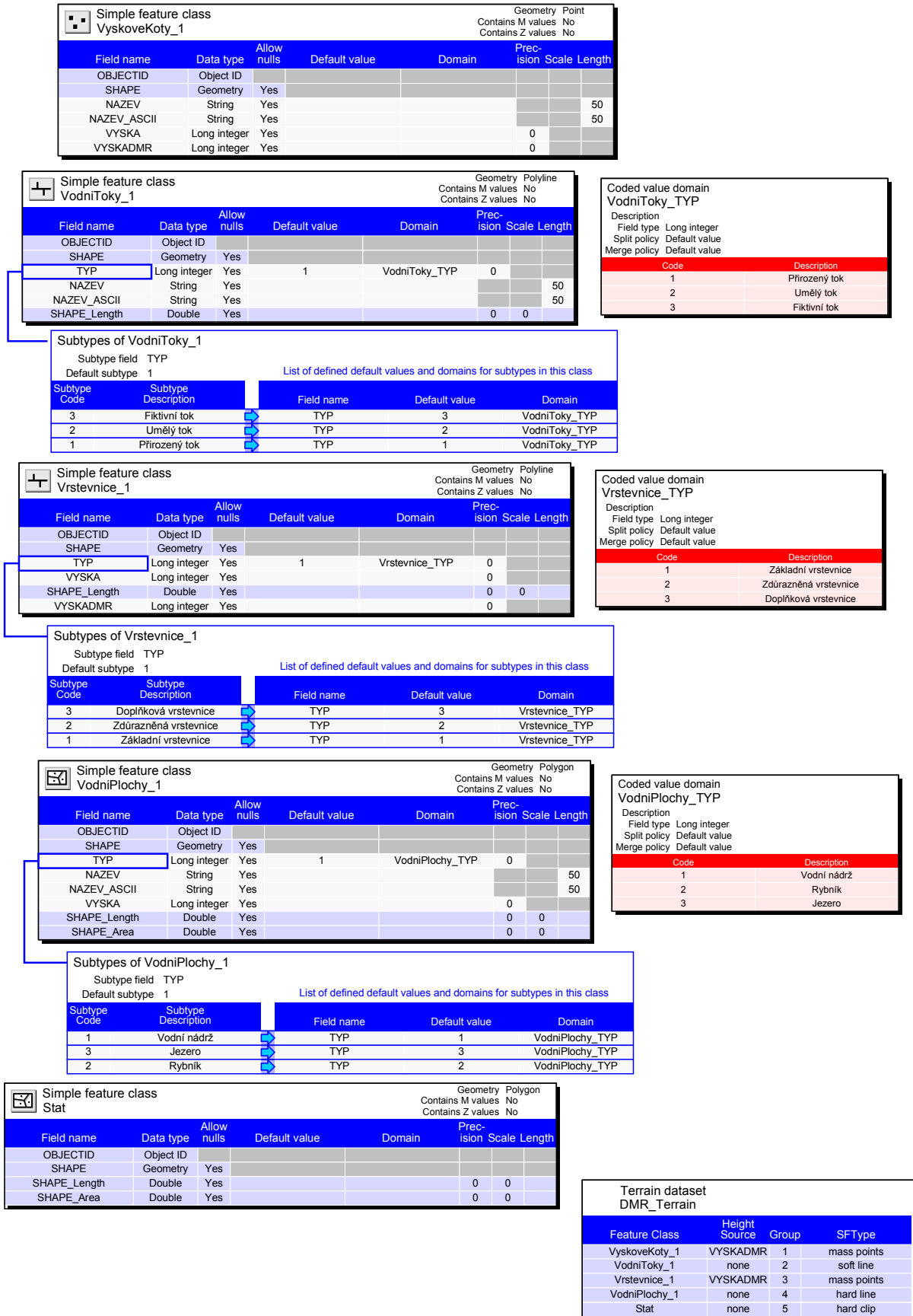
Při tvorbě logického modelu dochází ke specifikaci jednotlivých prvkových tříd a jejich

atributů, vytváření relačních a topologických vztahů mezi prvkovými třídami. V této fázi je také zohledňován uvažovaný databázový systém, do kterého bude databáze implementována. Navržená struktura zohledňuje možnosti formátu ESRI geodatabáze pro efektivní správu, uložení a zpracování dat. S ohledem na licenční podmínky dat ArcČR500 nebyl logický model vytvářen do úrovně úprav atributů.

V souladu s konceptuálním návrhem byla vytvořena datová sada DMR. Tato datová sada zanáší do databáze duplicitu dat (stejná prvková třída se vyskytuje v datové sadě GeografickePrvky). To je dáno podmínkou při tvorbě terénní datové sady, kdy prvkové třídy podílející se na jejím vzniku musí být ve stejné datové sadě jako vznikající terénní datová sada. V této datové sadě tedy nebylo nutné definovat relační nebo topologické vazby. Logický model datové sady DMR je zobrazen na obrázku 4.3.

Jednoduchý logický model platí i pro datovou sadu KladyMapASite. Mezi jednotlivými prvkovými třídami neplatí žádné logické nebo topologické vztahy.

K výraznějším změnám dochází u datových sad GeografickePrvky a AdministrativniCleneni. Model pro datový set GeografickePrvky nyní neobsahuje prvkové třídy kladů map a sítí. V datové sadě GeografickePrvky došlo k úpravě neatomičností atributů. Neatomičnost atributů způsobuje nemožnost v nich vyhledávat. Oprava tohoto stavu je řešena realizací vazby M:N u prvkové třídy Silnice. Přes kterou je zajištěno přiřazení mezinárodních označení silnic s jednotlivými silničními úseky (obr 4.29). Dále byla realizována definice topologie, která zajistí kontrolu geometrického stavu dat. Definovány byly topologie **topo_LinieAZeleznicniStanice**, **topo_PudniKryv** a **topo_Vrstevnice**. Do topologie **topo_linieAZeleznicniStanice** vstupují liniové prvkové třídy **Zeleznice** a **Silnice** a bodová prvková třída **ZeleznicniStanice**. Do topologie nevstupuje prvková třída **VodniToky**, která je využita při tvorbě geometrické sítě **VodniToky_Sit**. Třída, která vstupuje do geometrické sítě, nesmí být součástí definice topologických pravidel. Topologie **topo_PudniKryv** definuje topologii pro prvkové třídy tvořící půdní kryv. Logický model prvkové třídy GeografickePrvky je znázorněn v příloze č. 2.

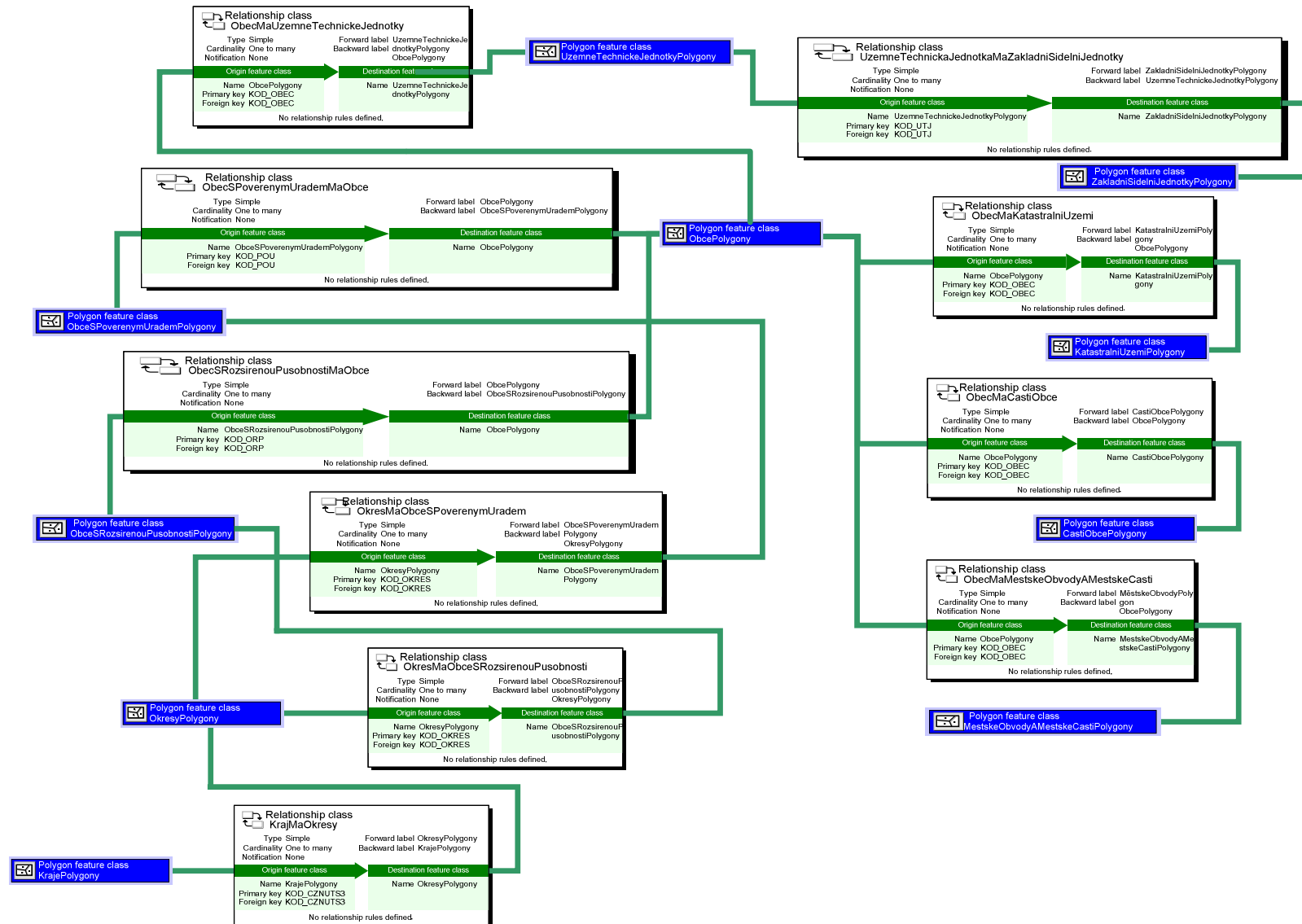


Obrázek 4.3: Logický model datové sady DMR

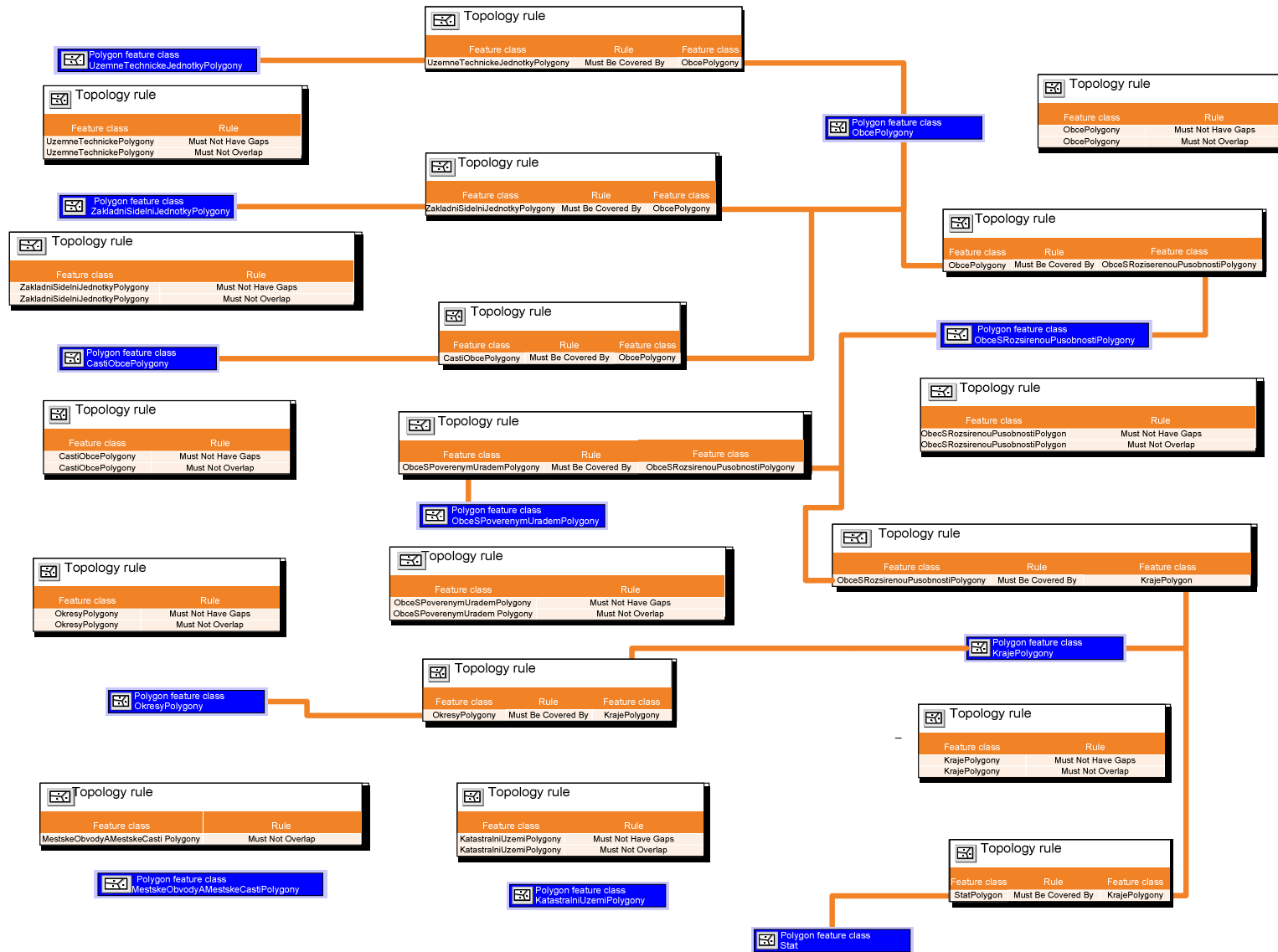
V datové sadě administrativního členění došlo při realizaci logického modelu pouze k definování topologických pravidel a relací mezi prvkovými třídami. Tyto pravidla a relace jsou definovány pouze pro prvkové třídy vyjadřující hranice, tedy s geometrií polygon. Tyto třídy mají název ve tvaru **nazevAdministrativnihoCleneniPolygon**.

Vizualizace ER modelů jsou uvedeny na obrázcích 4.4 - relace mezi prvkovými třídami a 4.5 - definice topologie. V důsledku rozsáhlosti jednotlivých modelů je snížena kvalita jednotlivých obrázků.

Logický model v lepším rozlišení je uveden v příloze nebo v elektronické verzi práce.



Obrazek 4.4: ER model datové sady AdministrativniCleneni



Obrázek 4.5: ER model topologie v datové sadě administrativního členění

4.4 Tvorba nástrojů pro vytvoření inovovaného datového modelu

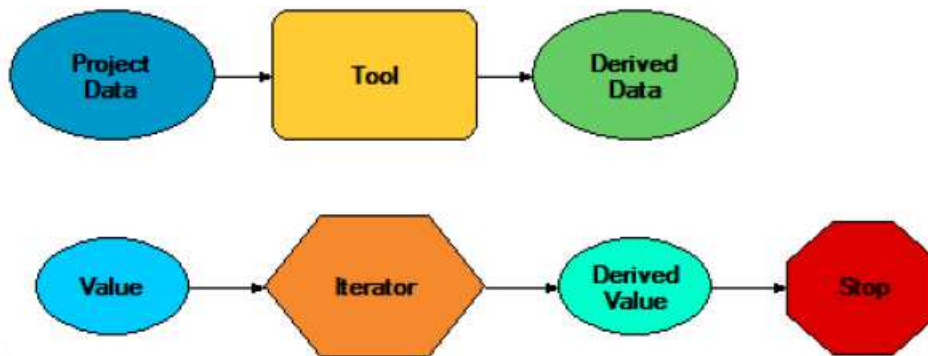
Tato podkapitola popisuje jednotlivé nástroje, které provádí převod dat do inovovaného datového modelu. Stručně popisuje nástroje, které při zpracování byly využity. U částí, které nelze zpracovat automaticky, poskytuje uživateli návod jak provést příslušné operace ručně.

Při zpracování bylo využito technik, které jsou standardně k dispozici uživatelům ArcGIS. Systém ArcGIS podporuje řadu technik pro pokročilé techniky geoprocessingu. V této práci byly využity dvě z nich a to ModelBuilder a skriptovací jazyk Python.

Nástroje pro vytvoření inovovaného datového modelu jsou tvořeny formou modelů a skriptů. Modely představují sekvence po sobě jdoucích nástrojů ArcToolboxu a Python skriptů. Formát modelů byl zvolen z důvodu snadné přenositelnosti mezi počítači a uživateli. Dalším důvodem byla jednoduchost a rychlost práce s ModelBuilderem, který je stručně představen v části 4.4.1. I když jsou modely co do podporovaných funkcí poměrně robusní nástroje, ne všechny procesy v nich lze spustit. V takovém případě bylo nutné využít možností jazyka Python a vytvořit skripty, jejich využití a výhody jsou popsány v části 4.4.2. V několika případech bylo pro provedení určitých operací zvolenou pouze skriptu bez začlenění do modelu.

4.4.1 ModelBuilder

Jak bylo zmíněno v kapitole 4.4 je ModelBuilder jednou z možností pro vytváření geoprocessingových nástrojů. Hlavní výhodou této aplikace je jednoduchost a rychlost, kterou v ní lze pracovat. Model lze jednoduše skládat pomocí přetahování nástrojů z ArcToolbox do okna ModelBuilderu a tyto nástroje mezi sebou následně logicky propojovat. Při zpracování tedy hned názorněji vidíme vazby mezi jednotlivými procesy a jejich návaznosti. Více informací o ModelBuilderu je zpracováno v referenční příručce [34].



Obrázek 4.6: Model zobrazený v podobě ESRI stylu, převzato ArcGIS - ModelBuilder

Při vytváření modelů se využívá nástrojů, zdrojových dat, odvozených dat, parametrů/hodnot/proměnných a odvozených proměnných, iterátorů.

Nástroje (tool) - jsou funkce z ArcToolboxu nebo skripty, které provádí požadovaný proces zpracování.

Zdrojová data - jsou data, která vstupují do zpracování nebo nástroje.

Odvozená data - jsou "pracovní data", která vznikají jako výsledek zpracovaného procesu.

Proměnné - jsou hodnoty, které vstupují do nástroje nebo z něj vystupují.

Iterátory - jsou určitou obdobou cyklu, umožňují v prostředí ModelBuilder opakovat určitý proces. V rámci jednoho modelu je možné využívat pouze jeden iterátor.

Vytvořené modely je možné následně využít v jiných modelech (obdobně jako nástroje), v tomto případě hovoříme o submodelech. Pro definici adresování pro jednotlivé data vstupující do modelů lze využít relativního adresování.

4.4.2 Python skripty

Ne všechny postupy zpracování je možné řešit v aplikaci Model Builder, pro řadu úkolů je nutné využít skriptů. Skripty umožňují využít širší rozsah funkcí a optimalizovat úlohu na naše potřeby. V ArcGIS je k vytváření skriptů využíván jazyk Python. Kromě vytváření skriptů, lze tento jazyk využít ke spuštění jednotlivých příkazů z příkazového řádku v ArcMap nebo ArcCatalog. K vytváření skriptů není třeba speciálních programů, stačí textový editor. Odpovídající editor je také součástí instalace ArcGIS respektive instalace Python. Skripty přistupují k nástrojům ArcGIS pomocí knihovny arcpy. Skripty je například nutné využít k definování podmínky IfElse, která není obsažena v ModelBuilderu. Ve skriptech také není omezen počet využitých cyklů. Skripty následně figurují jako samostatné

soubory, které je nutné připojit do ArcGIS v prostředí ArcCatalog.

4.5 Nástroje pro vytvoření inovovaného datového modelu

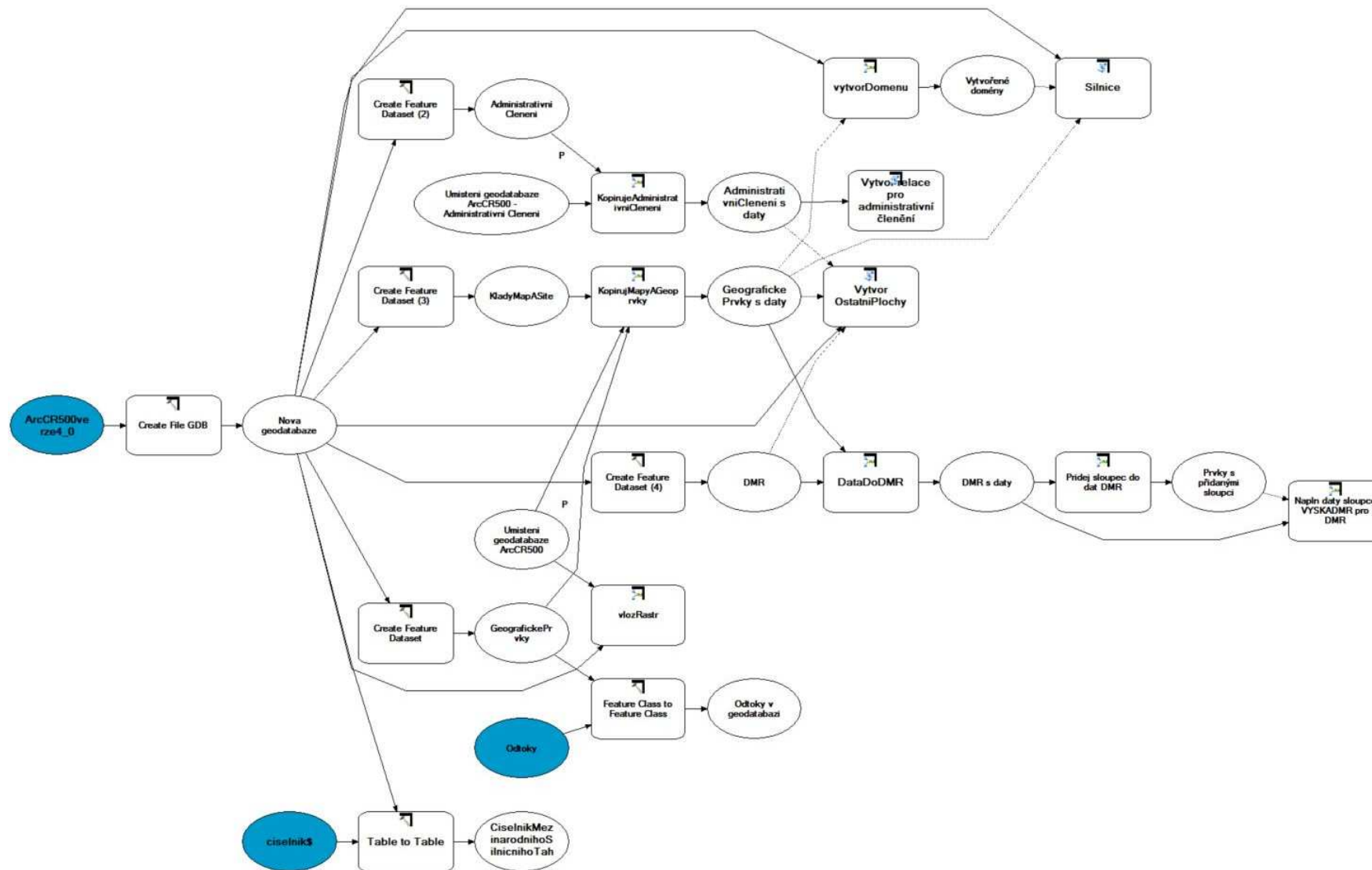
Vytvoření nové datové struktury a naplnění daty je zajištěno pomocí 15 modelů. Modely využívají jak nástrojů z ArcToolboxu, tak i skriptů Python. Pro každý z modelů byl pomocí ArcGIS nástrojů vytvořen odpovídající popis (modelu u jednotlivých parametrů). Uvedené nástroje jsou vytvořeny pro ArcČR500 verze 3.2, u nových verzí nelze zajistit jejich funkčnost, pokud dojde ke změně datové struktury. V následujících podkapitolách jsou popsány jednotlivé nástroje, které vytváří inovovaný datový model a naplní ho daty. V modelech a skriptech je využíváno relativní adresování. Tomuto způsobu řešení jsou přizpůsobeny i parametry modelů, které jsou vyžadovány k zadání od uživatele. Uživatel si však nemůže zadat vlastní název databáze. Toto omezení je stanoveno z důvodu zachování názvu databáze pro propojení dat s mxd souborem. Uživatel si může volit pouze uložení adresářové struktury ze zip archivu tím, že ji dekomprimuje na odpovídající místo ve svém počítači. Zip archiv obsahuje adresářovou strukturu, data (kromě ArcČR500 verze 3.2), skripty, toolbox s nástroji pro zpracování. S výjimkou cesty k původním datům ArcČR500 verze 3.2 jsou všechny procesy spouštěny bez nutnosti zadávání vstupních parametrů. Všechny modely a spustitelné skripty jsou uloženy v toolboxu inovace.tbx. Modely, které spouští uživatel jsou označeny prefixem *číslo_název* modelu. Číslo značí pořadí ve kterém se má model spouštět, dle postupu zpracování (podkapitola 4.6). Pomocné skripty nebo modelu jsou označeny prefixem *Pracovni*. Samotné soubory skriptů (py) jsou uloženy ve složce skripty.

4.5.1 Vytvoření inovovaného datového modelu a jeho naplnění daty

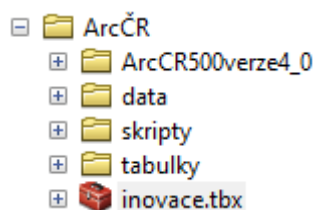
Model *1_Vytvor geodatabazi a napln ji prvky* provede většinu procesu vytvoření nového datového modelu a jeho většinové naplnění daty. Další zpracování jako tvorba topologie, terénní datové sady, geometrické sítě, relace M:N bylo nutné realizovat pomocí samostatných modelů nebo skriptů. V případě topologie je důvodem čas potřebný pro její vytvoření. Při tvorbě terénní datové sady, geometrické sítě a relace M:N musí při spuštění modelu fyzicky existovat vrstvy, které vstupují do budování těchto datových sad. Tento stav není možné omezit pomocí *Preconditions*.

Model je znázorněn na obrázku 4.7 a je tvořen nástroji, sedmi submodely a třemi skripty. Funkce jednotlivých částí jsou popsány dále.

Model je spouštěn se dvěma uživatelem zadávanými parametry - cestou ke geodatabázi Administrativního členění z původního ArcČR500 (AdministrativniCleneni_v12) a cestou ke geodatabázi ArcČR500 verze 3.2 (ArcCR500_v32). Název nové geodatabáze a její uložení je předem dáno a uživatel ho nemůže ovlivnit, z důvodu zajištění vazby některými nástroji při dalším zpracování (tvorba terénní datové sady) a se souborem mxd. Nová geodatabáze se nachází v adresáři *ArcCR/ArcCR500verze4_0*, adresářová struktura je znázorněna na obrázku 4.8.

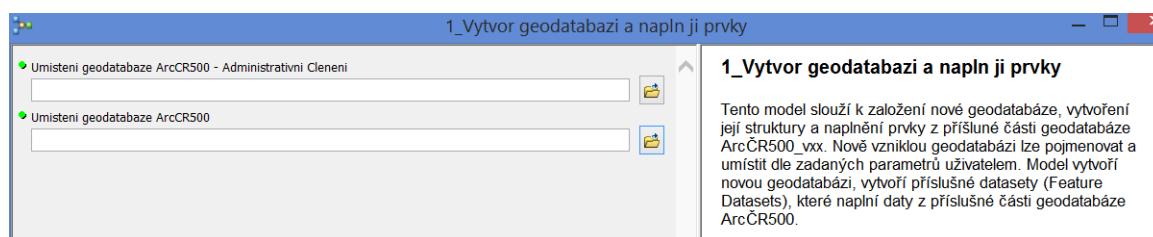


Obrázek 4.7: Model 1_Vytvor geodatabazi a napln ji daty



Obrázek 4.8: Adresářová struktura pro tvorbu a uložení nového modelu ArcČR500

Pro lepší orientaci uživatele při zadávání potřebných parametrů (tam kde jsou vyžadovány) je rozhraní modelu opatřeno odpovídajícím popisem obr. 4.9.



Obrázek 4.9: Dialogové okno modelu

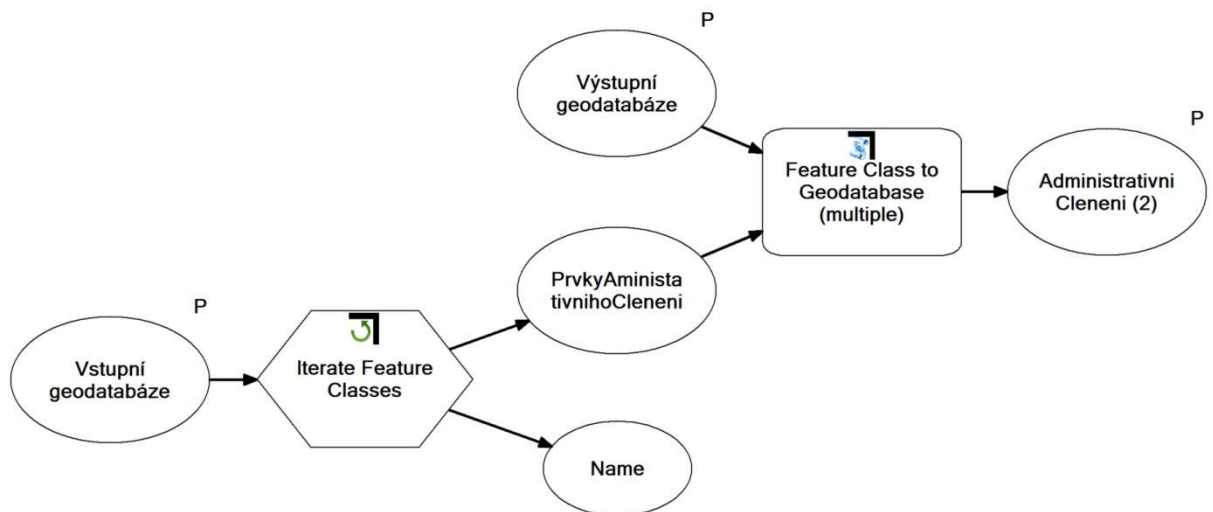
Postup zpracování lze rozdělit do několika kroků. V prvním kroku je vytvářena nová prázdná geodatabáze, pojmenování a místo uložení je dáno bez možnosti změny ze strany uživatele. K tomu je využito nástroje *Create File GDB*. V dalším kroku jsou v této databázi vytvořeny datové sady (dataset) podle návrhu databáze (obr. 4.2). K vytvoření datových setů je použit nástroj *Create Feature Dataset*, u jednotlivých datových sad je definován souřadnicový systém *S-JTSK Krovak EastNorth*. Ve třetím kroku již dochází k samotnému plnění nově vzniklé geodatabáze prvky. Tyto činnosti jsou realizovány jak pomocí submodelů, skriptů i pouze nástroji ArcGIS. Pomocí nástroje *Feature Class to Feature Class* je databáze doplněna o prvkovou třídu **Odtoky**, která bude využita při tvorbě geometrické sítě vodních toků (kapitola 4.5.7). Pomocí nástroje *Table to Table* je do geodatabáze uložena objektová tabulka *CiselnikMezinarodnihoSilnicnihoTahu*. Na závěr je do geodatabáze doplněna vrstva **OstatniPlochy** (skript *Vytvori OstatniPlochy*) a provedeny úpravy prvkové třídy **Silnice**, které umožní vytvoření síťové datové sady. Také jsou doplněny sloupce u prvkových tříd vstupujících do vytváření terénní datové sady, důvod je popsán v části 4.5.6. Tyto činnosti jsou realizovány pomocí submodelů nebo skriptů.

Popis submodelů a skriptů užitých v modelu Vytvoř geodatabázi a napln ji prvky:

KopirujAdministrativniCleneni (Pracovni_KopirujAdministrativniCleneni)

Tento model není spouštěn samostatně, ale vstupuje jako submodel do *1_Vytvor geodatabazi a napln ji prvky* a zajišťuje naplnění datové sady *AdministrativniCleneni* daty

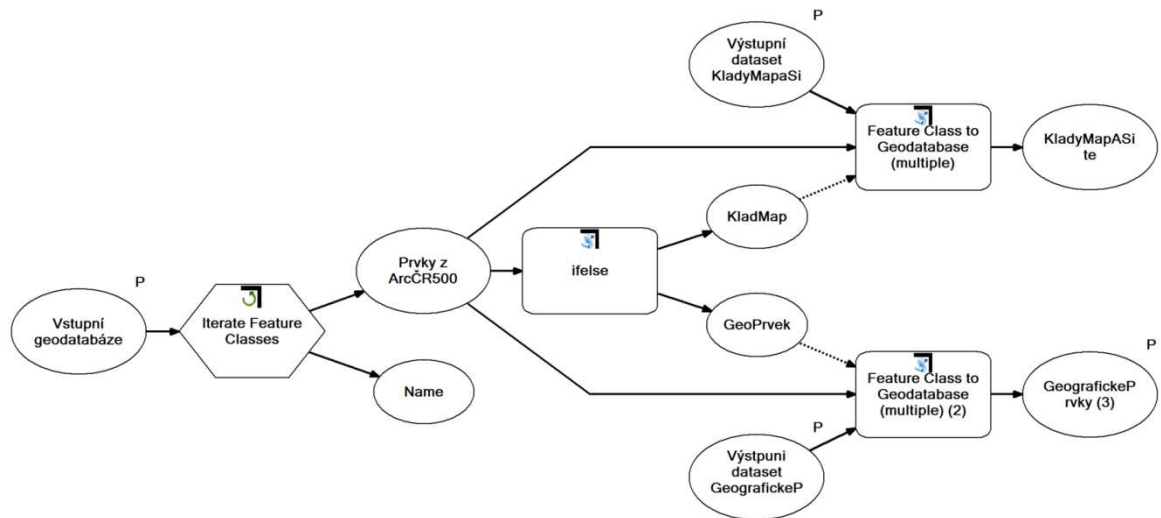
z geodatabáze AdministrativniCleneni_v12. K nakopírování všech prvků z geodatabáze je nutné zajistit opakování celého procesu podle počtu prvkových tříd v geodatabázi, proto je zde využito iterátoru (*Iterate Feature Classes*). Tento iterátor prochází geodatabázi přes prvkové třídy a u každé z těchto tříd je následně provedena příslušná operace, v tomto případě se jedná o uložení prvkové třídy do geodatabáze *Feature Class to Geodatabase (multiple)* obr. 4.10.



Obrázek 4.10: Model Pracovni_KopirujAdministrativniCleneni

KopirujMapyAGeoprvky (Pracovni_KopirujMapyAGeoprvky)

Opět se jedná o submodel do *I_Vytvor geodatabazi a napln ji prvky* a zajišťuje naplnění datových sad GeografickePrvky a KladyMapASite daty z geodatabáze ArcCR500_v32. I v tomto modelu je využito iterátoru, který prochází geodatabázi přes všechny prvkové třídy. Prvky z této geodatabáze jsou však tematicky různé, proto je nutné jejich rozdělení do různých datových sad. Toto rozdělení je zajištěno pomocí podmínky *ifelse*, vytvořené jako Python skript. Na základě vyhodnocení této podmínky jsou s pomocí nástroje *Feature Class to Geodatabase (multiple)* prvkové třídy kopírovány do příslušné datové sady (obr. 4.11).



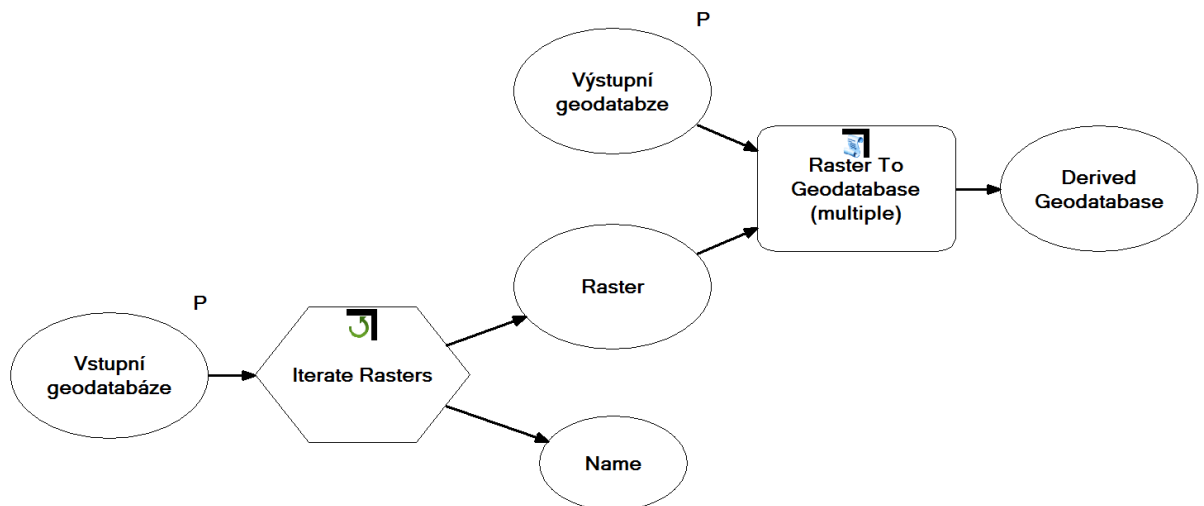
Obrázek 4.11: Model KopirujMapyAGeoprvky

ifelse.py

V tomto skriptu je definována podmínka, pomocí které jsou geografické prvky rozděleny do příslušných datových sad. K definici podmínky jsou využity boolovské proměnné. Skript zajišťuje porovnání názvu prvkové třídy s definovaným názvem a podle toho nastavuje hodnotu výstupních proměnných boolovského datového typu. Pokud název prvkové třídy vyhovuje zadané podmínce, je na hodnotu 1 nastavena proměnná *KladMap*, pokud tomu tak není, je na hodnotu 1 nastavena proměnná *GeoPrvek*. Podle těchto proměnných pak následně pokračuje zpracování v modelu *KopirujeMapyAGeoprvky*.

vlozRastr (Pracovni_Vloz.rastr)

Právě tento model zajišťuje uložení rastrových dat do nové geodatabáze. Ve vstupní geodatabázi se nachází větší počet rastrových dat, proto je i zde nutné celý proces zpracování opakovat podle počtu rastrů ve vstupní geodatabázi. Tento cyklus je zajištěn využitím iterátoru *Iterate Rastrs*. Do nové geodatabáze jsou pak rastry uloženy pomocí nástroje *Rastre To Geodatabase (multiple)*.



Obrázek 4.12: Model Vloz rastr

Vytvor OstatniPlochy (VytvoriVrstvuOstatniPlochy.py)

Skript slouží k vytvoření prvkové třídy **OstatniPlochy**. K tomuto účelu je z programové knihovny arcpy využito nástroje *Erase*. Prvková třída **OstatniPlochy** pak vzniká jako zbylá plocha z prvkové třídy *StatPolygon* po vyříznutí oblastí prvkových tříd **SidlaPlochy**, **Lesy** a **VodnicPlochy**. Tento skript také nakopíruje prvkovou třídu *StatPolygon* do datasetu DMR jako prvkovou třídu *Stat*.

vytvorDomenu (Pracovni_vytvot domenu)

Model *vytvorDomenu* se už váže k doplňování geodatabáze o prvky, které jsou potřeba k využití nástrojů, které původní model nepoužívá. U tohoto modelu se jedná o vytvoření a nastavení parametrů domén (výčtové a kódové) pro prvkovou třídu *Silnice*. Tyto domény slouží k zajištění konzistence dat, potřebných pro vytváření síťové datové sady silniční sítě. K vytvoření domén je využit nástroj *Create Domain*. Nastavení parametrů nástroje pro jednotlivé typy domén je uvedeno na obrázku 4.13.

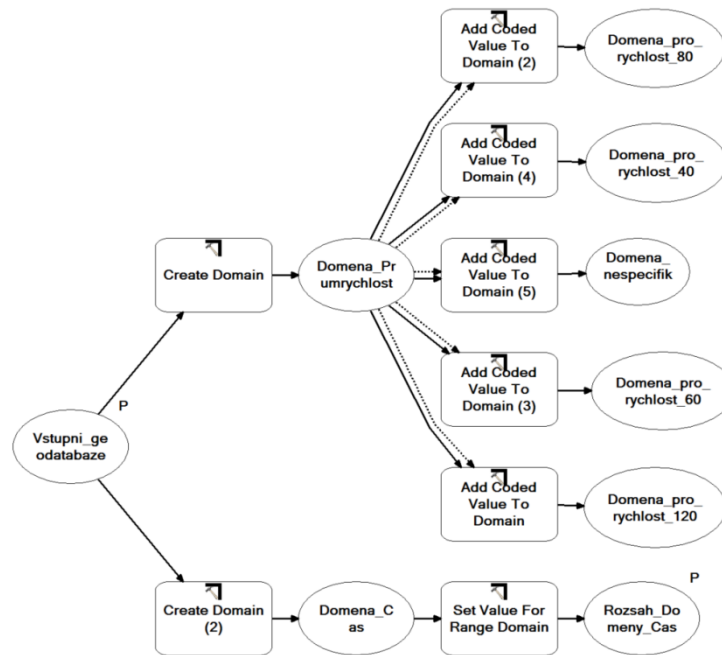
Coded Values:

Code	Description
120	120 km/h
80	80 km/h
60	60 km/h
40	40 km/h
-111	Nespecifikováno

Obrázek 4.13: Parametry kódové domény pro průměrnou rychlost

U kódové domény jsou přípustné hodnoty nastaveny nástrojem *Add Coded Value To Domain*. V případě silniční sítě se tyto hodnoty vztahují k průměrným rychlostem na určitém typu komunikace. Pomocí výčtové domény je definován možný rozsah času v intervalu od

0 do 1000. Tento rozsah je definován pomocí nástroje *Set Value For Range. Domain*.



Obrázek 4.14: Model Vytvor domenu

Silnice (pridaSloupceSilnice.py)

Tento skript zajišťuje doplnění potřebných atributových sloupců do prvkové třídy **Silnice**. Do třídy Silnice jsou doplněny sloupce PrumRychl a Cas. Tyto sloupce jsou v dalším průběhu skriptu vyplněny danými hodnotami. Hodnoty průměrné rychlosti jsou odvozeny od typu silnice. Příslušný typ silnice je vybírán pomocí *arcpy.SelectLayerByAttribute_management* s podmínkou typu třídy komunikace a samotná hodnota je doplněna příkazem *arcpy.CalculateField_management*. Hodnota do atributu Cas je vypočtena také pomocí *arcpy.CalculateField_management* s využitím vzorce

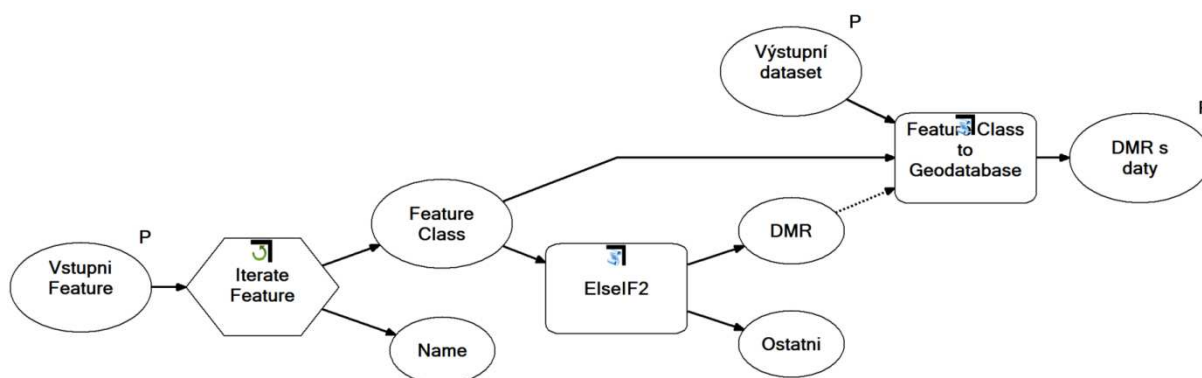
$$t = \frac{d}{\frac{1000}{v * 60}}$$

kde t je čas [min], d je délka silničního úseku [m] a v je průměrná rychlost [km/hod].

DataDoDMR (Pracovni_kopiruj data do dataset DMR)

Tento model zajistí nakopírování příslušných dat do datové sady DMR, které se později využije k tvorbě terénní datové sady. V modelu je využito interátoru, který provede cyklus přes všechny prvkové třídy ve vstupní geodatabázi. Pomocí podmínky ElseIF jsou určeny prvkové třídy, které mají být uloženy do datové sady DMR . Kopírování již standardně

zajišťuje nástroj *Feature Class to Geodatabase*.

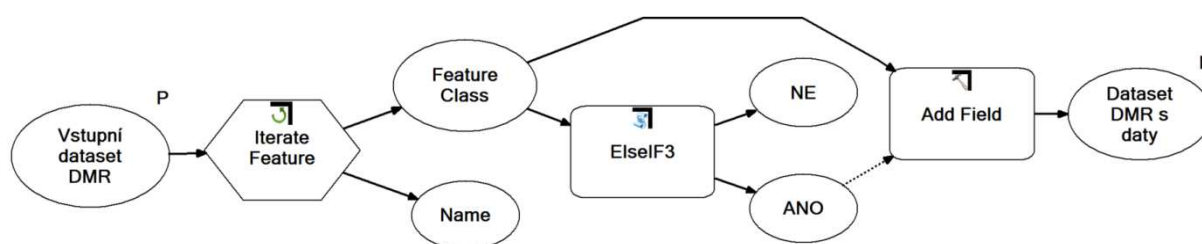


Obrázek 4.15: Model pro naplnění datového setu DMR

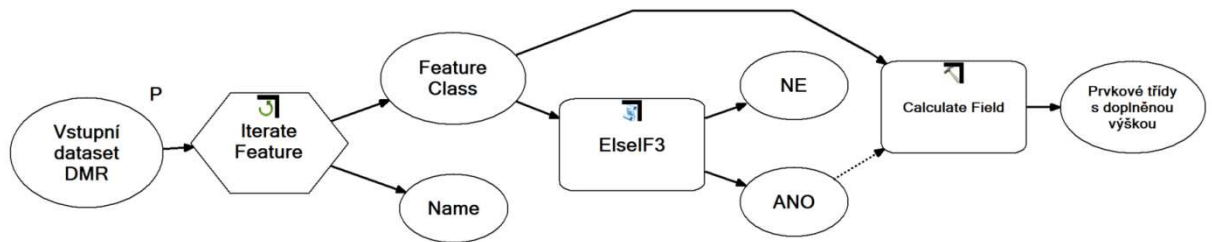
Přidej sloupce do dat DMR (Pracovni_pridej sloupce do dat DMR) a Napln daty sloupce VYSKADMR pro DMR (Pracovni_napln daty sloupce VYSKADMR pro DMR)

Pracovni_ptidej sloupce do dat DMR a Pracovni_napln daty sloupce VYSKADMR pro DMR slouží k doplnění sloupce, který se využije při tvorbě terénní datové sady. Tento způsob byl zvolen z důvodu problémů s identifikací původních sloupců při vytváření terénní datové sady pomocí nástrojů ArcGIS a nikoliv dialogovým oknem v ArcCatalog. Při využití nástroje *Add Feature Class to Terrain* jsou místo názvů pro atributové sloupce s výškovými údaji využity jejich aliasy, které pak následně při spuštění modelu neumí ArcGIS přiřadit k příslušným názvům sloupců. Tento problém byl odstraněn přidáním nového sloupce, který nemá definován alias a pak se pracuje přímo s jeho názvem.

Oba dva modely využívají iterátoru, který provede cyklus přes všechny prvkové třídy v datasetu DMR. Pomocí podmínky ElseIF3 jsou určeny prvkové třídy, u kterých má být vytvořen (naplněn) sloupec VYSKADMR (Vrstevnice_1 a VyskoveKoty_1). Vytvoření sloupců je provedeno pomocí *Add Field* (obr. 4.16) a doplnění hodnot pomocí *Calculate Field* (obr. 4.17)



Obrázek 4.16: Model Přidej sloupce do dat DMR



Obrázek 4.17: Model Napln daty sloupce VYSKADMR pro DMR

Vytvor relace pro administrativni cleneni

Pro zajištění provázanosti mezi jednotlivými typy administrativního členění (prvkovými třídami), jsou definovány relační třídy. Pomocí relací je zajištěn přístup k informacím z ostatních nadřazených nebo podřazených typů administrativního členění. Uživatelé tak mohou získat informace z provázaných tříd bez nutnosti grafického nebo atributového vyhledávání (například nástrojem Identify v ArcMap).

Pro definování relačních tříd je v Toolboxu ArcGIS připravena funkce *Create Relationships Class*. Funkce obsahuje řadu parametrů, které slouží k definování samotné relace. Obecnými parametry jsou třídy, mezi kterými relace vzniká a jméno vzniklé relace. Další parametry již slouží k definici typu relace, jedná se o parametry:

Typ relace (*Relationships Type*) - který definuje závislost nebo nezávislost objektů. Nastavit lze hodnoty SIMPLE a COMPOSITE. V případě typu SIMPLE jsou objekty na sobě nezávislé. Pokud je například jeden objekt smazán, neprojeví se to na druhém objektu tvořícím vazbu (například pokud dojde ke zrušení krajů nebudou smazány obce v daném kraji). Opakem je typ COMPOSITE, kde smazáním jednoho prvku dojde i ke smazáním dalších prvků tvořících vazbu se smazaným prvkem. Jedná se o vztah "rodič a děti". V případě Administrativního členění je typ relace nastaven na hodnotu SIMPLE.

Forward Path Label a Backward Path Label - slouží k jednoznačnému označení tabulek v relačním vztahu od původní k cílové respektive od cílové k původní.

Message Direction - udává směr, ve kterém jsou předávány informace mezi tabulkami. V relacích vytvářených v inovovaném datovém modelu je zvolena hodnota NONE. NONE je výchozí hodnota nastavení, kdy nejsou předávány žádné zprávy.

Cardinality - definuje násobnost relačního vztahu a může být typu 1:1, 1:N a M:N. Pro relační vztahy v Administrativním členění je využito typu 1:N. Například jeden okres je tvořen více než jedním městem.

Origin Primary Key - pole v tabulce, které jednoznačně identifikuje záznam pro spojení s jinou tabulkou.

Original Foreign Key - pole v druhé tabulce relačního vztahu, které se podílí na spojení v relaci a odpovídá Primary Key.

Primární a cizí klíče jsou určovány pro každou relaci, podle přidělených identifikačních čísel pro jednotlivé administrativní celky.

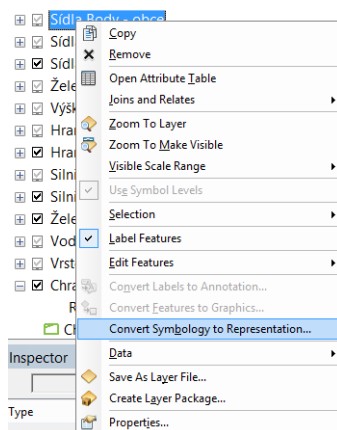
V datové sadě administrativního členění je definováno 9 relačních tříd. Názvy jednotlivých tříd jsou voleny tak, aby označovaly prvkové třídy tvořící relaci a její kardinalitu.

4.5.2 Uložení kartografické reprezentace a anotací do původní geodatabáze ArcČR 500 verze 3.2

ArcČR 500 verze 3.2 má kartografickou reprezentaci a popis (anotace) definován pomocí souboru mxd. Jak je popsáno v kapitolách 2.2.13 a 2.2.14, uložení anotací a kartografické reprezentace je možné přímo v ESRI geodatabázi. Tento způsob využívá inovovaný datový model ArcČR500. Bohužel současné době není možné automatické uložení do databáze pomocí modulů nebo skriptů a je nutné provést uložení do geodatabáze ručně v ArcMap. Dále popsany postup je nutné aplikovat samostatně na každou vrstvu, zobrazenou v ArcMap po načtení mxd souboru, s výjimkou rastrových dat.

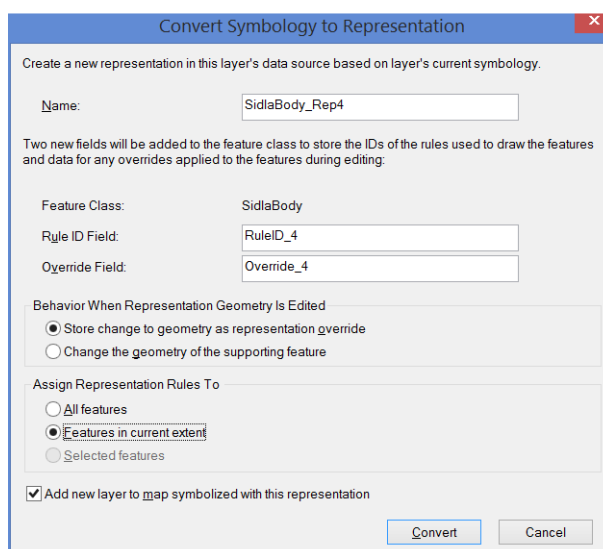
Uložení kartografické reprezentace

Pro uložení kartografické reprezentace se využívá *Convert Symbolology to Representation*, který je dostupný ve výběrovém dialogu po kliknutí pravým tlačítkem myši na název vrstvy (obr 4.16).



Obrázek 4.18: Convert Symbology to Representation, převzato z ArcMap

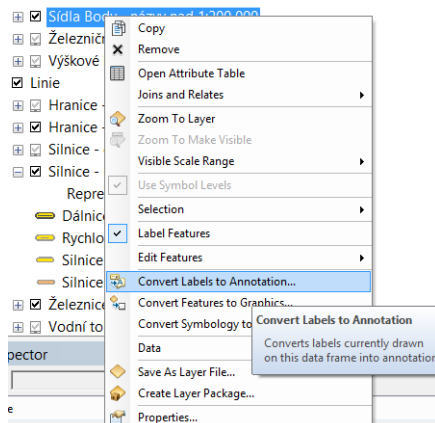
Po potvrzení výběru se zobrazí dialogové okno nástroje, kde je možné nastavit parametry pro uložení kartografické reprezentace. Zde se zadává název kartografické reprezentace (symbologie) *Name*. V atributové tabulce příslušné prvkové třídy budou vytvořeny nové sloupce, jeden pro uložení identifikace pravidla a druhý pro uložení informace v případě přepisu geometrie. V dialogu jsou sloupce označeny jako *Rule ID Field* a *Override Field* a uživatel si může plně nastavit jejich jména. Řešení situace, kdy je upravena geometrie objektu. Můžeme ponechat defaultní hodnoty. V další části je možné nastavit, zda bude pravidlo aplikováno na celou třídu, nebo jen v určitém rozsahu. Poslední "checkbox" po vytvoření symbologie zobrazit v ArcMap. Dialogové okno *Convert Symbology to Representation* je zobrazeno na obrázku 4.19. Uložení symbologie je nutné postupně provést samostatně pro každou vrstvu.



Obrázek 4.19: Dialog pro uložení symbologie, převzato s ArcMap

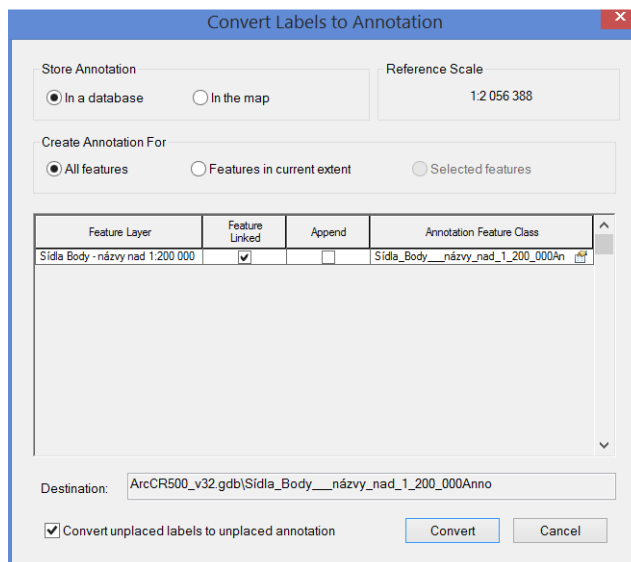
Uložení anotace

Stejně jako v případě kartografické reprezentace je nutné uložení anotací do geodatabáze provést ručně. Výběr nástroje provedeme kliknutím pravým tlačítkem na název vrstvy a výběrem *Convert Labels to Annotation* obrázek 4.20.



Obrázek 4.20: *Convert Labels to Annotation*

Samotný dialog pro uložení anotace do databáze je na obrázku 4.21. U zadávaných parametrů je důležité, aby byla vybrána možnost *In a geodatabase* a zohledněno správné referenční měřítko, ostatní hodnoty můžou zůstat dle před vyplnění.



Obrázek 4.21: Dialog pro převod anotace do geodatabáze, převzato ArcMap

Při tvorbě anotací je opět nutné postup opakovat pro každou prvkovou třídu. Uložení kartografické reprezentace a anotací do databáze není bezpodmínečně nutné pro další zpracování ArcČR 500 verze 3.2 do nové datové struktury. Uživatel má možnost zvážit, kde je pro něj uložení výhodné, a pak ho podle návodu provést nebo pokračovat k tvorbě inovovaného modelu. Vizualizace je pak možné řešit obdobně jako nyní přes mxd soubor.

4.5.3 Vytvoření topologie

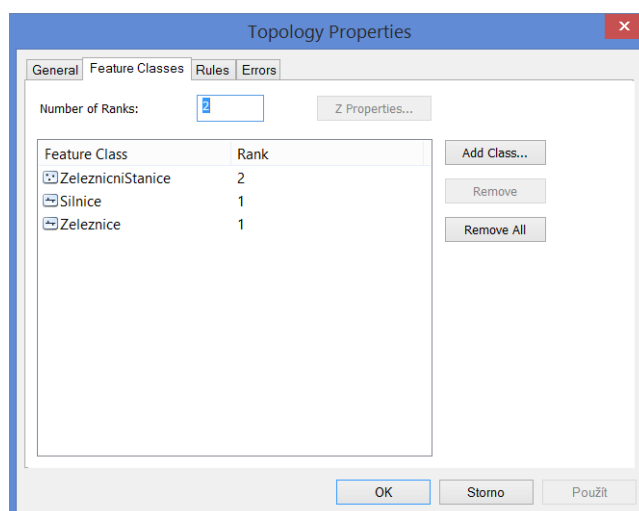
Model *2_Vytvor topologii* je řídicím prvkem pro vytvoření topologie v novém datovém modelu. Pomocí tohoto modelu jsou spouštěny skripty, které zajišťují definici topologie v jednotlivých datových sadách. Vstupní parametry potřebné pro práci modelu jsou pevně nastaveny a uživatel se o ně tak nemusí starat. Proces definice topologie je zakončen validací, validační proces je hardwarově náročný. Délka, kterou tento model potřebuje na celý proces definice topologie je přibližně 45 minut. Nejvíce časově náročnou částí je validace topologie u administrativního členění. Z důvodu této časové náročnosti je tvorba topologie vyčleněna jako samostatný model. Tento model může uživatel spustit až v hodný okamžik, bez nutnosti dlouhého čekání na výsledek a možnost dalšího postupu. Model je tvořen čtyřmi skripty:

Skripty využívané pro vytvoření jednotlivých topologií:

VytvoriTopologiiLinii

Tento skript definuje topologii pro liniové prvkové třídy z datové sady *GeografickePrvky* a bodovou prvkovou třídu **ZeleznicniStanice**. Definice topologických pravidel se nevztahuje na prvkovou třídu Vodních toků, důvody pro tento postup jsou uvedeny 4.5.7.

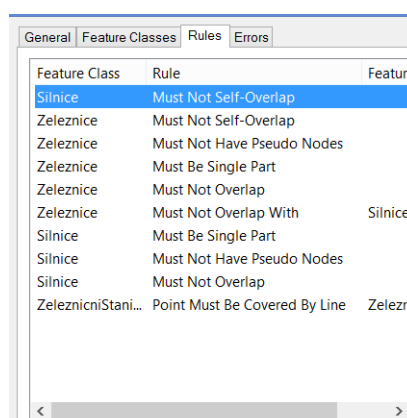
Topologie je vytvářena pomocí *Create Topology*, parametry této funkce jsou vstupní datový set, název topologie a shluková tolerance. Shluková tolerance je s ohledem na uváděnou přesnost vstupních dat nastavena na 20 cm. Tato topologie je definována pro prvkové třídy **Zeleznice**, **Silnice** a **ZeleznicniStanice**. Ke vložení těchto tříd do topologie je využito *Add Feature Class To Topology*. U jednotlivých tříd byla nastavena hodnota parametru *Rank* (blíže je popsán v podkapitole 1.2.7), hodnoty pro jednotlivé třídy jsou patrné z obrázku 4.22.



Obrázek 4.22: Nastavení parametru Rank pro topologii topo_linieAZeleznicniStanice

Po vložení tříd, je možné přistoupit ke stanovení topologických pravidel. Nastavení těchto pravidel je řešeno užitím funkce *Add Rules To Topology*. Pro prvkové třídy **Silnice** a **Zeleznice** byla definována pravidla (*Must Not Self-Overlap*, *Must Not Have Pseudo Nodes*, *Must Be Single Part*, *Must Not Overlap*). Pravidla *Must Not Self-Overlap* a *Must Not Overlap* nejsou totožná. Pravidlo *Must Not Self-Overlap* se definuje, že v jedné vrstvě linie nesmí překrývat samy sebe. Pravidlo *Must Not Overlap* definuje, že v rámci jedné vrstvy se linie nesmí překrývat s jinou linií, linie se mohou křížit nebo překrývat samy sebe. Mezi těmito dvěma třídami bylo dále definováno pravidlo *Must Not Overlap With*. Pro železniční stanice musí z topologického hlediska platit, že leží na železniční trati, proto je pro tyto dvě třídy nadefinováno pravidlo *Point Must Be Covered By Line*. Přehled pravidel je na obrázku 4.23.

Posledním krokem v definici topologie je její validace, kterou obstarává funkce *Validate Topology*.



Obrázek 4.23: Přehled definovaných pravidel pro liniové (bodovou) prvkové třídy

VytvoriTopologiiPloch

Postup vytvoření topologie pro plochy využívá stejných funkcí jako v případě linií. Proto jsou zde popsány pouze parametry, které se v topologii nastavují odlišně od linií (cluster tolerance je 0,2 m). Topologie je definována pro prvkové třídy **SidlaPlochy**, **VodniPlochy**, **Lesy**, **OstatniPlochy**. Pro každou prvkovou třídu je nastavena hodnota Rank, dle obrázku 4.24. Pro jednotlivé třídy bylo nastaveno pravidlo *Must Not Overlap*, mezi prvkovými třídami je definováno pravidlo *Must Not Overlap With* obr. 4.25.



Obrázek 4.24: Nastavení Rank pro třídy v topologii topo_PudniKryv

Feature Class	Rule	Feature Class
Lesy	Must Not Overlap	
VodniPlochy	Must Not Overlap With	Lesy
Lesy	Must Not Overlap With	SidlaPlochy
VodniPlochy	Must Not Overlap	
VodniPlochy	Must Not Overlap With	SidlaPlochy
SidlaPlochy	Must Not Overlap	
OstatniPlochy	Must Not Overlap	
VodniPlochy	Must Not Overlap With	OstatniPlochy
SidlaPlochy	Must Not Overlap With	OstatniPlochy

Obrázek 4.25: Topologická pravidla pro topologii topo_PudniKryv

VytvoriTopologiiVrstevnice

Tento skript zajišťuje vytvoření topologického pravidla pro prvkovou třídu **Vrstevnice**. Tato třída vstupuje do pravidla jako jediná, parametr *Rank* zde nehraje důležitou roli a jediným topologickým pravidlem je *Must Not Self-Intersect*, shluková tolerance je nastavena na 0,2 m.

VytvoriTopologiiAdministrativnihoCleneni

Topologie pro administrativní členění je nejrozsáhlejším topologickým pravidlem v datovém modelu. Shluková tolerance byla nastavena na hodnotu 0,1 m. Do této topologie vstupují prvkové třídy podle obrázku 4.24 a s přihlédnutím k jejich důležitosti byl nastaven parametr Rank. Za nejpřesnější geometrii lze považovat hranice katastrálních území, které

jsou přesně zaměřeny. Byly testovány dvě varianty s různým nastavením parametru Rank. U obou testovaných variant byl parametr Rank nastaven na 1 pro KatastralniUzemiPolygony, pro ostatní prvkové třídy byl v první variantě shodně nastaven na 2 (obr. 4.24). U druhé testované varianty byly hodnoty Rank voleny dle hierarchie administrativního členění a u statistických jednotek byla Rank volen 6 (obr. 4.25). Po provedení validace dosahovaly obě topologie stejných výsledků (počet topologických chyb). Při první variantě však byla topologie zpracována výrazně rychleji, přibližně 25 minut. U druhé varianty byla čas potřebný na vytvoření topologie kolem 50 minut.

Feature Class	Rank
ZakladniSidelniJednotky...	2
UzemneTechnickeJednot...	2
KatastralniUzemiPolygony	1
MestskeObvodyAMestsk...	2
CastiObcePolygony	2
ObcePolygony	2
ObceSPoverenymUrade...	2
ObceSRozsirenouPusobn...	2
OkresyPolygony	2
KrajePolygony	2
StatPolygon	2

Obrázek 4.26: Nastavení parametru Rank při první variantě definice topologie, převzato z ArcCatalog

Feature Class	Rank
ZakladniSidelniJednotky...	6
UzemneTechnickeJednot...	6
KatastralniUzemiPolygony	1
MestskeObvodyAMestsk...	3
CastiObcePolygony	3
ObcePolygony	2
ObceSPoverenymUrade...	4
ObceSRozsirenouPusobn...	4
OkresyPolygony	4
KrajePolygony	5
StatPolygon	6

Obrázek 4.27: Nastavení parametru Rank při druhé variantě definice topologie, převzato z ArcCatalog

Pro prvkové třídy je definována kombinace topologických pravidel *Must Not Overlap*, *Must Not Have Gaps* a *Must Be Covered By*, jejich přesné nastavení je patrné z obrázku 4.5.

4.5.4 Vytvoření relace pro označení mezinárodních silničních tahů

Při revizi stávajícího datového modelu bylo zjištěno, že u prvkové třídy Silnice se vyskytují neatomické atributy označující mezinárodní silniční tahy (MEZINARODNI OZNACENI). Odstranění těchto neatomických atributů je možné realizací vazby M:N v geodatabázi, která je definována v modelu 3_Vytvori Relaci pro Mezinarodni Silnicni Tah.

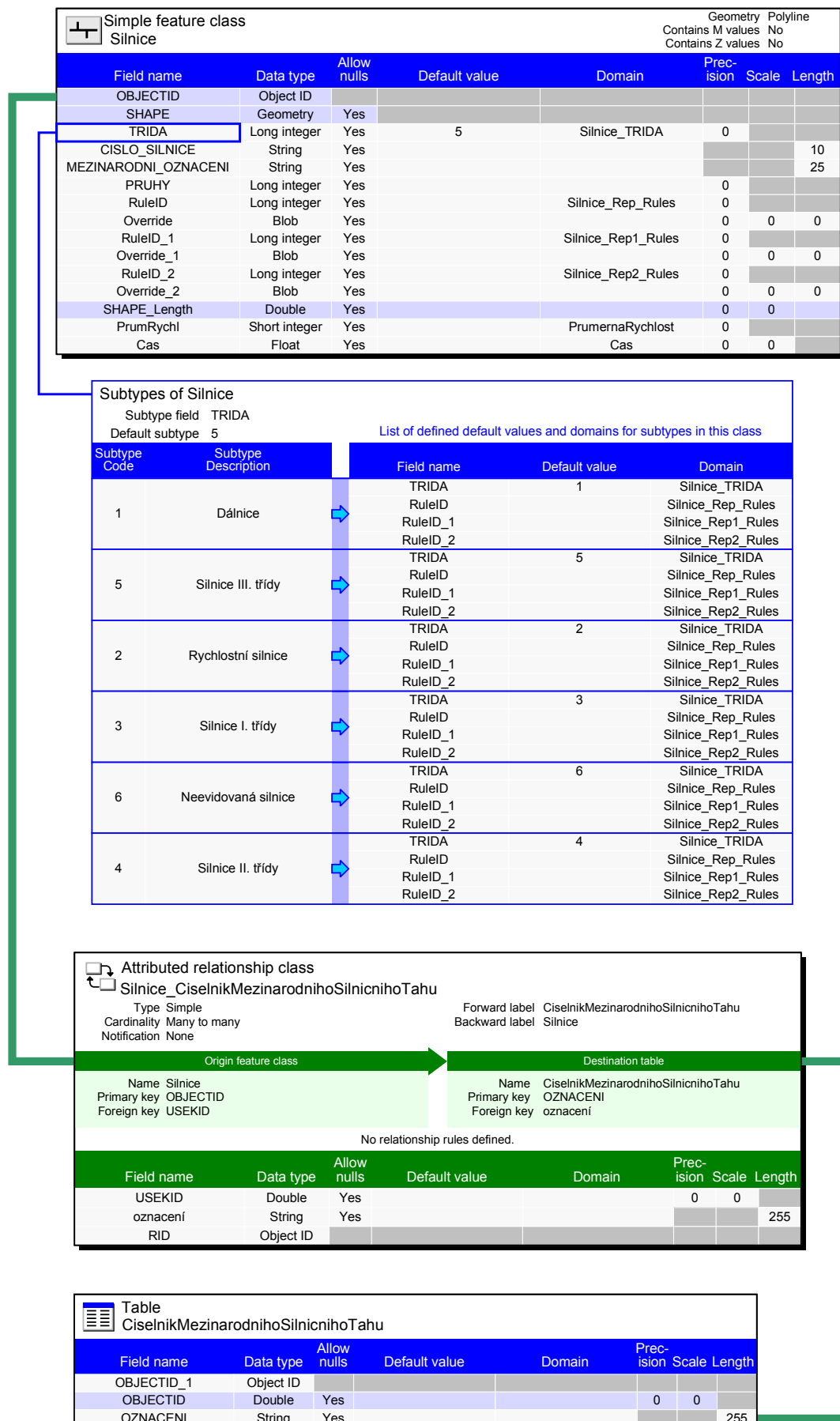
Před realizací této vazby bylo nutné připravit potřebná data. Přípravu dat není možné automatizovat a zobecnit, tento postup je závislý na struktuře dat. Tato struktura se v dalších verzích ArcČR500 může měnit a to může mít za následek nepoužitelnost tohoto postupu pro zpracování. Z příslušné databázové tabulky byla vyexportována potřebná data. Z těchto dat byl v aplikaci Microsoft Excel vytvořen číselník mezinárodních silničních tahů (*oznaceniSilnic.xls - list ciselnik*). *OznaceniSilnic.xls* je uložen v adresáři tabulky. Dalším potřebným vstupem pro vazbu M:N je rozkladová tabulka mezinárodních silnic. Rozkladová tabulka byla vytvořena za využití atributů OBJECTID (identifikátor silničního úseku) a MEZINARODNI OZNACENI (mezinárodní číslo silnice). V rozkladové tabulce bylo (*oznaceniSilnic.xls - list silnice*) OBJECTID nakopírováno na tolik řádků, kolik je k němu přiřazeno označení mezinárodních silnic (obr 4.28).

USEKID	oznaceni
250	E48
250	E49
251	E49
252	E49
253	E49
255	E49
256	E49
257	E49
258	E49
259	E49
260	E49
261	E49
262	E49
263	E49
264	E49
265	E49
266	E49
267	E49
268	E49
269	E49
270	E49
271	E49

Obrázek 4.28: Výrez z rozkladové tabulky pro mezinárodní označení silničních tahů

Po vytvoření rozkladové tabulky je možné realizovat samotnou vazbu M:N. ArcGIS disponuje nástrojem, který je schopen realizovat vazbu jako jednu relační třídu. Není tedy nutné relaci rozkládat na dvě relace 1:M a N:1. Nástroj, který umožní vytvořit přímo vazbu M:N za pomoci nahrání rozkladové tabulky je *Table to Relationship Class*. Tento nástroj tvoří model 3_Vytvori Relaci pro mezinárodní silniční tahy. Všechny vstupní parametry jsou pevně definovány (prvková třída Silnice, objektová tabulka CiselniMezinarodnichSilnicnichTahu

a rozkladová tabulka. Nástroj *Tablet to Relationship Class* umožňuje definovat parametry pro relaci obdobně jako *Create Relationships Class* (podkapitola 3.4.4), ale navíc umožňuje vložení rozkladové tabulky. Realizaci vazby M:N v logickém modelu zobrazuje obrázek 4.29.



Obrázek 4.29: Logický model realizace vazby M:N

4.5.5 Tvorba terénní datové sady

Popis terénní datové sady je uveden v podkapitole 1.4.5. Tato část se zabývá postupem vytvoření datové sady v inovovaném datovém modelu ArcČR. Pro vytvoření terénní datové sady slouží modely *4A_Vytvor Terrine dataset* a *4B_Vytvori Terrine dataset*. Postup musel být rozdělen do dvou modelů z důvodu kontroly existence vstupní terénní datové sady při spouštění *Add Feature Class to Terrain*.

Při vytváření terénní datové sady je nutné dodržet podmínku, že prvkové třídy využívané v terénní datové sadě musí být uloženy ve stejném datovém setu jako terénní datová sada. Tento předpoklad je v inovovaném datovém modelu ArcČR500 zajištěn. Prvkové třídy **Vrstevnice_1**, **VyskoveKoty_1**, **VodniToky_1**, **VodniPlochy_1**, **Stat** jsou zkopírovány do datové sady DMR již při úvodním skriptu naplňujícím geodatabázi. Protože prvkové třídy již v geodatabázi existují, je název rozšířen o *_1*, aby nedocházelo k duplicitám. K vytvoření terénní datové sady slouží nástroje z *Toolbox ArcGIS -> 3D Analyst Tools -> Data Management -> Terrain Dataset*. Prvním z těchto nástrojů je *Create Terrain*, který vytvoří prázdnou terénní sadu se zadanými parametry. Do takto vytvořené datové sady jsou následně s pomocí *Add Terrain Pyramid Level*, přidány pohledové pyramidy. Tato část tvorby terénní datové sady je zajištěna modelem *4A_Vytvori Terrine dataset* (obr 4.30). Další část zpracování je provedena v modelu *4B_Vytvori Terrine dataset*, která obsahuje nástroj *Add Feature Class to Terrain*. Tento nástroj umožňuje definování prvkových tříd vstupujících do tvorby terénní datové sady. Takto definovanou terénní datovou sadu je nutné vytvořit pomocí nástroje *Build Terrain*. V tento okamžik dochází ke generování TIN podle nastavených pravidel, tento proces je časově nejnáročnější část tvorby terénní datové sady.



Obrázek 4.30: Model *4A_Vytvori Terrine dataset*

V následující části je blíže popsáno nastavení parametrů pro jednotlivé nástroje, při tvorbě terénní datové sady. Nejsou zde popisovány parametry představující vstupní a výstupní prvkové třídy nebo datové sady.

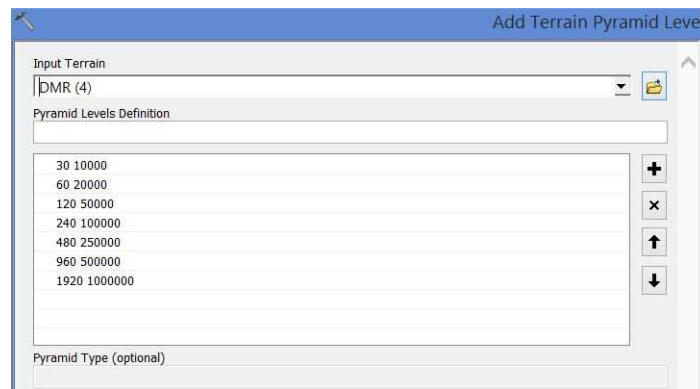
Create Terrain - Důležitým parametrem pro definici terénní datové sady je *Average*

Point Spacing, který udává průměrnou (nominální) vzdálenost mezi body. U některých dat jsou hodnoty známy z metadat. V tomto případě byl parametr volen 20. *Maximum Overview Size (optional)* volitelný parametr, jeho hodnota není v tomto případě definována. Dalším parametrem je *Pyramid Type*, kterým je určena metoda použitá pro tvorbu pohledových pyramid. Tyto metody jsou dvě *WINDOWSIZE* a *ZTOLERANCE*. Inovovaný datový model ArcČR500 využívá metodu *WINDOWSIZE*. Když je použita tato metoda, musí být nastaven ještě parametr *windowssize_metod*, který je zde nastaven na hodnotu *ZMIN*. *WINDOWSSIZE* a *ZMIN* definují, že při výběru bodu ve vymezené pracovní oblasti pro danou úroveň pyramidy bude použito bodů s nejmenší výškou v každém okně/dlaždici. *Secondary Thinning Method* nebyla uvažována, nastavena hodnota *NONE*. Nastavení parametrů je uvedeno na obrázku 4.31.



Obrázek 4.31: Nastavení parametrů *Create Terrain*

Add Terrain Pyramid Level - nástroj slouží k definování pohledových pyramid v terénní datové sadě. Zadány jsou parametry vstupní terénní datová sada a definice pohledových pyramid. Definice pohledové pyramidy je udávána parametrem *Pyramid Levels Definition*. V tomto parametru je definován požadovaný počet pyramid a jejich z-tolerance nebo velikost okna a odpovídající referenční měřítko. Nastavení nástroje využitě při tvorbě inovovaného modelu ArcČR500 je uveden na obrázku 4.32.



Obrázek 4.32: Nastavení parametrů pro pohledové pyramidy

Add Feature Class to Terrain - tento nástroj přidává prvky do terénní datové sady. Pro přidávání prvkových tříd do terénní datové sady platí dvě důležité podmínky:

- 1) přidávané prvkové třídy musí být ve stejné datové sadě jako terénní datová sada
- 2) před vkládáním prvkových tříd musí být v terénní datové sadě definována alespoň jedna pohledová pyramida.

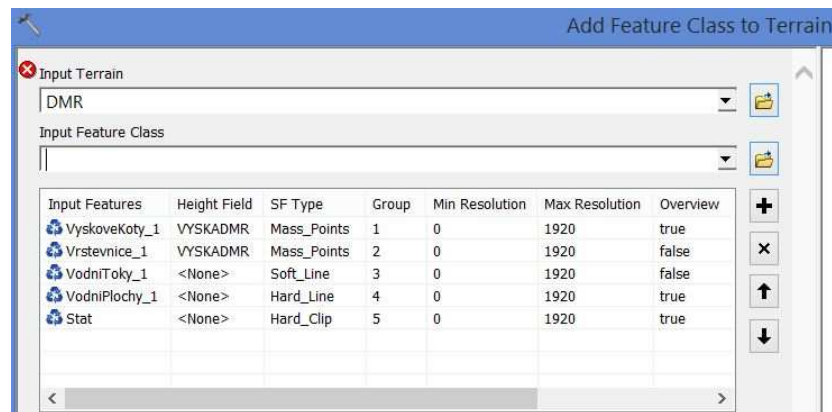
U každé prvkové třídy, která vstupuje do tvorby terénního datového setu, jsou definovány parametry. Tyto parametry určují, jakým způsobem se na tvorbě terénní datové sady prvková třída podílí. Jedním z těchto parametrů je *Height Field*, pomocí kterého je definován atribut, který obsahuje informace o výšce. Je možné zvolit příslušný atribut s údaji o výšce, nebo vybrat geometrii. Pokud pro danou prvkovou třídu není nikdy obsažena výšková informace, je možné zadat volbu NONE. V takovém případě je výška odvozena z povrchu. Parametr *SF type* určuje, jakým způsobem se prvková třída podílí na tvorbě terénu. V nastavení modelu, který vytváří terénní datovou sadu, jsou vyžity hodnoty:

- *Mass_Points* - hromadné body u prvkových tříd **VyskoveKoty_1**, **Vrstevnice_1**
- *Hard_line* - definuje místa ostrých změn v terénním reliéfu (**VodniPlochy_1**)
- *Soft_line* - definuje postupné změny v terénním reliéfu (**VodníToky_1**)
- *Hard_Clip* - definuje oblast terénního reliéru (**StatPolygon_1**)

Min/Max Resolution - definuje rozsah pyramid, ve kterých se daná prvková třída zohledňuje v terénní datové sadě. Vstupní prvkové třídy s hodnotou SF type Mass_Point musí využít celý rozsah hodnot, tedy minimální a maximální hodnotu.

Nastavení parametrů pro tvorbu terénní datové sady je prezentováno na obrázku 4.23

Po definování všech prvkových tříd podléjících se na terénní datové sadě je nutné provést analýzu a zobrazení datové sady, k tomu slouží nástroj *Build Terrain*. Při vytváření je využito parametru *NO_UPDATE_EXTENT*. Nástroj *Build Terrain* slouží i k aktualizaci datové sady po změně (například změně pohledových pyramid), v takovém případě je spouštěn s parametrem *UPDATE_EXTENT*.



Obrázek 4.33: Nastavení parametrů pro tvorbu terénní datové sady

4.5.6 Tvorba geometrické sítě

Geometrická síť je vytvářena nad daty vodních toků. K jejímu vytvoření slouží model *VytvorSitVodnichToku*. Tento model je tvořen pouze jedním nástrojem *Create Geometric Network*, který zajišťuje vytvoření geometrické sítě vodních toků. Geometrická síť se vytváří ze dvou prvkových tříd **Odtoky**, **VodniToky**. Do geometrické sítě mohou vstupovat pouze vrstvy, které nejsou součástí topologie. Při zpracování této práce byla provedena kontrola vstupních dat pomocí topologických pravidel (*Must Not Overlap* a *Must Not Have Pseudonodes*). V datech se nenachází žádný topologický nedostatek odpovídající pravidlu *Must Not Overlap*.

Nástroj *Create Geometric Network* pro vytvoření geometrické sítě vodních toků využívá níže uvedených parametrů. Vstupní datovou sadou jsou *GeografickePrvky* a název geometrické sítě je *VodniTokySit*. Pro jednotlivé prvkové třídy vstupující do tvorby geometrické sítě jsou definovány parametry:

Odtoky - této třídě je přiřazena role *SIMPLE_JUNCTION* tedy zdroj uzlů v síti. Prvková třída je také použita ke stanovení směrů proudění v síti a to parametrem *Sources and Sinks*,

který je nastaven na hodnotu *YES*. V prvkové třídě Odtoky jsou tři body s parametrem sink a definují tak šíření jevu od bodu. Tyto tři body definují úmoří českých řek, jsou tedy umístěny na výtocích řek Labe, Moravy a Odry z České republiky.

VodníToky - má přiřazenu roli *SIMPLE_EDGE* tedy jednoduché hrany. Modelovaný jev se může šířit pouze z jedním strany hrany na druhou (od počátečního ke koncovému uzlu).

Další parametry nástroje *Create Geometric Network* jsou volitelné a pro tvorbu říční sítě nejsou využity. Jedná se například o parametr Nákladů v síti (*Weights*), který definuje typy nákladů při pohybu elementu v síti.



Obrázek 4.34: Model pro vytvoření geometrické sítě vodních toků

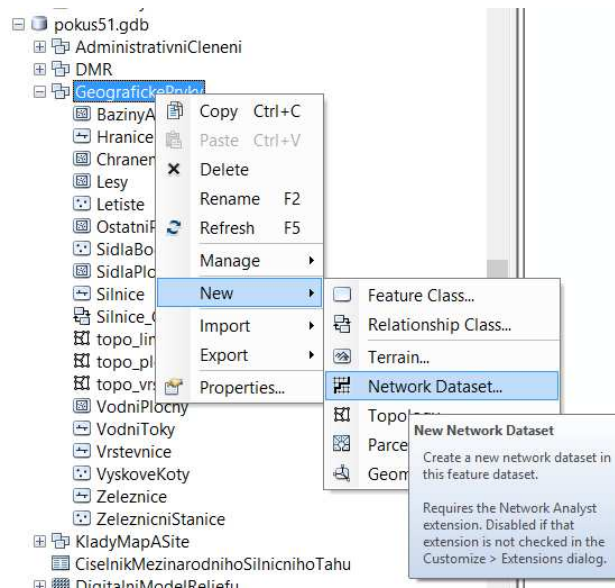
4.5.7 Tvorba síťového datového setu silniční sítě

Tvorba síťového datového setu je jediný z postupů tvorby inovovaného datového modelu ArcČR500, který není možné automatizovat. V rámci ModelBuilder ani Python skriptů nejsou podporovány nástroje, pro tvorbu tohoto setu. Vytvoření je nutné provést v ArcCatalog s využitím dialogového okna, v této podkapitole je popsán návod jak při tvorbě síťového datového setu postupovat.

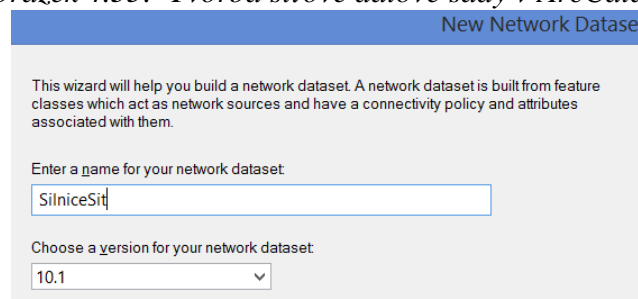
Pro vytvoření nového síťového datového setu klikneme pravým tlačítkem myši na název datového setu *GeografickePrvky* v geodatabázi inovované datového modelu ArcČR 500 a vybereme *New ->Network Dataset...*, jak je patrné z obrázku 4.35. Následně je zobrazeno dialogové okno nástroje pro vytvoření síťové datové sady. Na prvním dialogovém okně je volen název síťového datového setu a verze v jaké má být datový set vytvořen. Název volíme **SilniceSit** a verzi síťové datové sady necháme na defaultní hodnotě 10.1 a přejdeme na další část nastavení (obrázek 4.36). V dalším kroku jsou voleny prvkové třídy, které vstupují do tvorby síťového datového setu. Vybereme pouze prvkovou třídu Silnice, výběr se provádí zatržením před jménem třídy. V dalším dialogu je do modelu možné přidat zatáčky, v našem případě využijeme defaultního nastavení Yes a Global Turns. U dalších dvou dialogových oken byly ponechány defaultní hodnoty.

Důležitým pro definování síťového datového setu je dialog *Specify the attributes for the*

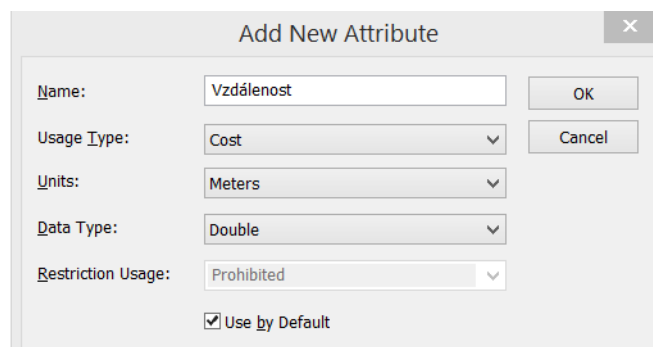
network dataset, ve kterém jsou nastavovány jednotlivé atributy síťového datasetu. V tomto nastavení se využívá atributových sloupců, které byly přidány do prvkové třídy Silnice při jejím převodu do inovovaného datového modelu. Smažeme přednastavenou hodnotu Length. Pomocí *Add...* přidáme jednotlivé položky pro náklady a hierarchii. První přidání bude náklad vzdálenost (obrázek 4.37).



Obrázek 4.35: Tvorba síťové datové sady v ArcCatalog



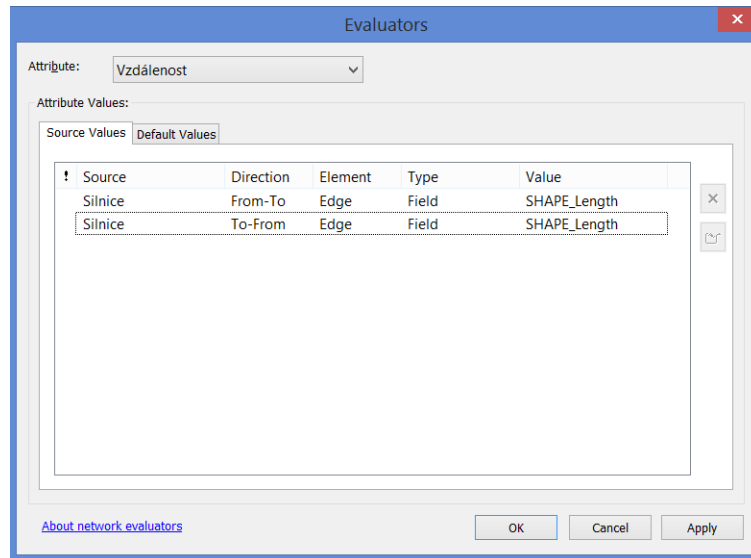
Obrázek 4.36: Tvorba síťového datasetu



Obrázek 4.37: Nastavení hodnoty pro náklad vzdálenost

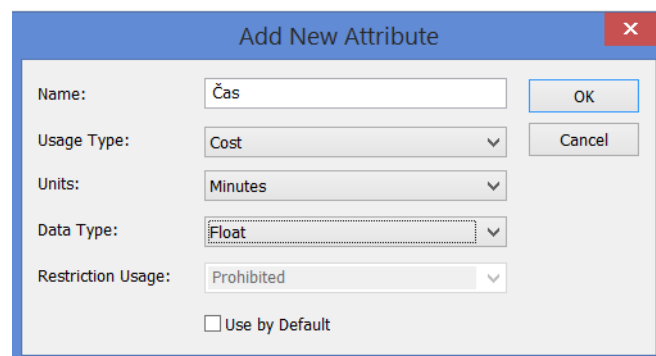
K dalšímu kroku nastavení se dostaneme přes tlačítko *Evaluators*. Zde pro zobrazené

záznamy nastavíme ve sloupci Type hodnoty Field a ve sloupci Value SHAPE_Length. Nastavení je uvedeno na obrázku 4.38 a potvrdíme ho OK.



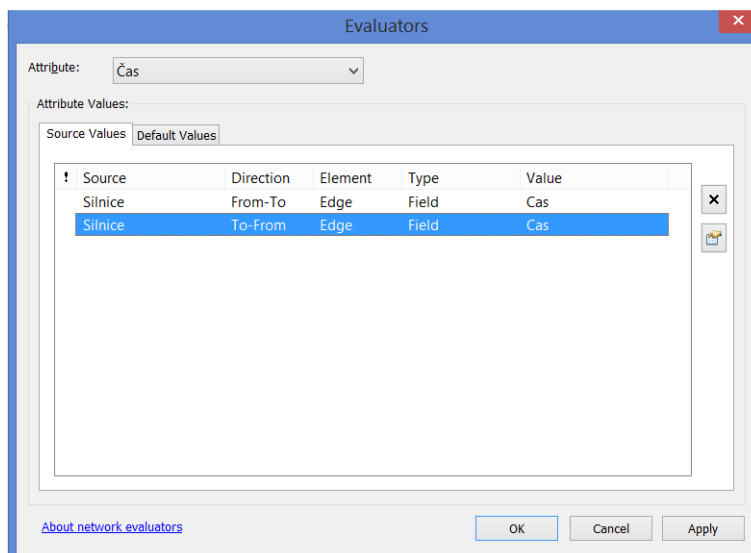
Obrázek 4.38: Definice Evaluators

Nyní obdobně definujeme náklad Čas, který přidáme Add... a v následujícím dialogu nastavíme hodnoty dle obrázku 4.39.



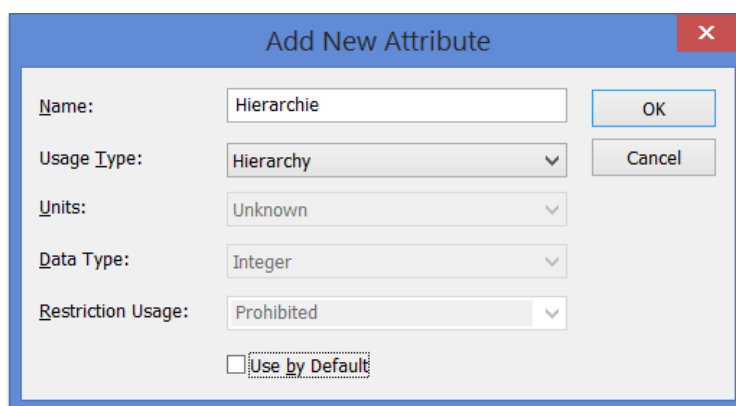
Obrázek 4.39: Nastavení nákladu čas

Následně je opět třeba nastavit parametry *Evaluators...* u obou řádků nastavit parametr Type na Field a Value na Cas obrázek 4.40.



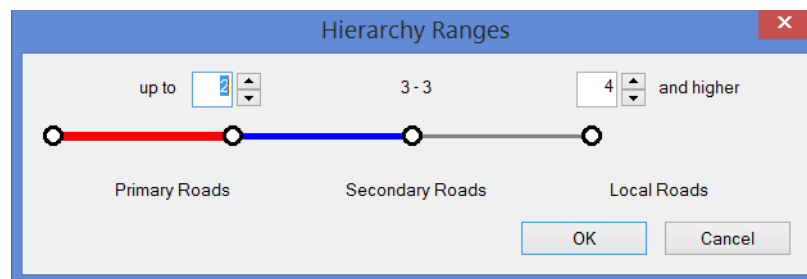
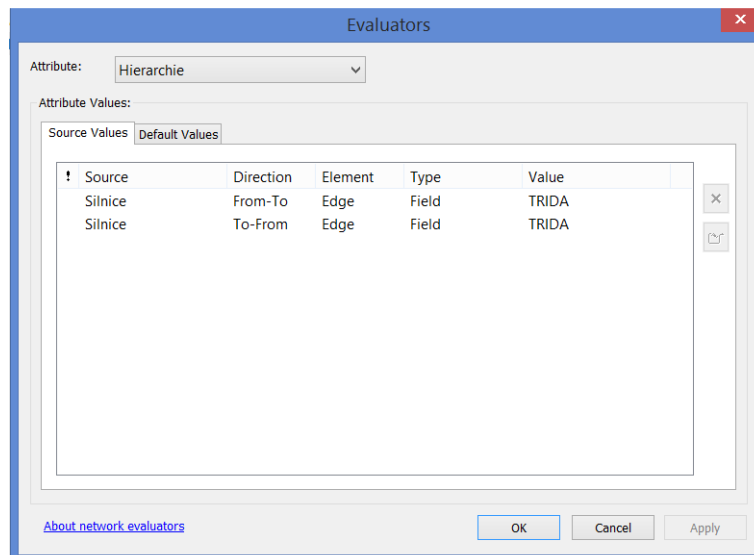
Obrázek 4.40: Nastavení Evaluators pro náklad čas

Posledním chybějícím parametrem pro nastavení síťového datasetu je hierarchie, její nastavení se opět provede přes *Add...*, s nastavením podle obrázku 4.41.



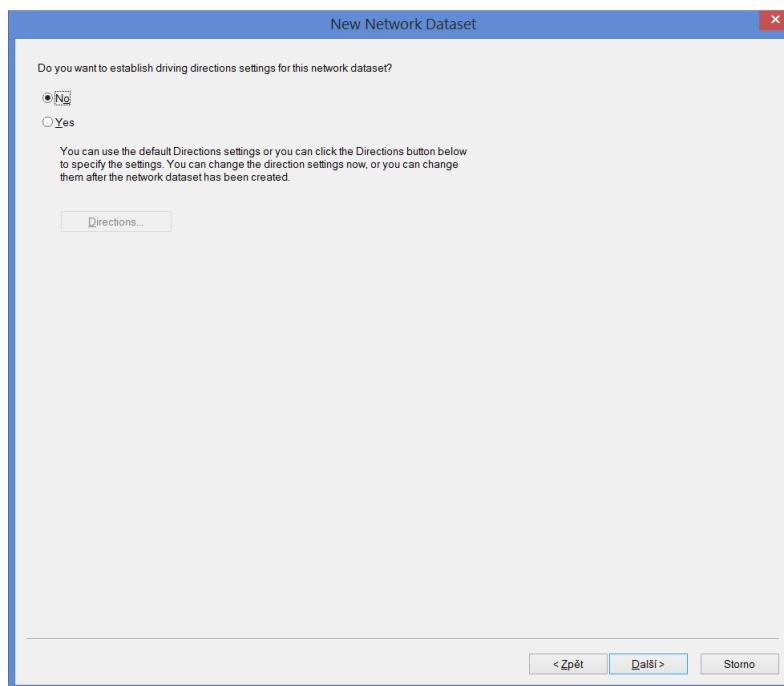
Obrázek 4.41: Nastavení hierarchie síťového modelu

Následně je opět třeba nastavit parametry *Evaluators...* u obou řádků nastavit parametr *Type* na *Field* a *Value* na *TRIDA*. V případě hierarchie je nutné provést ještě nastavení *Range....* Nastavení *Evaluators a Range* je na obrázku 4.42.



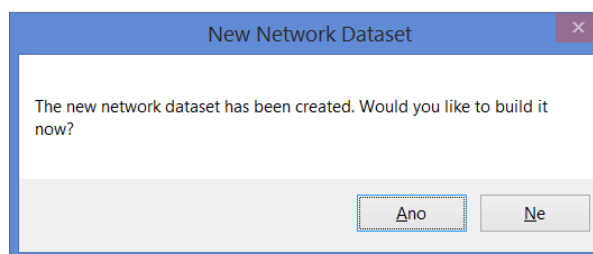
Obrázek 4.424: Nastavení hodnot pro hierarchii v síťové datové sadě

Tím je dokončeno nastavení jednotlivých atributů síťového datasetu. V dalším kroku se upravují řídicí nastavení pro síťový dataset. Toto nastavení není v případě silniční sítě prováděno a je vybráno No obr. 4.43.



Obrázek 4.43: Dialog při nastavení síťového datasetu

V následujícím dialogovém okně je již pouze souhrn provedených nastavení a tlačítkem **Finis** je konfigurace síťového datového setu uložena a ukončena. Systém provede výpočet datového setu podle zadaných parametrů a nabídne možnost, zda má být síťový dataset vybudován.



Obrázek 4.44: Dokončení tvorby síťového datasetu a jeho "vybudování"

Po potvrzení této volby proběhne vybudování síťového datového setu a ten se přidá do datové struktury geodatabáze.

4.6 Postup spouštění nástrojů pro vytvoření geodatabáze

V této podkapitole je popsán postup spouštění jednotlivých nástrojů, tak aby došlo ke správnému vytvoření inovovaného datového modelu ArcČR 500 a jeho naplnění daty.

1) Tvorba inovovaného modelu ArcČR500 a jeho naplnění daty	
Použitý nástroj:	Model
Název:	<i>I_Vytvor geodatabazi a napln ji prvky</i>
Vstup:	Pevně definovaný název nové geodatabáze a místo jejího uložení Geodatabáze ArcČR500_v32 Geodatabáze administrativního členění z ArcČR500 verze 3.2
Výstup:	Nová geodatabáze s názve ArcČR500verze4_0, která obsahuje inovovanou datovou strukturu a je naplněna potřebnými daty. Geodatabáze je uložena v souboru ArcČR500verze4_0 v místě uložení struktury ze zip archivu.
Podmínka využití:	V počítači je dostupný ArcČR500 verze 3.2. V pracovním adresáři je složka s tabulkami, pro definici relace.

2) Uložení kartografické reprezentace a anotací do původní geodatabáze	
Použitý nástroj:	Dialog v ArcCatalog
Název:	<i>Convert symbology to Representation</i> <i>Convert Labels to Annotation</i>
Vstup:	Uživatelé zadany soubor mxd ke geodatabázi ArcČR500 verze 3.2

Výstup:	Geodatabáze ArcČR500 verze 3.2
Podmínka využití:	Existuje mxd soubor s kartografickou reprezentací navázaný na geodatabázi. Není nutné nastavovat další podmínky.

3) Tvorba topologie

Použitý nástroj:	Model
Název:	<i>2_Vytvor topologii</i>
Vstup:	Pevně definovaný workspace (nově vytvořená geodatabáze)
Výstup:	Vytvořené topologické třídy
Podmínka využití:	Existuje geodatabáze s inovovanou datovou strukturou, která je naplněna prvky. (Byl předtím proveden bod 1.)

4) Tvorba relace pro označení silnic mezinárodních tahů

Použitý nástroj:	Model
Název:	<i>3_Vytvor relaci pro mezinarodni silnicni tahy</i>
Vstup:	Pevně definovaný workspace (nově vytvořená geodatabáze). Pevně nastavené vstupní tabulky, které definují označení silničních tahů.
Výstup:	Vytvořená relační třída mezi prvkovou třídou Silnic a tabulkou označení mezinárodních silničních tahů.
Podmínka využití:	V geodatabázi existuje prvková třída Silnice v příslušném datasetu.

5) Tvorba terénní datové sady

Použitý nástroj:	Model
Název:	<i>4a_Vytvor Terrine dataset a 4b_Vytvor Terrine dataset</i>
Vstup:	Pevně definovaný workspace (nově vytvořená geodatabáze)
Výstup:	Vytvořené topologické třídy
Podmínka využití:	Existuje geodatabáze s inovovanou datovou strukturou, která je naplněna prvky. (Byl předtím proveden bod 1.)

6) Tvorba geometrické sítě

Použitý nástroj:	Model
Název:	<i>5_Vytvor geometrickou sit vodnich toku VodniTokySit</i>
Vstup:	Pevně definovaný workspace (nově vytvořená geodatabáze)
Výstup:	Vytvořené topologické třídy
Podmínka využití:	Existuje geodatabáze s inovovanou datovou strukturou, která je naplněna prvky. (Byl předtím proveden bod 1.)

7) Tvorba síťové datové sady

Použitý nástroj:	Dialog v ArcCatalog
Název:	<i>New ->Network dataset</i>
Vstup:	Uživatелеm zadané vstupy v dialogovém okně
Výstup:	Vytvořená síťová datová sada
Podmínka využití:	Existence atributů nákladů a hierarchie v prvkové třídě Silnice

5 Názorné příklady využití vytvořených datových struktur

Pro představení možností využití inovovaného datového modelu byly navrženy názorné příklady. Příklady postihují většinu komponent ESRI geodatabáze, které se využívají v inovovaném datovém modelu. V této kapitole je popsáno zadání jednotlivých příkladů a postup jejich řešení.

Některé využití komponenty ESRI geodatabáze není nutné prezentovat na speciálních názorných příkladech, protože jsou využívány na pozadí dále uvedených příkladů nebo do nich přímo vstupují. Jedná se především o anotace, kartografickou reprezentaci, subtypy a domény. Pak také o samotná data v podobě prvkových tříd.

Subtypy se vyskytují v prvkových třídách **Vrstevnice** slouží k určení typu vrstevnice, **VodniPlochy** (určují typ vodní plochy), **VodniToky** (druh vodního toku), **KladyZakladnichMap** (definují druh základní mapy), **KladyTopologickychMap** (definují druh topologické mapy), **BazinyARaseliny** (subtyp zařazuje prvky do skupin bažiny a rašeliniště), **ChranenaUzemi** (definuje typ chráněného území), **Zeleznice** (rozdělení na elektrifikované a neelektrifikované tratě), **Silnice** (definuje třídu silnice), **Hranice** (druha hranice státní, krajská, okresní), **SidlaBody** (rozdělení sídel na obce a jejich části), **Letiste** (status letiště vojenské, civilní, atd.). Využívají se například i u kartografické reprezentace.

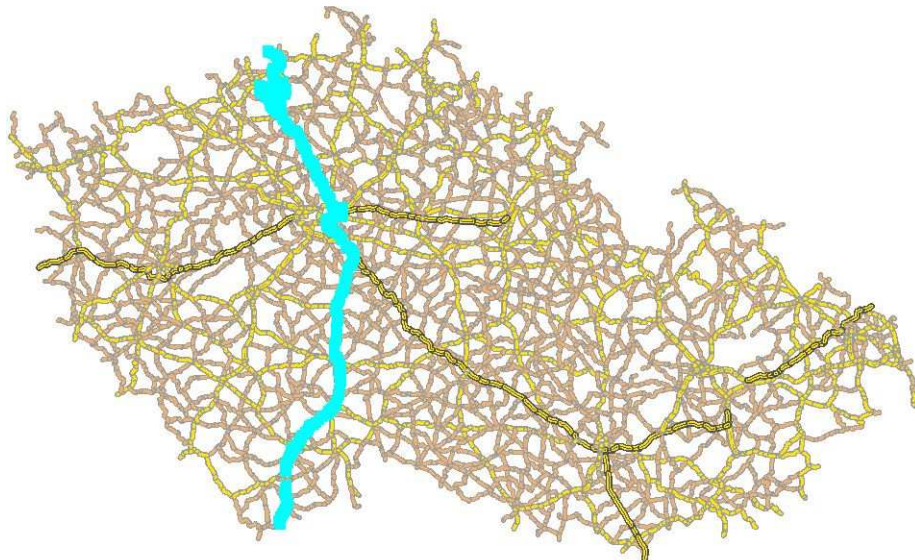
5.1 Příklady na využití relací

Možnosti využití relací v geodatabázi jsou prezentovány na příkladu relace M:N u označení mezinárodních silničních tahů a na relaci v administrativním členění.

5.1.1 Vyhledání silničních úseků mezinárodního silničního tahu

Zadání: Najděte a zobrazte v mapě silnice (úseky silnic), které tvoří mezinárodní silniční tah E55. Dále určete počet úseků, které tvoří tento silniční tah a celkovou délku na území ČR.

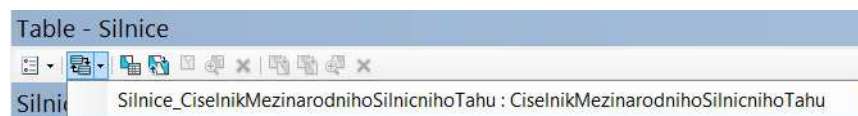
Výsledek: Mezinárodní silniční tah E55 tvoří na území ČR 145 silničních úseků a její délka je 331,258 km.



Obrázek 5.1: Zobrazení průběhu silničního tahu E55 přes ČR

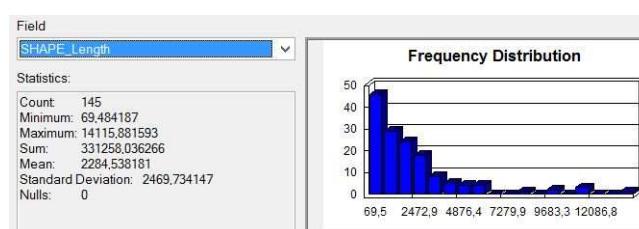
Postup řešení:

- 1) Otevřeme ArcMap a do něj načteme prvkovou třídu Silnice.
- 2) Otevřeme atributovou tabulku prvkové třídy Silnice (*Open Attribute Table*).
- 3) Pokud není vidět žádný záznam přepneme zobrazení na *Show all records*.
- 4) Zobrazíme záznamy tabulky CiselnikMezinarodnihoSilnicnihoTahu (obr 5.2). Pokud není vidět žádný záznam přemneme zobrazení viz. bod 3.



Obrázek 5.2: Přepnutí zobrazení tabulek v tabulce - Silnic

- 5) Vybereme záznam odpovídající silnici E55. Výběr lze provést označením záznamu nebo využitím *Select by Attribute*.
- 6) Přepneme se zpět do zobrazení tabulky Silnic viz. bod 4 (*Related Tables*)
- 7) V tabulce Silnice vidíme označené vybrané záznamy, kudy prochází silnice E55, taktéž jsou označeny příslušné úseky v mapě.
- 8) Provedeme výpočet statistiky pro vybrané záznamy a zjistíme počet úseků a jejich celkovou délku *Statistic* nad atributovým sloupcem *SHAPE_Length*.



Obrázek 5.3: Vypočtená délka úseku silnice E55 na území ČR

5.1.2 Vyhledání údajů v administrativním členění

Zadání: Je zadán kód ZSJ (základní sídelní jednotky) 144398. Vaším úkolem je zjistit jméno základní sídelní jednotky, obec pod kterou ZSJ spadá a počet obyvatel obce v roce 2011, kolik částí tvoří obec a název obce s rozšířenou působností.

Výsledek:

Jméno ZSJ - Zvole

Obec a počet obyvatel v roce 2011 - Rychnovek, 617 obyvatel

Počet částí obce - 3

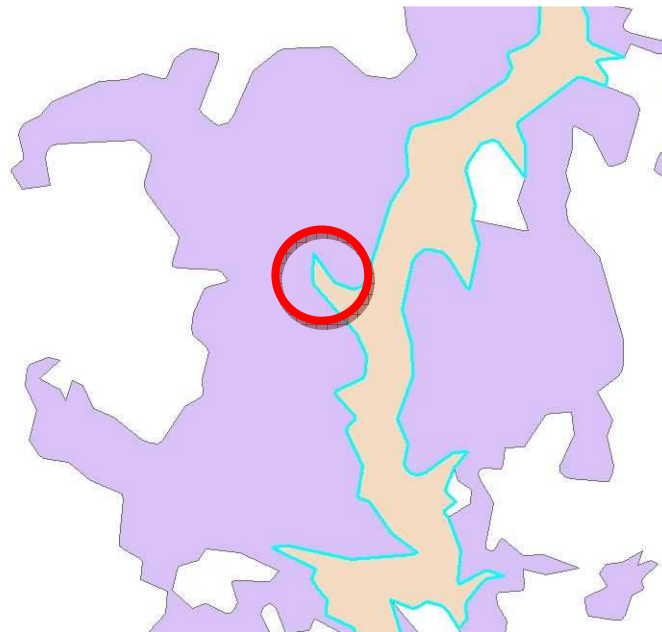
Název obce s rozšířenou působností - Jaroměř

Řešení:

- 1) Otevřeme ArcMap a do něj načteme prvkovou třídu **ZakladniSidelniJednotkyPolygon**.
- 2) Pomocí *Select By Attribute* vyhledáme podle kódu ZSJ (KOD_ZSJ) základní sídelní jednotku.
- 3) Pomocí funkce *Identify* vyvoláme zobrazení informací o vybraném objektu.
- 4) Procházením stromu informací zjistíme požadované informace.

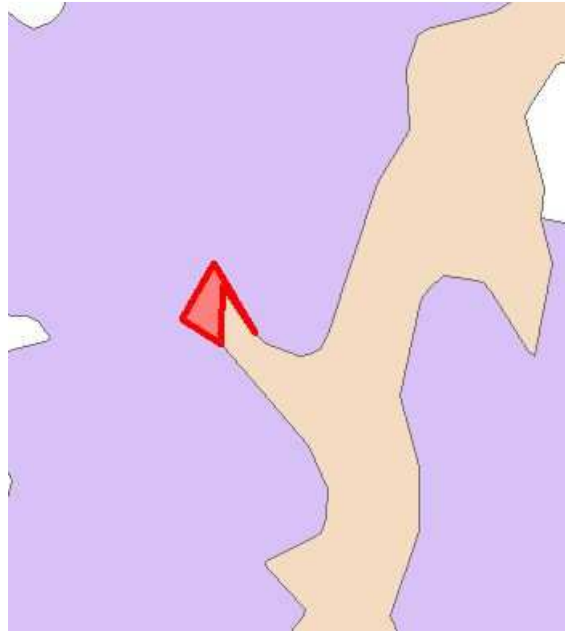
5.2 Topologická pravidla

Zadání: Úprava břehové linie vodní plochy Orlické přehrady libovolně směrem do lesa. Přibližně v místech dle obrázku 5.4. Po provedení úpravy břehové linie proveďte kontrolu topologie.




Obrázek 5.4: Zadání - místo změny průběhu břehové čáry

Možné řešení:




Obrázek 5.5: Vytvořená topologická chyba

Postup řešení:

- 1) Načíst vrstvy **Lesy, VodníPlochy a topologii topo_PudniKryv** do ArcMap.
- 2) Pomocí **Select By Attribute** vyhledat vodní nádrž Orlík.
- 3) Zobrazit **Toolbar Editace a Topology** (pokud nejsou zobrazeny). *Customize -> Toolbars -> Editor (Topology)*
- 4) Zahájit a provést editaci břehové linie vodní nádrže. Po provedení editace vše uložit a zůstat v režimu editace.
- 5) V **Toolbar Topology** vybrat topologii **Select Topology** . Tu nastavit podle obr. 5.5.



Obrázek 5.6: Výběr topologie, převzato z ArcMap

- 6) Spustit validaci topologie **Validate Topology In Current Extent** .
- 7) Zobrazit nalezenou topologickou chybu.
- 8) Pomocí editace prvkové třídy **Lesy** opravit topologickou chybu.

5.3 Příklady využití geometrické sítě vodních toků

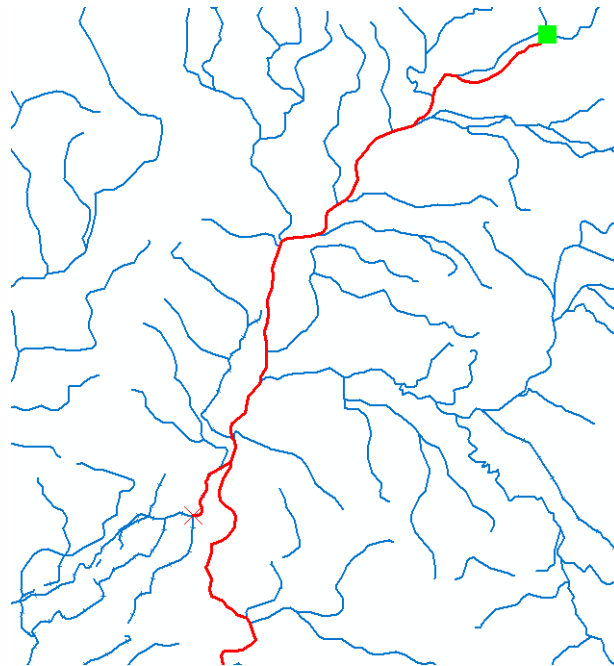
5.3.1 Znečištění

Tento příklad prezentuje možnosti využití geometrické sítě při predikci šíření znečištění.

vodním tokem.

Zadání: Na místě o souřadnicích: X=1023912,14 m a Y=625903,20 m. Došlo ke znečištění vodního toku. Určete kudy se může dál znečištění šířit a zda dojde k jeho zastavení instalací bariéry na souřadnice X=1050334,41 a Y=645391,481.

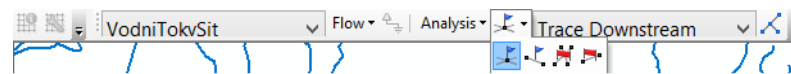
Výsledek: Instalací norné stěny nebude úplně zabráněnou šíření.



Obrázek 5.7: Výsledek šíření znečištění

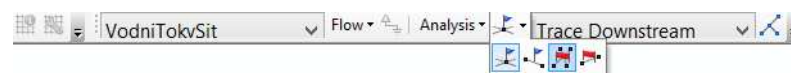
Řešení:

- 1) Pomocí nástroje *Go To XY* zadáme hledané souřadnice. Pozor na správné zadání.
- 2) Dále využijeme nástroje s toolbox *Utility Network Analyst* a k místu znečištění umístíme "vlaječku" pomocí *Add Edge Flag Tool* (obr 5.8).



Obrázek 5.8: Vložení místa znečištění, převzato z ArcMap

- 3) Dohledáme místo umístění norné stěny a na toto místo se umístí bariéra *Add Junction Barrier Tool* (obr. 5.9)



Obrázek 5.9: Umístění bariéry, převzato z ArcMap

- 4) V nastavení se toolbar *Utility Network Analyst* -> *Analysis* -> *Options*. V dialogu nastavení přejdeme na kartu výsledky (*Results*). Zde můžeme nastavit barvu zobrazených výsledků, zda se tak budou obarvovat pouze hrany, uzly nebo oboje.

- 5) Z nabídky funkcí vybereme *Trace Upstream* a provedeme analýzu *Solve* .

5.3.2 Určení povodí

Jedná se o úlohu určení zda vodní tok spadá do povodí příslušné dílčího vodního toku

Zadání: Určete zda uvedené vodní toky spadají do povodí Berounky - Telecí potok, Otočinský potok, Mže, Kornatický potok, Klabava, Oslava.

Výsledek: Do povodí Berounky spadají vodní toky: Telecí Potok, Mže, Kornatický potok a Klabava.

Řešení:

- 1) Pomocí nástroje *Select Layer by Attribute* - vybereme zadaná vodní toky včetně Berounky. K výběru je nejlépe využít atributu NAZEV_ASCII.
- 2) Dále využijeme nástroje s toolbox *Utility Network Analyst* a k místu ústí Berounky do Vltavy umístíme "vlajčku" pomocí *Add Edge Flag Tool* (obr 5.8).
- 3) Z nabídky funkcí vybereme *Trace Upstream* a provedeme analýzu *Solve*.
- 4) Posoudíme, které z vybraných vodních toků se nachází v povodí Berounky.

5.3.3 Určení úmoří

Jedná se o úlohu určení do kterého moře odtече voda z daného vodního toku

Zadání: Určete do kterého úmoří spadá vodní tok Břimovka

Výsledek: Břimovka náleží do úmoří Černého moře.

Řešení:

- 1) Pomocí nástroje *Select Layer by Attribute* - vyhledáme zadaný vodní tok. K výběru je nejlépe využít atributu NAZEV_ASCII.
- 2) Dále využijeme nástroje s toolbox *Utility Network Analyst* a k místu ústí vodního toku umístíme "vlajčku" pomocí *Add Edge Flag Tool* (obr 5.8).
- 3) Z nabídky funkcí vybereme *Trace Downstream* a provedeme analýzu *Solve*. Posoudíme do kterého úmoří bude voda odtékat.

5.4 Úlohy nad síťovou datovou sadou silnic

V této části je představen jeden z příkladů analýz, které umožňuje provést síťová datová sada.

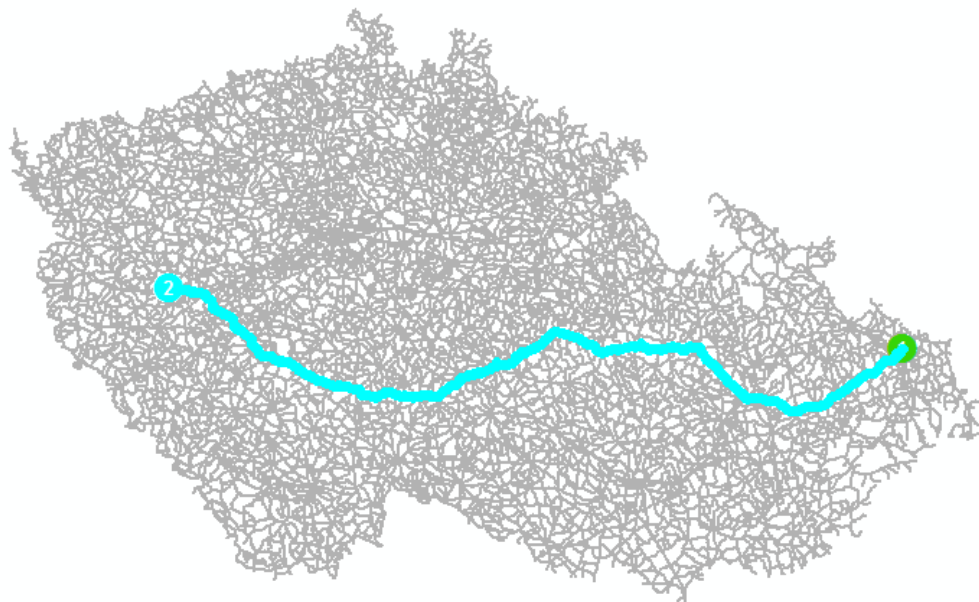
5.4.1 Nelezení optimální cesty

Úloha nalezení nejlepší cesty hledá takovou cestu, které nejlépe splňuje naše nároky definované náklady. Principem řešení je nalezení takové cesty, která minimalizuje dané náklady (časové nebo vzdálenostní). Řešení úlohy je možné provádět v prostřední ArcMap, ale také geoprocessingovými nástroji.

Zadání: Proveďte analýzu nalezení nejlepší cesty pro trasu Ostrava - Plzeň. Při řešení využijte hierarchie silniční sítě a nejlepší cestu najděte z pohledu nejkratšího času trvání cesty a poté také vzdálenosti. Způsob řešení (ArcMap nebo nástroje geoprocessingu je volitelný). Při řešení není uvažováno zastávek ani žádných omezení.

Výsledek:

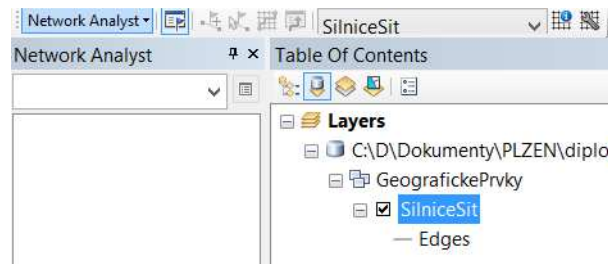
Nalezená nejkratší cesta o délce 433,370 km.



Obrázek 5.10: Řešení hledání optimální cesty z Ostravy do Plzně

Řešení (ArcMap):

- 1) Zapněte ArcMap
- 2) Pokud není, povolte extenzi Network Analyst
- 3) Do mapového okna přidejte příslušný síťový dataset z inovovaného datového modelu ArcČR
- 4) Po zobrazení hlášky *Adding network Layer* zadejte **No** (pokud chcete načíst pouze síťový dataset bez kartografické reprezentace), pokud chcete i kartografickou reprezentaci zadejte **YES**
- 5) Pokud nemáte, zobrazte panel nástrojů *Network Analyst*, zobrazte jej. Pro zobrazení klikněte na *Customsize -> Toolbars -> Network Analyst*.
- 6) Zobrazte okno *Network Analyst* (na obrázku 4-5 v levo). Pokud okno není zobrazeno, zobrazíte ho kliknutím na *Network Analyst windows* (na obrázku 4-5 v pravo od *Network Analyst*).
- 7) Pokud máte otevřeno více síťových datasetů, ujistěte se, že aktivní je ten správný. Aktivní dataset je uveden v dialogu *Network dataset* (na obrázku 4-5 je uveden *SilniceSit*).
- 8) Vyberte novou analýzu cesty. Na panelu *Network analyst ->Network Analyst -> New Route*. Nově vytvořená vrstva síťové analýzy se objeví v okně *Network Analyst*.
- 9) U vrstvy síťové analýzy *Route* otevřete dialogové okno nastavení vrstvy *Properties...*, a přejděte na záložku nastavení analýzy *Analysis Settings*.
- 10) Proveďte požadované nastavení pro analýzu. V našem případě zaškrtnutí *Use Hyerarchy*. a zvolení impedance podle typu analýzy (nejkratší cesta- vzdálenost, nejrychlejší cesta - čas).



Obrázek 5.11: Okno Network Analyst, převzato z ArcMap

11) Do analýzy zadejte dvě zastávky, které odpovídají poloze měst Ostrava a Plzeň. K tomuto účelu využijte nástroj *Create Network Locations Tool*, kterým umístíte zastávky do míst odpovídajícím poloze Ostrava a Plzeň. Druhou (doporučenou) možností je načtení dat využitím funkce *Load Location*.

12) Klikněte na tlačítko *Solve*

5.5 Určení průměrné nadmořské výšky v okrese

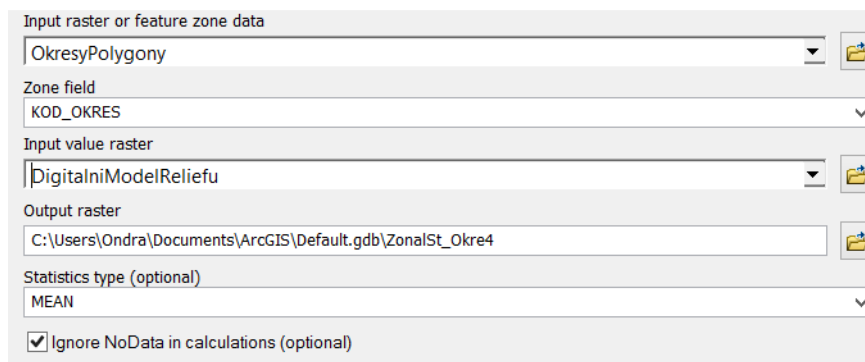
Zadání: Určete průměrnou nadmořskou výšku v okrese Trutnov. Výšku určete s využitím digitálního modelu reliéfu a poté také s využitím terénní datové sady.

Výsledek: Digitální model reliéfu - 581,54 m; TIN (terénní datová sada) - 589,05 m

Řešení:

Digitální model reliéfu:

- 1) Pomocí *Select by Attribute* vybereme z prvkové třídy **OkresyPolygon** okres Trutnov.
- 2) Pomocí nástroje *Zonal Statistic* s nastavením *Statistics type MEAN* (obr. 5.12) provedeme výpočet.

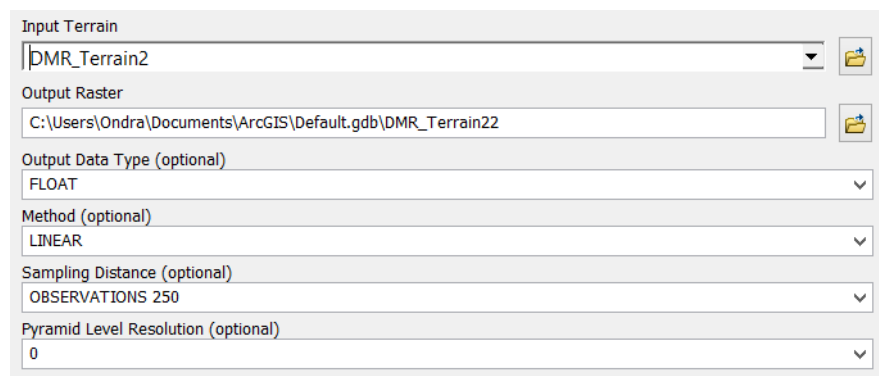


Obrázek 5.12: Dialog nástroje Zonal Statistic, převzato z ArcMap

- 3) Z vlastností vrstvy určíme hledanou hodnotu.

TIN (Terrain dataset):

Postup zpracování je totožný jako u digitálního modelu reliéfu, jen je předním nutné převést Terrain dataset na rastr nástrojem *Terrain to raster* (obr. 5.13)



Obrázek 5.13: Dialog nástroje Terrain to raster, převzato z ArcMap

6 Diskuze

Zpracovaný návrh inovovaného datového modelu ArcČR500, v sobě odráží možnosti komponent formátu ESRI geodatabáze. Tyto komponenty jsou popsány v teoretické části práce. Inovovaný formát odpovídá způsobu, ke kterému by měl být primárně využit a to je výuka. Proto je ve formátu prezentováno větší množství komponent formátu ESRI. Inovovaný formát poskytuje širší možnosti využití těchto dat, nebylo cílem práce dosahovat lepšího nebo efektivnějšího způsobu uložení dat. Původní datový model je poplatný způsobu využití pro který ho autoři vytvářeli a to jako podkladová data a data pro základní analýzy. Inovovaný datový model toto využití rozšiřuje například o možnosti síťových analýz nebo analýz geometrické sítě. Součástí řešené úlohy není jen datový model, ale i postup převedení dat. V této části došlo k výraznému posunu směrem k automatizaci procesu. Plně automatický být postup zatím nemůže z důvodu omezení ArcGIS. V rámci postupů geoprocessingu zatím nejsou některé nástroje podporovány. Jedná se například o tvorbu síťového datasetu, ukládání kartografické reprezentace a anotací do databáze. Tyto činnosti je zatím možné provést jen pomocí dialogů. Tak bylo postupováno i v případě této práce. Všechny procesy zpracování jsou vytvořeny pro ArcČR 500 verze 3.2 a při změnách ve struktuře novějších verzí nelze garantovat jejich funkčnosti.

Inovovaný datový model, včetně nástrojů a návodů na jeho vytvoření mohou využít ostatní uživatelé pro rozšíření možností využití ArcČR500 ve svých analýzách. Navržené názorné příklady mohou být využity při výuce GIS, zdokonalování svých znalostí, přípravách na zkoušky. Ke studijním účelům mohou sloužit i samotné nástroje na převod dat a tvorbu geodatabáze.

Geodatabáze ArcČR500 v původním formátu ani ve formátu inovovaném zatím nevyužívá možnosti politiky pro spojování a rozdělování (Split and Merge policy). Parametry pro tyto politiky jsou v zásadě nastaveny a to na hodnoty *Default value*, ale tato hodnota není definována. Zpracování této politiky by mělo pozitivní vliv na zachování konzistence dat. Pomocí této politiky by se v názorných příkladech dal velmi dobře ukázat význam domén a subtypů.

V dnešní době je poněkud zavádějící název ArcČR500, od verze 3.0 totiž nejsou zdrojem dat pro geodatabázi mapy měřítka 1 : 500 000. Tento zdroj byl nahrazen daty databáze Data200, respektive pro některé prvky Data50 a Data10.

7 Závěr

Tato diplomová práce byla zpracována za účelem inovací datového modelu geodatabáze ArcČR500, automatizací procesu tvorby modelu a jeho naplnění daty. Současný datový model je plně využitelný k základním GIS analýzám, ke kterým byl navržen. Neumožňuje ale využití dalších možností formátu ESRI geodatabáze a dalších analýz. Myšlenka této práce vycházela ze snahy využít více možností formátu ESRI geodatabáze a s využitím možností a nástrojů ArcGIS maximálně automatizovat proces tvorby inovovaného datového modelu ArcČR a uložení dat v něm. A možné využití při výuce předmětů spojených s GIS.

V teoretické části práce je představen formát ESRI geodatabáze a popsány jednotlivé komponenty tohoto formátu. Popis komponent geodatabáze je strukturován, aby podal základní celkový obraz o možnostech formátu. Neklade si za cíl podrobný popis, který je velmi detailně zpracován v dostupných referenčních příručkách. V části věnované geodatabázi ArcČR500, byl vytvořen chronologický přehled, který dokumentuje vývoj geodatabáze ArcČR500. Z přehledu je patrný jak vývoj obsahu geodatabáze, tak změny ve využívaných podkladových datech.

Inovace datového modelu probíhala v linii konceptuálního modelu, logického modelu a fyzické realizace. Konceptuální model nebyl vytvářen úplně od nuly, ale bylo využito předcházející práce Ing. Čejky. Tento konceptuální model byl přizpůsoben současnému datovému modelu ArcČR500. V tomto datovém modelu nedochází k žádné redukci dat ze stávajícího modelu, a to z důvodu dodržení licenčních podmínek⁵. Do datového modelu byly naopak přidány dvě vrstvy **OstatniPlochy a Odtoky**. Na základě konceptuálního modelu byl vytvořen logický model, kde došlo ke specifikaci logických vztahů mezi vrstvami (topologie a relace). Obdobně jako v konceptuálním modelu ani v logickém modelu nebyly prováděny změny na úrovni odstraňování atributů.

Hlavní těžiště práce bylo v realizaci fyzického modelu geodatabáze a jeho naplnění daty. V této fázi byla ruční tvorba schématu a následný export dat nahrazena návrhem modelů a skriptů pro automatizaci procesu. Tak, aby si uživatel mohl sám provést tvorbu geodatabáze a naplnění daty. ArcGIS bohužel neumožňuje celý proces plně automatizovat. V těchto částech zpracování práce podává uživateli přehledný postup jak provést "ruční" zpracování. Konkrétně se jedná o uložení anotací a kartografické reprezentace do databáze a tvorbu síťové

⁵ Uživatel není oprávněn odstraňovat data.

datové sady. Zpracování je tak automatizováno přibližně z 80%.

Inovovaný datový model zefektivňuje práci s geodatabází ArcČR500 a uložení dat. Umožňuje využití ArcČR500 k dalším složitějším analýzám GIS, například hledání optimální cesty, šíření znečištění a také ve výuce GIS. Pro využití ve výuce bylo vytvořeno několik názorných příkladů využití a analýz. U každého příkladu je kromě zadání prezentován i výsledek a možný způsob řešení.

Nástroje, skripty a návody pro tvorbu inovovaného datového modelu budou publikovány v souladu s licenčními podmínkami ArcČR500. Tak, aby mohl být inovovaný model využit při výuce nebo dalších analýzách. Uživatel při zpracování analýz a výstupů musí brát v patrnost, že podmínky využití ArcČR500 jsou dány licenčními podmínkami. Práce bude představena na Student GIS Projekt 2015

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ESRI. *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/>
- [2] TERMINOLOGICKÁ KOMISE ČÚZK. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí: geodatabáze* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=4460&l=geodatabaze
- [3] The Geodatabase: Modeling and Managing Spatial Data. *ArcNews Online: Winter 2008/2009* [online]. 2009 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.esri.com/news/arcnews/winter0809/articles/the-geodatabase.html>
- [4] JEDLIČKA, Karel. *Geomorfologický informační systém* [online]. Ostrava, 2010 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://gis.zcu.cz/projekty/GmIS/Jedlicka_DSP/Jedlicka_GeomorfologickyInformacniSystem_DSP.pdf. Disertační. Vysoká škola báňská - technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
- [5] ČEJKA, Petr. *Inovace datového modelu ArcČR500* [online]. Plzeň, 2010 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=35881>. Diplomová. ZČU Plzeň. Vedoucí práce Ing. Karel Jedlička.
- [6] Types of geodatabases. *Desktop Help 10.0* [online]. 2012 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/003n00000007000000>
- [7] ESRI. *ArcGIS Help 10.1* [online]. 2013 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/>
- [8] ArcGIS: Geodatabase. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>
- [9] Raster data organization. *ArcGIS Help 10.1* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/009t0000000n000000>
- [10] Mozaiková rastrová datová sada. *ARCDATA PRAHA* [online]. 2010 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/podpora/caste-dotazy/detail/?contentId=109698>
- [11] What is a terrain dataset? *Desktop Help 10.0* [online]. 2010 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/005v00000002000000.htm>
- [12] Terrain Datasets. CHILDS, Colin. *ArcUser Online* [online]. 2011 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.esri.com/news/arcuser/0311/terrain-datasets.html>
- [13] A quick tour of attribute domains. *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/A_quick_tour_of_attribute_domains/001s00000001000000/
- [14] A quick tour of subtypes. *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/A_quick_tour_of_subtypes/005r00000001000000/
- [15] Relationships and ArcGIS. *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/Relationships_and_ArcGIS/004t00000001000000/

- [16] Správa prostorových dat v systému ArcGIS 9.2. *ARCREVUE* [online]. 2005, (3): 4 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://download.arcdata.cz/ArcRevue/2005/3/03-Sprava-prost-dat-ArcGIS-92.pdf>
- [17] Topology in ArcGIS. *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/Topology_in_ArcGIS/006200000003000000/
- [18] Essential geometric networks vocabulary. *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2014 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/002r00000003000000>
- [19] What is a network dataset? *ArcGIS Help (10.2, 10.2.1, and 10.2.2)* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/004700000007000000>
- [20] Understanding connectivity. *ArcGIS Help (10.2, 10.2.1, and 10.2.2)* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/004700000009000000>
- [21] Understanding network attributes. *ArcGIS Help (10.2, 10.2.1, and 10.2.2)* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/00470000000m000000>
- [22] Create a network dataset. *ArcGIS Help (10.2, 10.2.1, and 10.2.2)* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/00470000000w000000>
- [23] What are representations? *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/00s500000004m000000>
- [24] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *ArcČR500 Digitální geografická databáze 1 : 500 000: popis dat 1.0* [online]. Praha, 1997, 21 s. [cit. 2015-05-24].
- [25] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *ArcČR500 Digitální geografická databáze 1 : 500 000: popis dat 2.0* [online]. Praha, 2003, 48 s. [cit. 2015-05-24].
- [26] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *ArcČR500 Digitální geografická databáze 1 : 500 000: popis dat 2.0a* [online]. Praha, 2003, 48 s. [cit. 2015-05-24].
- [27] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *ArcČR500 Digitální geografická databáze 1 : 500 000: popis dat 3.0* [online]. Praha, 2012, 29 s. [cit. 2015-05-24].
- [28] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *ArcČR500 Digitální geografická databáze 1 : 500 000: popis dat 3.1* [online]. Praha, 2013, 30 s. [cit. 2015-05-24].
- [29] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *ArcČR500 Digitální geografická databáze 1 : 500 000: popis dat 3.2* [online]. Praha, 2014, 27 s. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: http://download.arcdata.cz/data/ArcCR_500-3.2-Popis-dat.pdf
- [30] Data200. *ČÚZK: Geoportál* [online]. 2009 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(k0qwxrvr0r3ragzdojxzvash\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy_data200&text=dSady_mapyData200&head_tab=sekce-02-gp&menu=229](http://geoportal.cuzk.cz/(S(k0qwxrvr0r3ragzdojxzvash))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=mapy_data200&text=dSady_mapyData200&head_tab=sekce-02-gp&menu=229)
- [31] ARCDATA PRAHA, S. R. O. *Obecné licenční podmínky: k využití geografické databáze ArcČR 500 v 3.2* [online]. Praha, 2014, 2 s. [cit. 2015-05-24].
- [32] ARCTUR, David a Michael ZEILER. *Designing geodatabase: case studies in GIS data modeling*. Redlands: ESRI Press, 2004, xiii, 393 s. ISBN 15-894-8021-X.
- [33] LONGLEY, Paul. *Geographic information systems*. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2011, xix, 539 p. ISBN 04-707-2144-8.
- [34] TUČEK, Ján. *Geografické informační systémy. Principy a praxe*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 1998, 424 s. ISBN 80-722-6091-X.
- [34] What is ModelBuilder? *ArcGIS Help 10.2* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné

Z:

http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/#/What_is_ModelBuilder/002w00000001000000/

Seznam obrázků

OBRÁZEK 2.1: ZÁKLADNÍ STRUKTURA ESRI GEODATABÁZE A TYPY GEODATABÁZÍ, PŘEVZATO Z [3]	13
OBRÁZEK 2.2: PODROBNÁ STRUKTURA ESRI GEODATABÁZE, PŘEVZATO Z [4]	13
OBRÁZEK 2.3: RASTROVÝ KATALOG. PŘEVZATO Z [9]	16
OBRÁZEK 2.4: RASTROVÁ MOZAIKA, PŘEVZATO Z ESRI	16
OBRÁZEK 2.5: SCHÉMA VYUŽITÍ RASTROVÉ MOZAIKY [10]	17
OBRÁZEK 2.6: TERÉNNÍ DATOVÁ SAD, PŘEVZATO Z [11]	18
OBRÁZEK 2.7: TERÉNNÍ DATOVÁ SADA - UKÁZKA PYRAMID, PŘEVZATO Z [11]	18
OBRÁZEK 2.8: SHLUKOVÁ TOLERANCE, PŘEVZATO Z [17]	22
OBRÁZEK 2.9: ULOŽENÍ LOGICKÉ SÍTĚ V GEODATABÁZI, PŘEVZATO Z [18]	23
OBRÁZEK 2.10: PROPOJENÍ HRAN UVNITŘ SKUPINY - KONCE BODŮ LINIÍ, PŘEVZATO Z [20]	25
OBRÁZEK 2.11: PROPOJENÍ HRAN UVNITŘ SKUPINY - MEZILEHLÉ BODY, PŘEVZATO Z [20]	25
OBRÁZEK 2.12: PROPOJENÍ HRAN UVNITŘ SKUPINY - HRANY BEZ MEZILEHLÉHO BODU, PŘEVZATO Z [20]	25
OBRÁZEK 4.1: NEATOMICKÝ ATRIBUT MEZINÁRODNÍ OZNACENI, PŘEVZATO Z ARCČR500	38
OBRÁZEK 4.2: KONCEPTUÁLNÍ MODEL INOVOVANÉHO ARCČR500	40
OBRÁZEK 4.3: LOGICKÝ MODEL DATOVÉ SADY DMR	42
OBRÁZEK 4.4: ER MODEL DATOVÉ SADY ADMINISTRATIVNÍ ČLENENÍ	44
OBRÁZEK 4.5: ER MODEL TOPOLOGIE V DATOVÉ SADĚ ADMINISTRATIVNÍHO ČLENĚNÍ	45
OBRÁZEK 4.6: MODEL ZOBRAZENÝ V PODOBĚ ESRI STYLU, PŘEVZATO ARCGIS - MODEL BUILDER	47
OBRÁZEK 4.7: MODEL 1_VYTVOR GEODATABAZI A NAPLN JI DATY	50
OBRÁZEK 4.8: ADRESAŘOVÁ STRUKTURA PRO TVORBU A ULOŽENÍ NOVÉHO MODELU ARCČR500	51
OBRÁZEK 4.9: DIALOGOVÉ OKNO MODELU	51
OBRÁZEK 4.10: MODEL PRACOVNI_KOPIRUJ ADMINISTRATIVNÍ ČLENENÍ	52
OBRÁZEK 4.11: MODEL KOPIRUJ MAPY A GEOPRVKY	53
OBRÁZEK 4.12: MODEL VLOZ RASTR	54
OBRÁZEK 4.13: PARAMETRY KÓDOVÉ DOMÉNY PRO PRŮMĚRNOU RYCHLOST	54
OBRÁZEK 4.14: MODEL VYTVOR DOMENU	55
OBRÁZEK 4.15: MODEL PRO NAPLNĚNÍ DATOVÉHO SETU DMR	56
OBRÁZEK 4.16: MODEL PRIDEJ SLOUPCE DO DAT DMR	56
OBRÁZEK 4.17: MODEL NAPLNĚNÍ DATY SLOUPCE VYSKADMR PRO DMR	57
OBRÁZEK 4.18: CONVERT SYMBOLOGY TO REPRESENTATION, PŘEVZATO Z ARCMAP	59
OBRÁZEK 4.19: DIALOG PRO ULOŽENÍ SYMBOLOGIE, PŘEVZATO S ARCMAP	59
OBRÁZEK 4.20: CONVERT LABELS TO ANNOTATION	60
OBRÁZEK 4.21: DIALOG PRO PŘEVOD ANOTACE DO GEODATABÁZE, PŘEVZATO ARCMAP	60
OBRÁZEK 4.22: NASTAVENÍ PARAMETRU RANK PRO TOPOLOGII TOPO_LINIE A ŽELEZNICNÍ STANICE	62
OBRÁZEK 4.23: PŘEHLED DEFINOVANÝCH PRAVIDEL PRO LINIOVÉ (BODOVOU) PRVKOVÉ TRÍDY	62
OBRÁZEK 4.24: NASTAVENÍ RANK PRO TRÍDY V TOPOLOGII TOPO_PUDNÍ KRYV	63
OBRÁZEK 4.25: TOPOLOGICKÁ PRAVIDLA PRO TOPOLOGII TOPO_PUDNÍ KRYV	63
OBRÁZEK 4.26: NASTAVENÍ PARAMETRU RANK PŘI PRVNÍ VARIANTĚ DEFINICE TOPOLOGIE, PŘEVZATO Z ARCCATALOG	64
OBRÁZEK 4.27: NASTAVENÍ PARAMETRU RANK PŘI DRUHÉ VARIANTĚ DEFINICE TOPOLOGIE, PŘEVZATO Z ARCCATALOG	64
OBRÁZEK 4.28: VÝREZ Z ROZKLADOVÉ TABULKY PRO MEZINÁRODNÍ OZNAČENÍ SILNIČNÍCH TAHŮ	65
OBRÁZEK 4.29: LOGICKÝ MODEL REALIZACE VAZBY M:N	67
OBRÁZEK 4.30: MODEL 4A_VYTVORI TERRINE DATASET	68
OBRÁZEK 4.31: NASTAVENÍ PARAMETRŮ CREATE TERRAIN	69
OBRÁZEK 4.32: NASTAVENÍ PARAMETRŮ PRO POHLEDOVÉ PYRAMIDY	70
OBRÁZEK 4.33: NASTAVENÍ PARAMETRŮ PRO TVORBU TERÉNNÍ DATOVÉ SADY	71
OBRÁZEK 4.34: MODEL PRO VYTVOŘENÍ GEOMETRICKÉ SÍTĚ VODNÍCH TOKŮ	72
OBRÁZEK 4.35: TVORBA SÍŤOVÉ DATOVÉ SADY V ARCCATALOG	73
OBRÁZEK 4.36: TVORBA SÍŤOVÉHO DATASETU	73
OBRÁZEK 4.37: NASTAVENÍ HODNOTY PRO NÁKLAD VZDÁLENOST	73
OBRÁZEK 4.38: DEFINICE EVALUATORS	74
OBRÁZEK 4.39: NASTAVENÍ NÁKLADU ČAS	74
OBRÁZEK 4.40: NASTAVENÍ EVALUATORS PRO NÁKLAD ČAS	75
OBRÁZEK 4.41: NASTAVENÍ HIERARCHIE SÍŤOVÉHO MODELU	75
OBRÁZEK 4.42: NASTAVENÍ HODNOT PRO HIERARCHII V SÍŤOVÉ DATOVÉ SADĚ	76
OBRÁZEK 4.43: DIALOG PŘI NASTAVENÍ SÍŤOVÉHO DATASETU	77

<i>OBRÁZEK 4.44: DOKONČENÍ TVORBY SÍŤOVÉHO DATASETU A JEHO "VYBUDOVÁNÍ"</i>	77
<i>OBRÁZEK 5.1: ZOBRAZENÍ PRŮBĚHU SILNIČNÍHO TAHU E55 PŘES ČR</i>	82
<i>OBRÁZEK 5.2: PŘEPNUTÍ ZOBRAZENÍ TABULEK V TABULCE - SILNIC</i>	82
<i>OBRÁZEK 5.3: VYPOČTENÁ DÉLKA ÚSEKU SILNICE E55 NA ÚZEMÍ ČR</i>	82
<i>OBRÁZEK 5.4: ZADÁNÍ - MÍSTO ZMĚNY PRŮBĚHU BŘEHOVÉ ČÁRY</i>	83
<i>OBRÁZEK 5.5: VYTVOŘENÁ TOPOLOGICKÁ CHYBA</i>	84
<i>OBRÁZEK 5.6: VÝBĚR TOPOLOGIE, PŘEVZATO Z ARCMAP</i>	84
<i>OBRÁZEK 5.7: VÝSLEDEK ŠÍŘENÍ ZNEČIŠTĚNÍ</i>	85
<i>OBRÁZEK 5.8: VLOŽENÍ MÍSTA ZNEČIŠTĚNÍ, PŘEVZATO Z ARCMAP</i>	85
<i>OBRÁZEK 5.9: UMÍSTĚNÍ BARITÉRY, PŘEVZATO Z ARCMAP</i>	85
<i>OBRÁZEK 5.10: ŘEŠENÍ HLEDÁNÍ OPTIMÁLNÍ CESTY Z OSTRAVY DO PLZNĚ</i>	87
<i>OBRÁZEK 5.11: OKNO NETWORK ANALYST, PŘEVZATO Z ARCMAP</i>	89
<i>OBRÁZEK 5.12: DIALOG NASTROJE ZONAL STATISTIC, PŘEVZATO Z ARCMAP</i>	90
<i>OBRÁZEK 5.13: DIALOG NASTROJE TERRAIN TO RASTER, PŘEVZATO Z ARCMAP</i>	90

Seznam tabulek

TABULKA 2.1: PŘEHLED VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ, PODLE DRUHU GEODATABÁZE	14
TABULKA 3.1: PŘEHLED VERZÍ ARCČR 500 A JEJICH VYDÁNÍ	29
TABULKA 2.2: TEMATICKÉ VRSTVY ARCČR500 VERZE 1.0	31
TABULKA 2.3: PŘEHLED AKTUALIZACE ADMINISTRATIVNÍHO ČLENĚNÍ.....	32

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Konceptuální model geodatabáze

Příloha č. 2 - Logický model datové sady GeografickePrvky

Příloha č. 3 - ER model AdministrativníhoCleneni

Příloha č. 4 - ER model topologie AdministrativníhoCleneni

Struktura CD

Veverka_DP

- text diplomové práce (veverka_dp.pdf)
- elektronická verze modelů geodatabáze ve formátu vsd a pdf
- zip archiv se strukturou a nástroji pro tvorbu geodatabáze (ArcCR.zip)

Příloha č. 1 - Konceptuální model geodatabáze



Legenda:

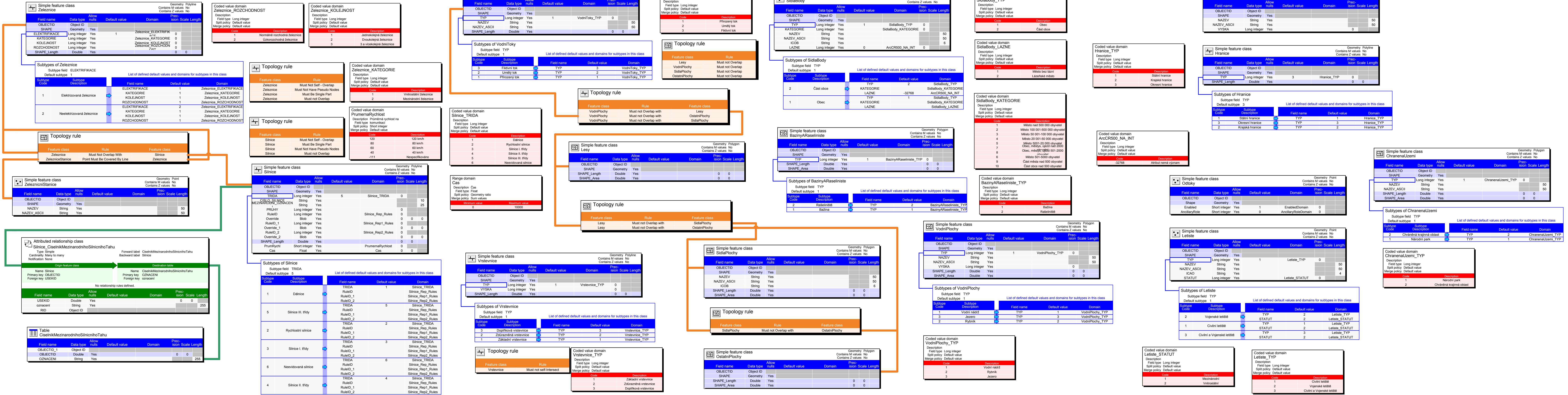
Network dataset
SilnicniSit

Nově vytvořené prvkové třídy

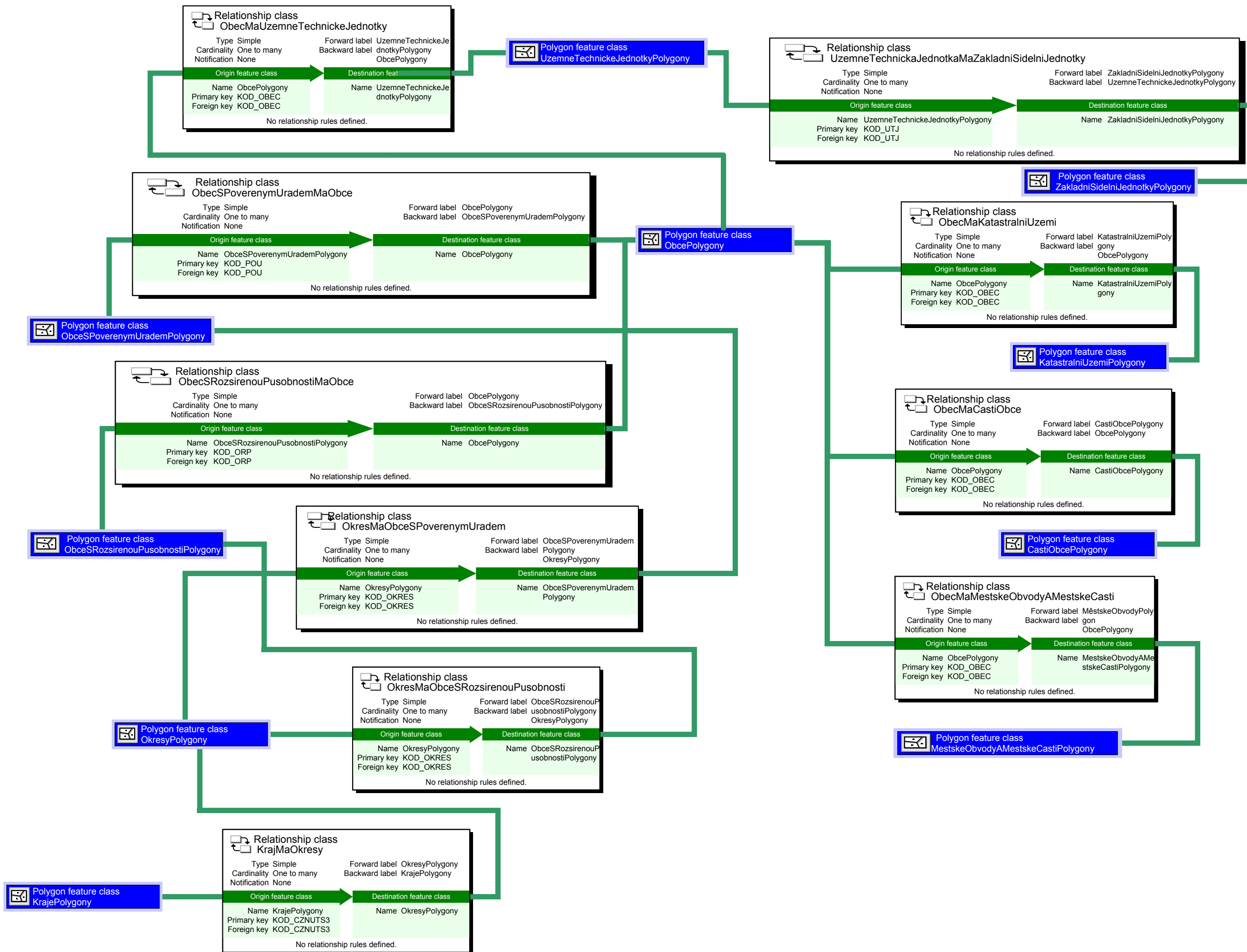
Polygon feature class
StatPolygon

Původní prvkové třídy

Příloha 2 - Logický model - datové sady GeografickéPrvky



Příloha č. 3 – ER model Administrativního Členění



Příloha č. 4 -ER model topologie AdministrativníhoCleneni

