

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

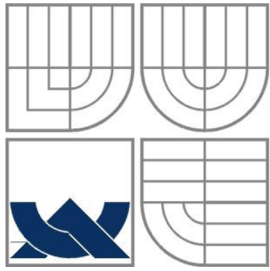
KNIHOVNA ANALYTICKÝCH MODULŮ
PRO SPRÁVU BUDOV V ARCGIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

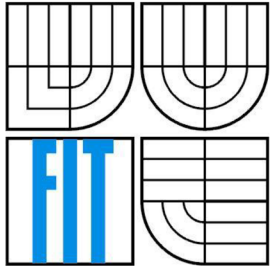
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL CUPÁK

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

KNIHOVNA ANALYTICKÝCH MODULŮ PRO SPRÁVU BUDOV V ARCGIS

ANALYTICAL FRAMEWORK FOR FACILITY MANAGEMENT IN ARCGIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL CUPÁK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN HRUBÝ, Ph.D.

BRNO 2014

Abstrakt

Tato práce řeší návrh a implementaci knihovny analytických modulů pro správu budov a jejích zařízení. Knihovna je navrhnutá pro geografický informační systém ArcGIS a implementovaná v programovacím jazyce Python. Jednotlivé moduly knihovny řeší dílčí problémy při práci s geografickými daty. Lze je také propojovat do větších celků a tak dosáhnout komplexnějších řešení problémů. Centrální koncepce projektu a žurnálovacího systému umožňuje rozšiřitelnost knihovny o nové moduly. Implementovaná sada modulů zpracovává vstupní data dodaná dodavateli a převádí je do struktury geografických dat v ArcGIS. Tento převod dat je v této práci názorně předveden.

Abstract

This thesis deals with design and implementation of analytical modules library for administration of buildings in ArcGIS geographic information system. Individual modules are implemented in Python and solve sub-problems when working with geographical data. They can be also connected to the larger units and then solve problems with greater complexity. Central concept of project and journaling systems makes library extensible with new modules. Implemented set of modules process input data from supplier and converts them to the structure of geographical data in ArcGIS. This conversion is illustrated in this thesis.

Klíčová slova

Management podpůrných systémů, správa budov, informační modelování budov, pasport, geografický informační systém, ArcGIS, žurnálovací systém

Keywords

Facility management, building management, building information modelling, geographic information system, ArcGIS, journaling system, workflow

Citace

CUPÁK, Michal: *Knihovna analytických modulů pro správu budov v ArcGIS*, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2014

Knihovna analytických modulů pro správu budov v ArcGIS

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Hrubého, Ph.D. a že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Michal Cupák
15. května 2014

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Martinu Hrubému, Ph.D., za odborné vedení, konzultace, pomoc a množství přínosných podnětů.

Děkuji také zaměstnancům Oddělení Facility Managementu Masarykovy Univerzity. Zejména pak Mgr. Bc. Davidu Miksteinovi za odborné rady týkající se práce v Arcgis a za uvedení do problematiky facility managementu na Masarykově Univerzitě a dále Mgr. Pavlovi Blažkovi za odborné rady týkající se práce v AutoCADu.

© Michal Cupák, 2014

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

1	Úvod	2
2	Facility management.....	4
2.1	Pojem facility management	4
2.2	Pojem BIM	5
2.3	Zvyklosti Oddělení Facility Managementu Masarykovy Univerzity	6
2.3.1	Polohový a technologický kód	6
2.3.2	Geografický souřadnicový systém.....	8
3	Metody evidence a správy budov	9
3.1	Geografický informační systém.....	9
3.1.1	Reprezentace prostorové informace	10
3.1.2	Reprezentace popisné informace	11
3.2	Programování modulů v ArcGIS	11
3.2.1	Modelbuilder	12
3.2.2	Python a ArcPy	12
3.2.3	Spouštění skriptů	13
4	Návrh koncepce sady modulů	17
4.1	Struktura dat	17
4.1.1	Vstupní data.....	17
4.1.2	Požadovaná výsledná data	17
4.2	Abstraktní pohled na celý projekt.....	18
4.2.1	Žurnálovací systém.....	18
4.3	Struktura projektu.....	19
4.3.1	Reset provedené operace	20
4.3.2	Popis jednotlivých modulů	22
4.4	Práce s moduly	25
5	Implementace sady modulů pro ArcGIS	27
5.1	Šablona modulu	27
5.2	Výsledný toolbox.....	27
6	Případová studie užití.....	28
6.1	Zpracování dat budovy BBA11	28
6.2	Zpracování dat vybrané technologie.....	30
7	Závěr	33

1 Úvod

Správa budov a jejich zařízení je pro velké firmy často složitým úkolem. V malých firmách, které hospodaří jen s malým množstvím místností, či třeba jednou budovou, se takové správy není třeba významně věnovat. V takových případech můžeme mluvit o samosprávě, kdy vše funguje intuitivně a „víceméně samo“. Je to podobné jako při vlastnictví rodinného domu. Pro větší firmy, které hospodaří s více budovami, s velkými prostory, s mnoha místnostmi, je ovšem vhodné, aby se této činnosti věnoval jeden subjekt centralizovaně napříč celou firmou. Tento subjekt může být součástí samotné firmy, ale také může být využito externích firem v rámci tzv. outsourcingu. Subjekt pak vytváří jednotnou metodiku a postupy v rámci celé firmy a dohlíží na správu budov a jejich zařízení. Samotné správy budov mohou nadále fungovat na jednotlivých budovách (areálech), ne vše musí být centralizováno. Důvodů pro založení tohoto subjektu existuje spousta. Uveďme si například výraznou ekonomickou stránku zaměřenou na cenové aspekty správy majetku. Dále například potřeba evidence a přehledu nad prostory, kterými firma hospodaří, nad kanceláři, jejich plochami, možnostmi, vybaveností a využitelností a v bezprostřední řadě také problematika organizace a řízení. Tímto vším se mimo jiné zabývá tzv. facility management, který je dále popsán v kapitole 2.

Tato data o budovách a jejich zařízení je třeba udržovat stále aktuální. To při větším množství budov může činit problém. Uvědomme si například, že každou menší rekonstrukci je také třeba zaznamenat. Proto je nutné zavést určitá pravidla a metody pro evidenci a správu těchto dat. Vhodné využití zde nalézají geografické informační systémy, které jsou pro tuto správu navrženy. Jedním z takových systémů je například ArcGIS. Metodám evidence a správy budov a také systému ArcGIS se dále věnuje kapitola 3.

Cílem této práce je usnadnění a částečné zautomatizování často prováděných operací nad daty o budovách a jejich zařízeních. Práce je zaměřena na vstup, zpracování a převedení těchto dat do struktur užívaných Oddělením facility managementu Masarykovy Univerzity (OFM MU) v geografickém informačním systému ArcGIS. Data o všech budovách a zařízeních, s kterými Masarykova Univerzita (MU) hospodaří, jsou poté udržována v jednotné podobě. To umožňuje a usnadňuje přístup, udržení, aktualizaci a prezentaci těchto dat. Práci nad těmito daty nelze nikdy plně zautomatizovat, protože geografická data často podléhají velké chybovosti. Nejvíce chyb vzniká lidským faktorem při tvorbě těchto dat. Tuto chybovost lze částečně minimalizovat vhodným návrhem uložení dat, sadou kontrolních nástrojů atd., ale lidský faktor chybovosti nikdy zcela vyloučit nelze. Cílem této práce je tedy vytvořit knihovnu modulů, která usnadní a urychlí práci s geografickými daty o budovách a jejich zařízeních dodanými externími dodavateli. Pro vytvoření této knihovny bylo potřeba se zamyslet nad propojením jednotlivých modulů, nad tokem dat, nad ukládáním mezivýsledků a celkovým sjednocením modulů tak, aby byla knihovna využitelná a dále rozšiřitelná. Tímto se dále zabývá kapitola 4, ve které je navrhována koncepce knihovny a popsána práce s moduly.

Kapitola 5 popisuje implementaci funkčních prostředků knihovny a jednotlivých modulů a dále obsahuje popis práce s moduly a jejich propojení do větších celků.

V kapitole 6 je podrobně popsána případová studie převedení dat dodaných externími dodavateli do struktur zaběhlých v OFM MU za pomoci knihovny modulů pro ArcGIS implementované v rámci praktické části této práce.

V závěrečné kapitole 7 jsou shrnuty výsledky a přínos celé práce. Kapitola dále shrnuje poznatky z použití knihovny analytických modulů pro správu budov v ArcGIS a dále rozebírá použitelnost, rozšiřitelnost a možnost dalšího rozvoje knihovny a navrhuje moduly, které by mohly v rámci knihovny dále vzniknout.

2 Facility management

Definovat obor facility management není úplně jednoduché, stejně jako definovat oblast, ve které tento obor působí. V případě facility managementu se totiž jedná o multioborovou organizaci podpůrných služeb a jejich řízení v oblasti správy objektů a budov. Toto promyšlené pojetí způsobu řízení poté vede k uvědomělému procesnímu a projektovému řízení organizační jednotky. Cílem facility managementu je integrace, zajištění a rozvoj služeb podpůrných procesů, které podporují a zvyšují efektivnost základní činnosti v rámci organizační jednotky [7].

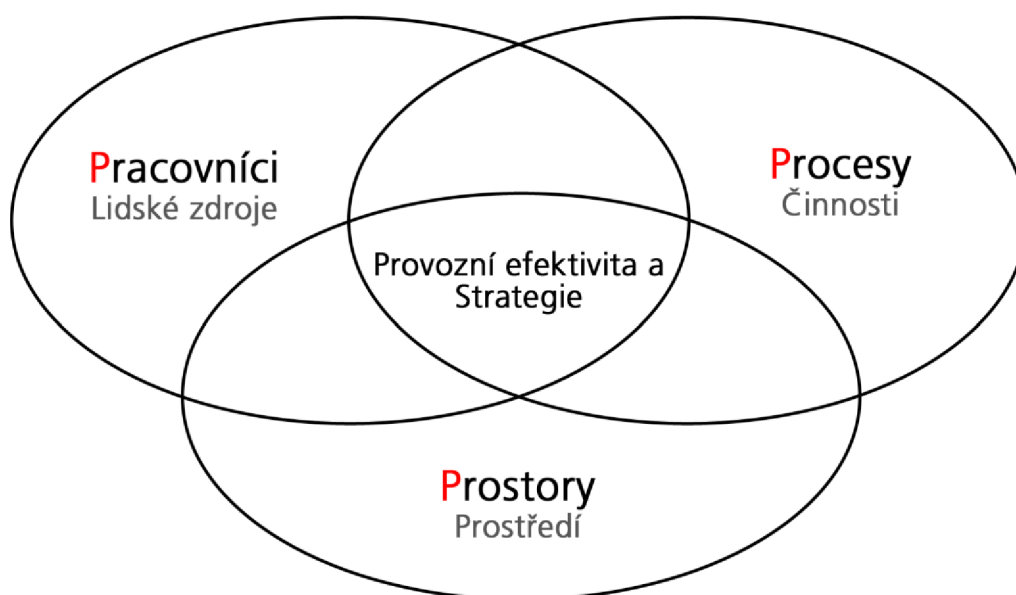
Pro přeložení významu jednotlivých slov facility management nacházíme v českém jazyce spoustu variant. Facility může znamenat zařízení, vybavení, možnost, obratnost, snadnost, lehkost, ad. Management lze přeložit jako řízení, správa, vedení, ad. Obor facility management je zaštiťován Mezinárodní profesní organizací IFMA (International Facility Management Association). Česká pobočka IFMA již při svém vzniku rozhodla, že se nebude hledat vhodný český ekvivalent, ale ponechá se mezinárodně respektovaný a zažitý termín facility management [1]. Obecně lze ale facility management nejlépe přeložit jako systém řízení podpůrných procesů.

2.1 Pojem facility management

Univerzální definice pojmu facility management (FM) neexistuje. Po celém světě vzniklo mnoho různých variant definice tohoto pojmu. Všechny ale převážně vychází z původní definice asociace IFMA:

„Facility management je metoda, jak v organizacích sladit pracovní prostředí, pracovníky a pracovní činnosti. Zahrnuje v sobě principy obchodní administrativy, architektury, humanitních a technických věd.“ [1]

Tuto definici lze také graficky znázornit (Obrázek 2-1). Oblast označená „Pracovníci“ zahrnuje lidské zdroje, tzn. zaměstnance, pracovní týmy, skupiny, ad. Oblast označená „Procesy“ zahrnuje činnosti, tzn. náplň práce, projekty, úkoly, ad. Tyto dvě oblasti se vyskytují ve všech oborech řízení. Jednoduše řečeno jde o soubor činností určených pro danou skupinu lidí. Poslední oblast označená „Prostory“ je specifická právě pro facility management. Tato oblast zahrnuje obecně prostředí, tzn. budovy, místnosti, zařízení budov, ad. Cílem zavedení FM je tedy nastavení koncepce integrovaného řízení pracovního prostředí, pracovníků a pracovních činností tak, aby bylo dosaženo efektivnějšího provozu a správy budov a jejich zařízení.



Obrázek 2-1 - Definice facility managementu [2]

Pro úplnost si ještě uvedme definici z evropské normy ČSN EN 15 221:

„Facility management pokrývá a slučuje velmi širokou škálu procesů, služeb, činností a zařízení. Rozhraní mezi základními činnostmi a podpůrnými službami je stanoveno individuálně každou jednotlivou organizací.

Základním konceptem facility managementu je zajištění integrovaného řízení na strategické a taktické úrovni tak, aby došlo ke sladění dohodnutých poskytovaných podpůrných služeb (FM-služeb). Toto vyžaduje specifické odborné způsobilosti a tím se facility management odlišuje od izolovaného obstarání jedné nebo více služeb.“ [3]

2.2 Pojem BIM

Informační modelování budov (Building Information Modelling – BIM, někdy označován jako pasport budov) je proces vytváření a správy dat o budově a jejích zařízeních během celého životního cyklu budovy [4]. BIM tedy také zajišťuje a udržuje aktuální a věrohodná data o stavu budov a jejích zařízeních. Tato data nachází využití ve všech oblastech FM.

Na Informační modelování budov existují dva pohledy a podle nich je třeba BIM rozlišovat. A to BIM jako model a BIM jako proces [9]. „BIM model“ představuje informační databáze, která zahrnuje veškeré informace využitelné během celého životního cyklu budovy. Tyto informace mohou zahrnovat kompletní data od prvotního návrhu, přes výstavbu, správu budovy, rekonstrukce až po demolici této budovy, včetně ekologických dopadů, likvidace, materiálu a uvedení staveniště do původního stavu. Všichni účastníci stavebního procesu by měli do této informační databáze přispívat svým dílem. Nejedná se ale o uložení všech vědomostí a dat, ale o sdílení informací užitečných pro ostatní účastníky stavebního procesu. „BIM proces“ pak představuje proces modelování nad BIM modelem. Jedná se zde převážně o komplexní proces výměny a sdílení informací mezi jednotlivými profesemi. Nad BIM modelem lze také provádět různé simulace a analýzy. Výsledkem BIM procesu je taková koordinace,

která odhalí případné kolize již v době návrhu, sníží náklady při výstavbě a hlavně pak sníží náklady v provozu. [9]

Tato bakalářská práce se bude dále soustředit především na evidenci a správu zařízení budov v geografických informačních systémech, tzn. jedná se o zde uvedený BIM.

2.3 Zvyklosti Oddělení Facility Managementu Masarykovy Univerzity

V rámci Oddělení Facility Managementu Masarykovy Univerzity jsou data o budovách vytvářena a spravována ve formě digitální pasportizace, kterou můžeme dále rozdělit na tři základní části:

- Stavební pasport – informace o budovách a místnostech ve vlastnictví nebo v užívání Masarykovy Univerzity
- Technologický pasport – informace o technologiích a zařízeních instalovaných a užívaných v těchto budovách
- Pasport vnějších ploch – informace o vnějších plochách ve vlastnictví nebo v užívání MU

2.3.1 Polohový a technologický kód

V rámci OFM MU bylo nutné zavést jednoznačné určení každé evidence. K tomu slouží tzv. polohový kód MU. Tento kód je unikátní pro každou lokalitu, budovu, podlaží i místnost. Pro evidenci jednotlivých zařízení v budově se k polohovému kódu přidává tzv. technologický kód. Ten dále specifikuje systém a prostředek systému daného zařízení a pořadové číslo tohoto prostředku v místnosti určené polohovým kódem.

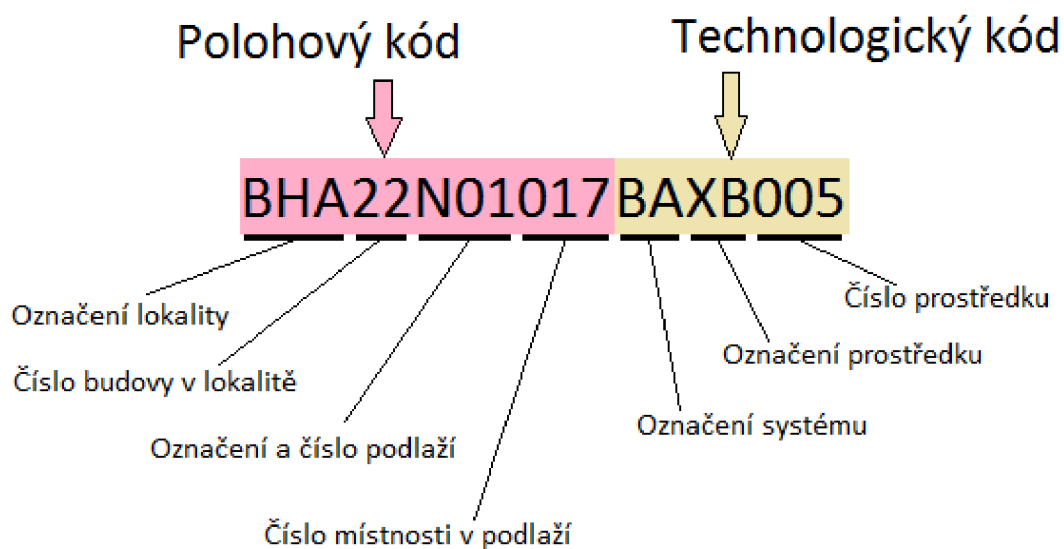
Takový kompletní identifikační kód zařízení se pak často označuje jednoduše jako technologický kód zařízení, který je složen z polohové a technologické části kódu. Jednotlivé dílčí části kódu jsou jasně specifikované v [5, 10] včetně přípustných hodnot, viz Tabulka 2-1.

	Dílčí část kódu	Počet znaků	Přípustné hodnoty
Polohový kód	Identifikace lokality	3	velké alfabtické znaky A-Z
	Identifikace budovy	2	čísllice 0-9
	Znak pro podlaží	1	N - nadzemní, P - podzemní, S - střecha, M - nadzemní mezonet, Z - podzemní mezonet
	Číslo podlaží	2	čísllice 0-9
	Číslo místnosti	3	čísllice 0-9
	Rezerva pro označení místnosti (volitelně pro případ rozdělení stávající místnosti)	0-1	malý alfabtický znak a-z
	Technologický kód	System	2
Prostředek		2	velké alfabtické znaky A-Z
Číslování prostředku		3	čísllice 0-9

Tabulka 2-1 - Dílčí rozdělení identifikačního kódu zařízení

Z tabulky (Tabulka 2-1) vyplývá, že celková délka polohové části kódu musí být 11 – 12 znaků a celková délka technologické části kódu musí být vždy přesně 7 znaků. Celkový identifikační kód zařízení má tedy délku 18 – 19 znaků.

Označení lokalit, podlaží, systémů a prostředků vychází z Metodiky technologického pasportu [5] a z Registru technologických prostředků (Registr TP) [6]. Příklad správného kompletního identifikačního kódu zařízení včetně znázornění jednotlivých částí je uveden na obrázku (Obrázek 2-2).



Obrázek 2-2 - Polohový a technologický kód

2.3.2 Geografický souřadnicový systém

OFM MU používá pro zobrazení objektů souřadnicový systém S-JTSK (Jednotná trigonometrická síť katastrální) [11]. Systém S-JTSK byl vytvořen pro území České republiky a Slovenska. Pro ČR je uznáván jako základní souřadnicový systém.

3 Metody evidence a správy budov

Při správě a provozu budov je nezbytné udržovat informace o těchto budovách. Toho lze docílit pomocí dvou základních typů uchování informací:

- Papírová dokumentace
- Elektronická dokumentace

Papírová dokumentace je i v dnešní době běžnou formou uchování informací a podléhá i určitému typu strukturovanosti, kdy se informace na papíře ukládají do šanonů, šanony pak do větších archivních boxů, skříní. V této podobě se běžně vyskytují například stavební plány starších budov.

Elektronická dokumentace je však v dnešní době mnohem rozšířenější. Umožňuje výraznější a efektivnější využití takto uložených informací, jako například:

- Propracovanější strukturovanost informací
- Rychlejší vyhledání a poskytnutí požadované informace
- Snadné třídění informací
- Rychlejší slučování informací z různých zdrojů

Elektronická dokumentace umožňuje ukládání informací (elektronických dat) v několika různých podobách. Hovoříme o tzv. standardních modelech pro uchování dat [7]:

- Textová data – prosté uložení informací v textu
- Tabulková data – strukturovaně uložená data
- Databázová data – strukturovaná data s vazbami mezi sebou roztríděná do hierarchických struktur
- Grafická data – výkresové dokumentace, mapy, fotografie

Při evidenci a správě budov má každá budova, podlaží i místnost přiděleny atributy, které daný objekt popisují. Obdobně je tomu i u technických zařízení, stavebních prvků, technologií a jiného majetku. Proto je nezbytné propojit grafická data s daty tabulkovými. To umožňuje geografický informační systém, který ukládá data souhrnně v podobě tzv. geografických dat (viz následující kapitola).

3.1 Geografický informační systém

Geografický informační systém (GIS) slouží pro efektivní správu všech forem geografických informací. GIS zajišťuje získávání, ukládání, upravování, obhospodařování, analyzování a zobrazování těchto informací. GIS nelze chápat pouze jako software určený pro výše popsané činnosti. Součástí GIS je také hardware, personál, způsob použití a velice důležitou částí GIS jsou také geografické informace (geografická data). [8, 12]

Geografická data v sobě sdružují a propojují více základních typů informací [8]:

- Prostorová informace – pozice, tvar, velikost vycházející z grafických dat
- Popisná informace (atributová data) – další vlastnosti objektu (např. název, výstupní napětí, počet zdrojů, ad.) vycházející z tabulkových, případně databázových dat
- Volitelně časová informace – dynamické vlastnosti (např. datum poslední poruchy/výpadku)

3.1.1 Reprezentace prostorové informace

V papírové dokumentaci se pro reprezentaci prostorové informace využívá těchto tří základních stavebních prvků:

- Bod – malé objekty, u kterých je zbytečné uchovávat jejich rozměr (např. ventil)
- Hrana – úzké dlouhé objekty, u kterých je zbytečné uchovávat jejich šířku (např. silnoproudé rozvody, potrubí)
- Plocha – objekty uzavírající určitou oblast (např. místnost, těleso radiátoru)

Pro prostorové informace v elektronické dokumentaci existují dva modely jejich reprezentace, a to vektorový a rastrový model.

Vektorový model je zaměřen na popis jednotlivých geografických objektů. Pozice každého objektu je určena zobrazením v určitém rovinném souřadnicovém systému a jeho velikost určuje měřítko zobrazení. Základní stavební prvky vektorové reprezentace vychází ze základních stavebních prvků v papírové dokumentaci a tyto prvky dále rozšiřuje [8]:

- Bod – definován souřadnicemi v prostoru
- Linie (hrana) – sekvence sousedících úseček
- Řetězec linií – více linií poskládaných za sebou, navazující na sebe v koncových bodech (uzlech) linií, pokud se počáteční uzel řetězce linií shoduje s koncovým, jedná se o uzavřený řetězec linií
- Plocha – uzavřená linie nebo uzavřený řetězec linií (při přiřazení hodnot pro každý bod plochy hovoříme o tzv. Povrchu)
- Objem – uzavřený 3D objekt složený z ploch

Rastrový model je na rozdíl od vektorového zaměřen na lokalitu jako celek. Je používán pro reprezentaci spojitě měnících se jevů, např. zobrazení výšky terénu. Základním stavebním prvkem je zde tzv. buňka organizovaná dále do tzv. mozaiky. Každá buňka obsahuje hodnoty, které zastupují vlastnosti zkoumané lokality.

Pro přístup k reprezentacím prostorových informací lze využít tzv. vrstvý nebo objektový přístup.

Ve vrstvovém přístupu se jednotlivé objekty organizují ve vrstvách. Vrstvy jsou tematicky zaměřeny a obsahují vždy pouze navzájem podobné objekty patřící k danému tématu. To umožňuje snadnější zorganizování objektů a specifický přístup k údajům pro každou vrstvu.

Objektový přístup je založen na principech objektově orientovaného programování. Každý objekt má určité vlastnosti (atributy) a chování (metody). Objekty se sdružují do tříd, vznikají hierarchické vztahy (rodič > potomek) a je možné dědit atributy a metody objektů.

3.1.2 Reprezentace popisné informace

V GIS se popisné informace (atributová data) ukládají v separátních datových modelech vycházejících ze standardních modelů uchování dat. Jedná se převážně o tabulková a databázová data. Opět existuje několik možností přístupů k atributovým datům, a to přímý přístup a přístup pomocí SŘBD (Systém řízení báze dat).

Přímý přístup k datům znamená, že klient přímo zpracovává soubory s daty. To s sebou přináší spoustu nevýhod, zejména pak:

- nebezpečí ztráty integrity dat při vícenásobném přístupu
- uložení redundantních dat
- nemožnost využití vztahů mezi tabulkami
- nutná znalost vnitřní struktury uložení dat

Přístup pomocí SŘBD odstraňuje všechny nevýhody přímého přístupu a zaručuje integritu dat. Pro přístup k datům používá standardních prostředků (např. SQL). Klient tedy nutně nemusí znát vnitřní strukturu uložení dat v tabulkách. Tento přístup také umožňuje logické propojení tabulek na základě vazeb mezi nimi (1:1, 1:n, m:n).

3.2 Programování modulů v ArcGIS

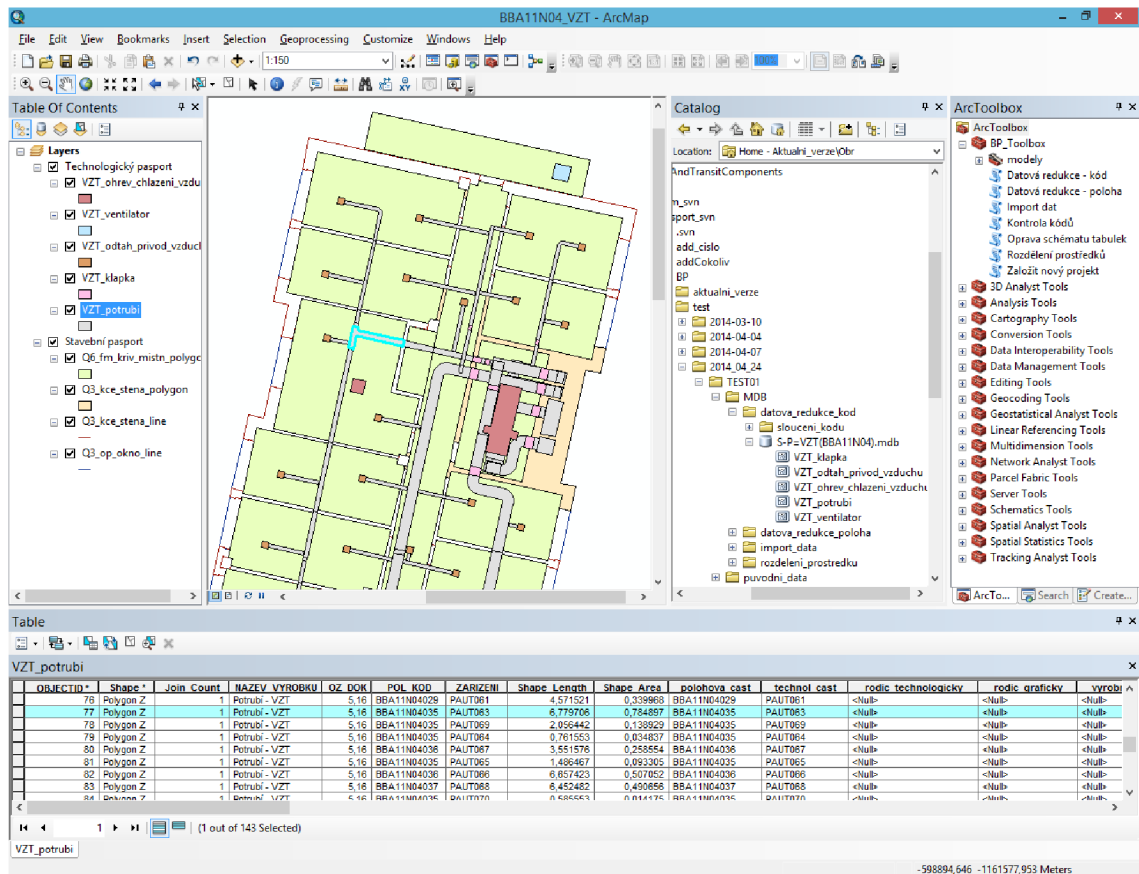
Systém ArcGIS firmy ESRI [14] je vyvinut pro kompletní nasazení GIS na jakékoliv úrovni. Tvoří ho řada škálovatelných produktů dělicích se na desktopové, serverové a vývojářské celky. V novějších verzích nechybí ani řešení pro mobilní aplikace a další specializované nadstavby [13].

Knihovna analytických modulů pro správu budov v ArcGIS vyvinutá v rámci této práce je implementována v aktuální verzi systému ArcGIS for Desktop 10.2. Tento systém je tvořen mimo jiné aplikacemi **ArcMap** a **ArcCatalog**. Systém také obsahuje rozsáhlý soubor nástrojů nazvaný **ArcToolbox** určený pro správu a analýzu geografických dat. Na obrázku (Obrázek 3-1) je zobrazena základní obrazovka aplikace ArcMap. Pro názornost je hlavní obrazovka rozdělena na pět oken, kterými jsou zleva:

- Obsahové okno – zobrazuje vrstvy načtené v aktuálním mapovém dokumentu
- Mapové okno – zobrazuje grafické informace vrstev
- Katalogové okno – katalogový strom pro procházení souborů, databází, vrstev ad.
- Okno s nástroji – obsahuje soubor nástrojů ArcToolbox
- Atributové okno (spodní) – zobrazuje atributové informace vrstev

ArcCatalog pak umožňuje pohodlnější procházení souborů až po jednotlivé vrstvy a záznamy v těchto vrstvách včetně jejich atributů. Samozřejmostí obou aplikací je uživatelská přizpůsobivost. Která okna budou zobrazena a jak budou rozmístěna, záleží pouze na uživateli.

Obě aplikace fungují pod společným systémem ArcGIS, tudíž jsou naprosto provázané. To uživateli umožní pracovat se stejnými daty a i přesto mít oddělené grafické a atributové informace.



Obrázek 3-1 - Základní obrazovka aplikace ArcMap

3.2.1 Modelbuilder

Pro méně složité úpravy je možné použít grafické programovací prostředí **ModelBuilder**. Tento nástroj umožňuje propojování nástrojů z ArcToolboxu do větších celků. Pomocí tohoto nástroje bude také možné řídit jednotlivé moduly knihovny vyvinuté v rámci této práce a propojit je do rozsáhlejších celků provádějících komplexní operace nad vstupními daty.

3.2.2 Python a ArcPy

Pro náročnější operace je v ArcGIS for Desktop integrován programovací jazyk **Python**. Tento univerzální programovací jazyk již umožňuje vytvářet složité a náročné pracovní postupy. Využívá k tomu knihovní balíček ArcPy, který je taktéž součástí systému ArcGIS [15]. Tento balíček je základním kamenem pro přístup k nástrojům zpracování geografických dat. Technicky jsou nástroje pro zpracování geografických dat funkcemi dostupnými z balíčku ArcPy, které jsou v programovacím jazyku Python přístupné stejně jako jeho běžné funkce. Balíček ArcPy dále umožňuje přístup k rozšiřujícím ArcPy modulům a nabízí také širokou škálu užitečných funkcí a tříd pro práci s geografickými daty.

ArcPy modul je soubor obsahující funkce a třídy, které jsou zaměřené na určitý typ operací. Balíček Arcpy nabízí pět základních modulů:

- Data Access module (arcy.da) – modul pro přístup a práci s daty
- Mapping module (arcpy.ma) – modul pro práci s mapovým dokumentem a vrstvami
- Network Analyst module (arcpy.na) – modul pro analýzu sítě
- Spatial Analyst module (arcpy.sa) – modul pro analýzu prostorových dat
- Time module (arcpy.time) – modul pro práci s časem a časovými zónami

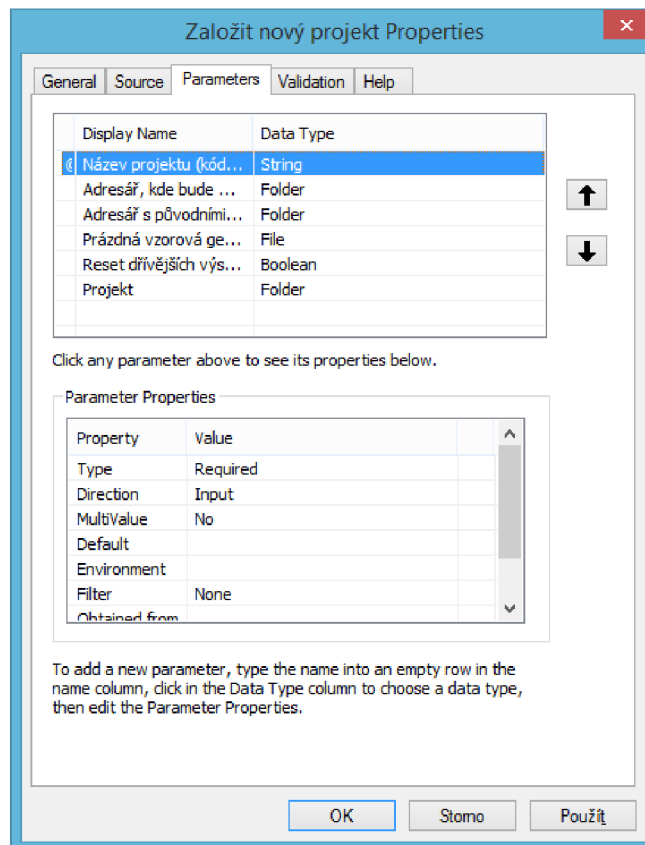
V ArcPy jsou všechny nástroje pro zpracování geografických dat k dispozici jako funkce. Ale ne všechny funkce jsou k dispozici jako nástroje ArcToolboxu. Kromě nástrojů pro zpracování geografických dat totiž ArcPy nabízí celou řadu funkcí pro zlepšení pracovních postupů při zpracování geografických dat v programovacím jazyku Python.

Součástí balíčku ArcPy je také velmi rozsáhlá a podrobná nápověda přístupná jednak na webových stránkách Esri – ArcGIS Resources [15], ale také ve všech aplikacích systému ArcGIS.

3.2.3 Spouštění skriptů

Výsledkem napsaného programu v programovacím jazyku Python je tzv. skript. Pro jeho spuštění je možné využít integrované vývojové prostředí pro Python IDLE, které je výchozí součástí implementace jazyka Python.

Mnohem zajímavější možnosti spuštění Python skriptů však nabízí systém ArcGIS. ArcGIS umožňuje vytvoření vlastního panelu nástrojů (toolboxu). V rámci vlastního panelu nástrojů lze jako nástroje (moduly) přidávat nejen vlastní skripty, ale i modely navržené v ModelBuilderu. Tyto nástroje se pak spouští přímo z aplikací systému ArcGIS (ArcMap, ArcCatalog). Nastavení nástrojů se provádí pomocí speciálního okna „Properties“ (Obrázek 3-2) přístupného po kliknutí pravým tlačítkem myši na nástroj a zvolením „Properties“.



Obrázek 3-2 - Nastavení vlastního nástroje v ArcGIS

Okno Properties daného vlastního nástroje obsahuje pět záložek, pomocí kterých nastavíme vlastní nástroj.

V záložce „General“ se zadává název nástroje a stručný popis. Také je zde na výběr mezi použitím relativních či absolutních cest pro daný nástroj v panelu nástrojů. Poslední volbou v této záložce je velmi důležitý přepínač udávající, zda se má nástroj spouštět v popředí, nebo v pozadí běžící aplikace ArcGISu. Při spuštění v popředí se daný nástroj spustí v novém okně, ve kterém jsou výpisy a výsledky běžícího nástroje okamžitě vypisovány. Při běhu nástroje spuštěného v popředí však nelze s danou aplikací systému ArcGIS dále pracovat, na rozdíl od spuštění nástroje v pozadí, kdy je aplikace systému ArcGIS použitelná běžným způsobem. Při skončení běhu nástroje vyvolá ArcGIS upozornění o tom, zda operace skončila úspěšně či nikoliv. Výstupy operace pak lze shlédnout v okně „Results“ přístupné v záložce „Geoprocessing“ hlavního okna aplikací systému ArcGIS.

V záložce „Source“ se nastavuje cesta k vytvořenému skriptu implementovanému v programovacím jazyce Python.

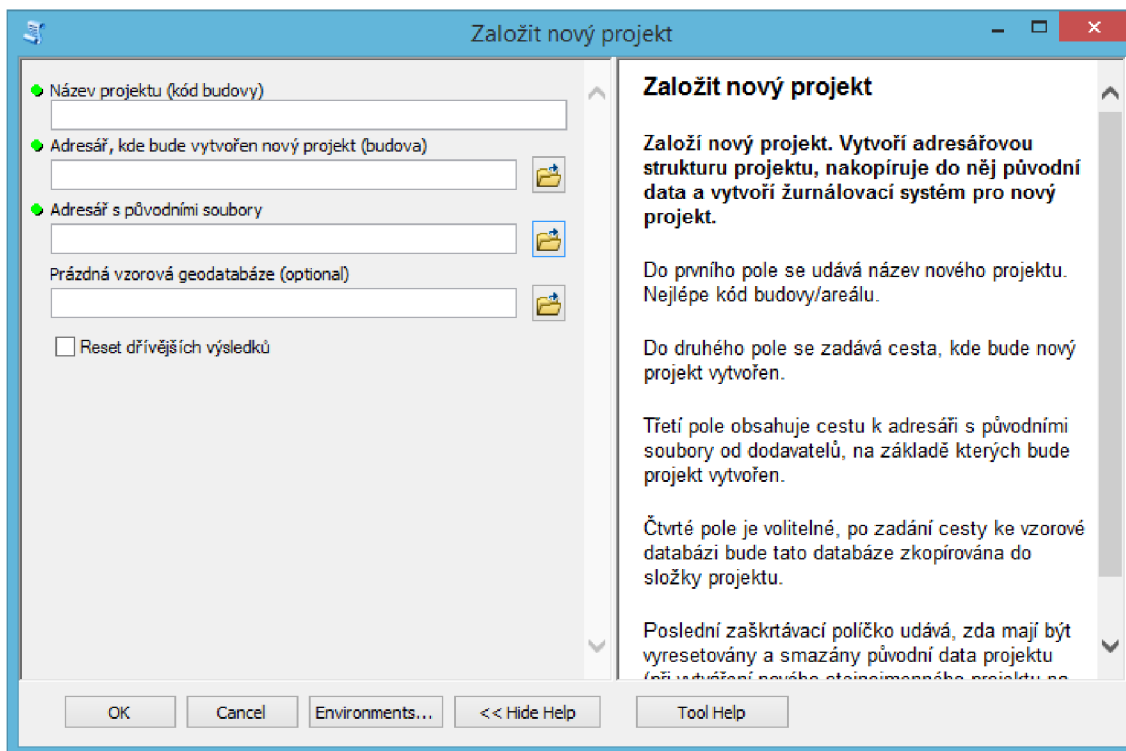
Třetí záložka s názvem „Parameters“ obsahuje definice vstupních a výstupních parametrů vlastního nástroje. Udávají se názvy a typy parametrů. Pro každý parametr je pak možné nastavit jeho typ (povinný/volitelný/odvozený) a směr (vstupní/výstupní). Dále lze nastavit rozšiřující informace o tom, zda se jedná o multihodnotový parametr (např. seznam souborů), předdefinovanou hodnotu parametru, prostředí a případné nabízené možnosti hodnot parametru. U odvozených parametrů se ještě udává, z jakého parametru je tento odvozený parametr získán.

V záložce „Validation“ nabízí ArcGIS velice mocný nástroj, který uživateli usnadňuje a pomáhá při zadávání parametrů. Pomocí programovacího jazyku Python lze provádět operace

nad parametry. Tyto operace se provádějí během zadávání samotných parametrů. Je zde možné provádět kontroly a validace, které už tedy nemusí být součástí samotného skriptu. Dále je zde možné například dohledávat a upravovat parametry na základě zadaných předchozích parametrů (př.: Na základě zadané cesty k adresáři se v daném adresáři vyhledají všechny soubory určitého typu a jako seznam cest k těmto souborům se uloží do nového parametru nabízených hodnot, ze kterých si uživatel vybere, s jakými soubory bude nástroj pracovat.)

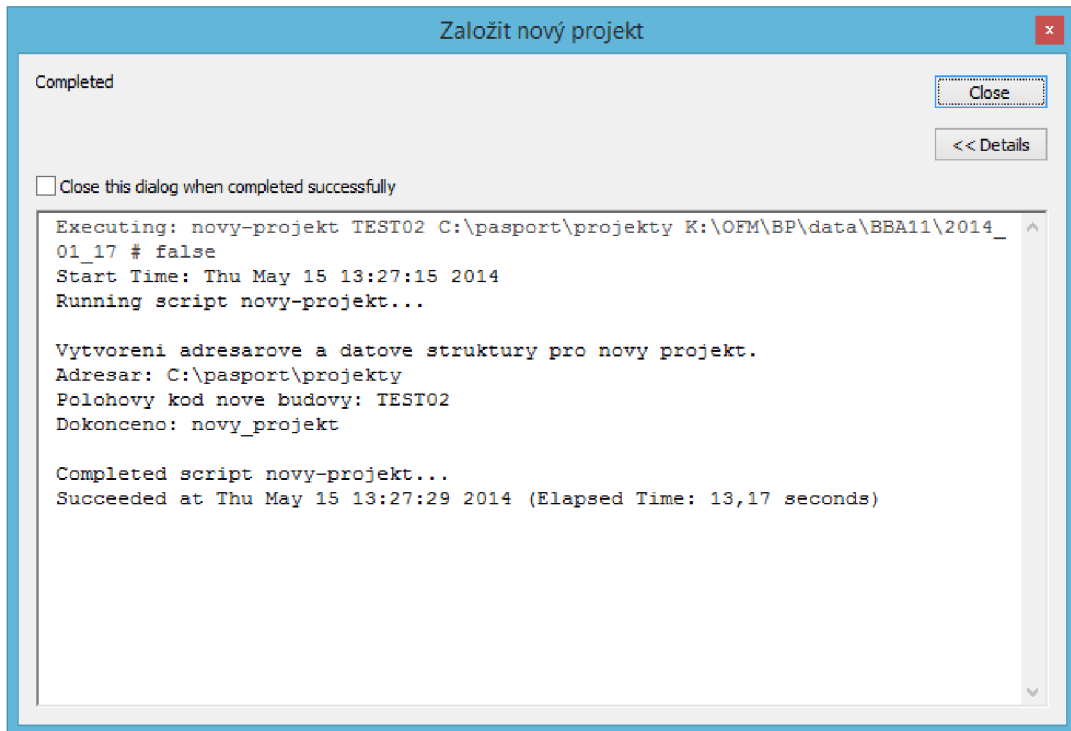
V poslední záložce „Help“ je možné načíst nápovědu ze souboru, případně exportovat nápovědu do HTML souboru. Systém nápověd je v celém ArcGIS důkladně propracován a umožňuje sepisování a následně snadné zobrazování nápověd i u vlastních nástrojů. K zobrazení i editaci nápovědy pro daný nástroj slouží speciální „vyskakovací“ okno přístupné po kliknutí pravým tlačítkem myši na nástroj a zvolením „Item Description“. Toto okno obsahuje kompletní nápovědu daného nástroje. A to název, shrnutí (popis nástroje), použití, syntaxi, popis parametrů včetně jejich typu, příklady kódu, štítky, informace o autorech a omezení použití. Název nástroje je spolu se syntaxí volání nástroje a také s názvy a typy parametrů automaticky vyplněn. Vše ostatní je snadno editovatelné pomocí editačních editorů přístupných po kliknutí na tlačítko „Edit“ v nástrojové liště okna.

Po spuštění nástroje se otevře nové okno, pomocí kterého se nastavují vstupní parametry a následně se zde i spouští daný nástroj (Obrázek 3-3). Nástroj je rozdělen na dvě části. V levé části se zadávají parametry. Pro každý parametr se dle jeho typu automaticky zobrazí zadávací pole, přepínač, ad. Zelené body u parametrů označují povinné parametry. Pravou část okna může uživatel libovolně nechat zobrazenou, nebo ji pomocí příslušného tlačítka skrýt. Tato část obsahuje interaktivní nápovědu. Ta v počátečním stavu zobrazuje shrnutí (popis) celého nástroje. Při zadávání parametru se zde zobrazí popis daného parametru. Tato automaticky zobrazovaná nápověda může při vhodném obsahu velmi usnadnit a urychlit zadávání parametrů.



Obrázek 3-3 - Okno pro zadávání parametrů vlastního nástroje

Po samotném spuštění nástroje se předchozí okno zavře. V případě nástroje spouštěného v pozadí se uživateli zobrazí pouze zmíněný výsledek operace po jejím skončení. V případě nástroje spouštěného v popředí se otevře nové okno, ve kterém se budou vypisovat všechny výstupy daného nástroje (Obrázek 3-4).



Obrázek 3-4 - Okno s výstupy vlastního nástroje

4 Návrh koncepce sady modulů

Cílem praktické části této bakalářské práce je navrhnout knihovnu modulů pro geografický informační systém ArcGIS. Základním cílem knihovny je usnadnění a částečné zautomatizování často prováděných operací nad daty o budovách a jejich zařízeních. Požadovaným výstupem této práce jsou pak geografická data sjednocená a uložená v geodatabázích systému ArcGIS v jednotné strukturované podobě. Toto sjednocení následně umožňuje jednotný přístup k těmto datům a usnadňuje udržení, aktualizaci a prezentaci těchto dat.

4.1 Struktura dat

4.1.1 Vstupní data

Vstupní data, pro která je tato knihovna navržena, jsou dodávána externími dodavateli. Struktura těchto dat je specifikována v metodikách OFM MU [5, 10].

Prostorová data jsou dodávána ve formě stavebních výkresů budov doplněných o prostorové informace technologií a zařízení budov. Tyto výkresy jsou vytvořeny v softwaru AutoCAD firmy Autodesk. Prostorová data jsou zakreslena pomocí polygonů, linií a bodů. Každý prvek je jednoznačně identifikován pomocí polohového identifikačního kódu MU a v případě technologií i technologického kódu. Struktura vrstev ve výkrese je specifikována metodikami OFM MU.

Popisné informace jednotlivých technologií a zařízení budov jsou dodávány v tabulkové podobě. Data se vytváří v softwaru Microsoft Excel produktu MS Office firmy Microsoft, a to na základě předpřipravených šablon, které jsou součástí metodik OFM MU. Příklad takové šablony je v příloze 2. V tabulkách jsou jednotlivá zařízení budov přesně popsána na základě atributů a rozdělena podle jednotlivých technologií. Atributy zařízení se dělí na hromadné atributy a specifické atributy. Hromadné atributy jsou společné pro všechny zařízení. Specifické atributy jsou jiné pro každý prostředek, tedy třídu zařízení. Třídy zařízení definuje Metodika technologické pasportizace MU [5] a vychází z rozdělení všech zařízení na systémy a prostředky (viz Registr TP [6]). V atributových tabulkách MS Excel jsou pak třídy zařízení odděleny pomocí tzv. listů. Opět je každé zaznamenané zařízení v tabulce jednoznačně identifikováno pomocí polohového a technologického kódu MU. Každé zařízení zakreslené ve výkrese musí mít odpovídající záznam v atributové tabulce.

4.1.2 Požadovaná výsledná data

Požadovaná výsledná data budou uložena v tzv. personálních geodatabázích (formát .mdb) v programu ArcGIS. Zde již budou sjednoceny prostorové a popisné informace do formy geografických dat. V rámci geodatabází budou data rozčleněna na základě vrstev z dodaných CAD výkresů do tříd prvků (feature class). Struktura uložení jednotlivých databází bude vycházet z návrhu projektu.

4.2 Abstraktní pohled na celý projekt

Aby byla výsledná knihovna udržitelná a dále rozšiřitelná, je potřeba zajistit určitý řád při práci s geografickými daty a přesně specifikovat strukturu uložení těchto dat. Proto pro každou budovu či areál, které budou zpracovávány navrhnoutou knihovnou, bude vytvořena tzv. koncepce projektu. Všechny informace o zpracovávané budově či areálu budou uloženy v tomto projektu. Základním parametrem modulů navrhované knihovny bude pouze adresářová cesta k umístění složky s daným projektem. Každý modul bude vědět, kde v daném projektu nalezne potřebná vstupní data, která bude zpracovávat, a také kam následně uloží zpracovaná výstupní data. Jednotlivé mezivýsledky budou v rámci projektu ukládány v přesně definované datové struktuře.

4.2.1 Žurnálovací systém

Pro zajištění správy nad jednotlivými mezivýsledky operací, nad datovou strukturou projektu a nad propojením jednotlivých operací a modulů bylo nutné navrhnout centrální řídicí modul – žurnálovací systém. Tento mozek celé knihovny na sebe přebírá zodpovědnost za všechny datové pohyby v rámci struktury projektu. Žurnálovací systém vytváří podrobné záznamy o všech prováděných operacích a v každém okamžiku tedy ví, které operace byly provedeny, kdy byly provedeny, zda byly úspěšné a kde se nachází výstupy daných operací. Žurnálovací systém tedy přebírá od jednotlivých modulů knihovny i kontrolu nad vstupními daty a kontrolu již provedených operací, které není nutné znovu opakovat.

Žurnálovací systém pro navrhovanou knihovnu je vytvořen na základě databázové tabulky typu dBASE. Při založení nového projektu bude vždy vytvořen také žurnálovací systém. To znamená, že bude vytvořena databázová tabulka žurnálovacího systému a uložena ve struktuře projektu. K této tabulce bude přistupovat pouze žurnálovací systém. Jednotlivé moduly budou pro přístup k informacím žurnálovacího systému využívat pouze funkce žurnálovacího systému. Databázové tabulky typu dBASE jsou součástí systému ArcGIS. Je tedy umožněn snadný programový přístup a práce s touto databázovou tabulkou. Také je ale umožněno běžnému uživateli systému ArcGIS nahlédnout do struktury tabulky a zobrazit záznamy žurnálovacího systému. Při použití aplikace ArcMap je pak uživatel může i editovat záznamy v databázové tabulce žurnálovacího systému. To může být s výhodou využito při vyvíjení nových modulů knihovny a následné kontrole funkčnosti ošetření chyb. Avšak pro běžnou práci s moduly jsou jakékoliv zásahy do tabulky žurnálovacího systému striktně nepřístupné. Změny by mohly vést ke ztrátě funkčních vazeb v celém projektu a následné nepoužitelnosti dalších operací knihovny modulů.

4.2.1.1 Struktura žurnálovacího systému

Struktura databázové tabulky je navržena s ohledem na jednoduchost, přehlednost a jednoznačnou specifikaci ukládaných záznamů o prováděných operacích v projektu. Každý záznam v tabulce má vlastní identifikátor automaticky přidělený systémem ArcGIS. Pro uložení informací o provedené operaci je k dispozici šest atributů:

- Datum – záznam o přesném času provedení operace ve formátu DD. MM. RRRR HH:MM:SS

- Událost – označení provedené operace
- Argument – objekt, nad kterým byla daná operace provedena
- Stav – informace o úspěšném / neúspěšném provedení operace
- Výstup – umístění výstupů dané operace
- Poznámka – slouží pro uchování jakýchkoliv dalších informací o provedené operaci

Pro žurnálovací záznamy jednotlivých operací je typické, že nevyužívají všechny nabízené atributy. Atributy datum, událost a stav jsou ovšem základní tři povinné atributy, které musí každý záznam vždy obsahovat. Ostatní atributy slouží k bližší specifikaci menších operací.

4.2.1.2 Funkce žurnálovacího systému

Žurnálovací systém nabízí čtyři základní funkce, které mohou moduly využívat. Funkce k zapsání záznamu o úspěšné operaci, funkce k zapsání záznamu o neúspěšné operaci, funkce pro kontrolu, zda už je daný záznam o operaci uložen v žurnálovacím systému a v neposlední řadě funkce zneplatňující úspěšné dokončení operace. Obecné provedení jedné operace v modulu vypadá při práci se žurnálem následovně:

- Uživatelsky volitelné resetování předchozích výsledků
- Kontrola, zda byly provedeny všechny operace potřebné pro zdárný průběh naplánované operace
- Kontrola, zda již nebyla naplánovaná operace úspěšně provedena
- Provedení samotné operace
- Uložení záznamu o provedení operace do žurnálovacího systému

Při chybě a předčasném ukončení běhu jakéhokoliv modulu, který spolupracuje se žurnálovacím systémem, se při opakovaném spuštění modulu již neprovádí operace, které již byly úspěšně provedeny. To značně urychluje práci při zpracování chybových vstupních dat, kdy po odstranění jedné chyby modul zpracuje další data. Data, která již zpracoval dřív, již znovu zpracovávána nejsou.

4.3 Struktura projektu

Návrh základní sady modulů pro knihovnu byl proveden na základě navržené koncepce projektu. Základní sada modulů tedy obsahuje moduly na vytvoření a správu projektu, moduly pro práci se vstupními daty od dodavatelů ve formě výkresů a tabulek a moduly pro práci s osobními geodatabázemi systému ArcGIS. Všechny moduly jsou ovšem striktně provázány s konceptem projektu. Základní sada modulů knihovny obsahuje tyto moduly:

- Žurnálovací systém
- Atributy
- Nový projekt
- Import dat
- Oprava schématu tabulek

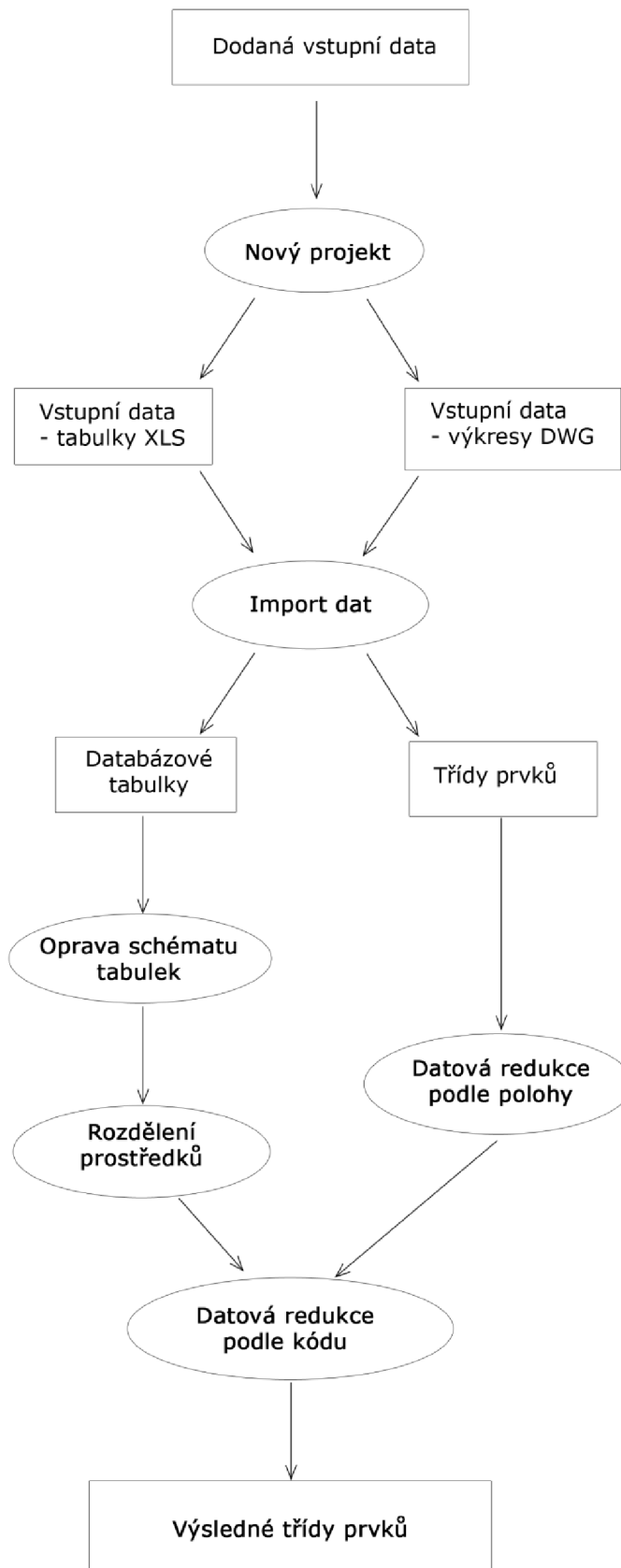
- Rozdělení prostředků
- Datová redukce podle polohy
- Datová redukce podle kódu
- Kontrola kódů

Tyto moduly budou dále popsány v kapitole 4.3.2. Obrázek 4-1 znázorňuje využití modulů a systém mezivýsledků při předpokládaném zpracování vstupních dat. Moduly jsou ohraničeny elipsou, data obdélníkem. Pokud za modulem není explicitně uveden formát výstupních dat, zůstávají data stejného formátu jako vstupní data daného modulu.

4.3.1 Reset provedené operace

Při provádění operací nad geografickými daty může dojít k situaci, kdy je potřeba danou operaci provést znovu, přestože již byla jednou úspěšně provedena. Například tato situace nastane při změně vstupních dat. Provedení již úspěšně dokončené operace však žurnálovací systém nepovolí. Bylo tedy nutné navrhnout určité resetovací pravidlo. Žurnálovací systém je však univerzální pro celou knihovnu. Není tedy možné s ohledem na rozšiřitelnost knihovny o nové moduly a variabilitu jednotlivých modulů, aby žurnálovací systém přebíral zodpovědnost za resetování operací a delegování resetu následujícím modulům. Ze stejných důvodů není možné navrhnout ani univerzální automatické řešení delegování resetu.

Předpokládané použití knihovny a jejích modulů je ve spojení s aplikací ModelBuilder, ve které se budou jednotlivé moduly knihovny propojovat do větších celků. Na základě tohoto předpokladu bylo navrženo jednoduché řešení. Příznak resetu bude vstupním parametrem všech modulů. Každý modul si pak případný reset ošetří sám. Tzn. zajistí smazání přebytečných dat a následnou úpravu příslušných záznamů v žurnálovacím systému. O delegaci resetu do následujících modulů se bude starat samotný výsledný model modulů sestavený v aplikaci ModelBuilder. Jedna konstantní hodnota resetu bude připnuta ke všem zúčastněným modulům. Toto řešení vyžaduje větší pozornost uživatele, který musí mít v podvědomí informace o resetech, které byly provedeny. Na druhou stranu nijak nezhoršuje rozšiřitelnost celé knihovny a nabízí větší využití jednotlivých resetů. Při vhodném použití v aplikaci ModelBuidler se rizika spojená s tímto řešením minimalizují. Vzhledem k požadované rozšiřitelnosti a také vzhledem k tomu, že se použití resetů předešlých operací nepředpokládá v žádné velké míře, je toto řešení optimální.



Obrázek 4-1 Diagram použití modulů a systému mezivýsledků

4.3.2 Popis jednotlivých modulů

Žurnálovací systém

Žurnálovací systému již byl podrobně popsán v kapitole 4.2.1. Jeho funkce jsou uloženy v knihovním modulu *BP_zurnal.py*.

Atributy

Základním jednotlivým prvkem celé knihovny je výše zmíněný žurnálovací systém. Pro sjednocení často využívaných funkcí a opakujících se konstant byl vytvořen knihovní modul *BP_atributy.py*. Tento modul je importován do všech ostatních modulů spolu s modulem žurnálovacího systému. Obsahuje všechny konstantní proměnné vyskytující se ve více modulech a také knihovní funkce, které jsou využívány ostatními moduly. Například se jedná o funkce vracející adresářové cesty k jednotlivým částem projektu a k mezivýsledkům operací, funkce pro výpis do okna systému ArcGIS či funkce pro vytvoření nového adresáře s ošetřením chyb.

Nový projekt

Modul nový projekt je již modul pracující se vstupními daty. Tento modul vytvoří adresářovou strukturu pro nový projekt, nakopíruje do projektu původní data od dodavatelů a vytvoří žurnálovací systém nového projektu. V kořenovém adresáři projektu budou vytvořeny čtyři základní adresáře: *MDB*, *puvodni_data*, *vzorova_geodb* a *zurnal*. Do adresáře *MDB* se budou ukládat všechny mezivýsledky v podobě osobních geodatabází. Databázová tabulka žurnálovacího systému je uložena v adresáři *zurnal* umístěném v kořenovém adresáři projektu. Obsah zbylých dvou adresářů je popsán v následujícím odstavci.

Modul má pět vstupních parametrů. Prvním parametrem je název projektu. Tento parametr určuje název budoucího kořenového adresáře projektu. Nejvhodnější je použít polohový kód budovy či areálu. Druhým parametrem je cesta k adresáři, ve kterém bude nový projekt vytvořen. Třetí parametr obsahuje cestu k adresáři s původními soubory od dodavatelů. Původní data budou nakopírována do adresáře *puvodni_data* umístěném v kořenovém adresáři projektu. Čtvrtý parametr je volitelný. Parametr očekává adresářovou cestu ke vzorové osobní geodatabázi. Po zadání této cesty bude vzorová geodatabáze nakopírována do adresáře *vzorova_geodb* umístěném v kořenovém adresáři projektu. Posledním parametrem je výše zmíněný reset dřívějších výsledků, který je přednastaven jako ve všech základních modulech na hodnotu *False*, tedy neprovádění resetu. Při resetu se smaže celý adresář projektu a tedy i včetně celého žurnálovacího systému.

Výstupním parametrem tohoto modulu je pak cesta k adresáři nově vytvořeného projektu.

Import dat

Import dat je příkladem typického modulu knihovny. Má dva základní vstupní parametry: parametr *projekt* udávající cestu k adresáři projektu a parametr *reset*. Modul však disponuje dalšími rozšiřitelnými parametry. Jsou jimi přepínače předdefinované na hodnotu *True*. Tyto

přepínače udávají, jestli se mají importovat prostorové informace (DWG soubory) a popisné informace (XLS soubory).

Po spuštění modul vytvoří nový adresář *import_data* v adresáři *MDB*. V tomto nově vytvořeném adresáři vytvoří další adresáře *import_dat_dwg* a *import_dat_xls*. Modul projde všechny soubory v adresáři *puvodni_data* a podle zadaných parametrů vybere soubory s příponou XLS(X) a/nebo soubory s příponou DWG. XLS(X) soubory obsahující atributová data jsou poté převedena na geodatabázové tabulky (Personal Geodatabase Table) a uložena v geodatabázích v adresáři *import_dat_xls*. Pro každý soubor vznikne nová geodatabáze, pro každý list v souboru nová tabulka v geodatabázi. Soubory DWG obsahující grafická data jsou také převedena do podoby geodatabázi a jsou uložena v adresáři *import_dat_dwg*. Pro každý soubor (výkres) DWG vznikne nová geodatabáze. Pro každou hladinu ve výkresu vznikne nová třída prvků (Personal Geodatabase Feature Class) v geodatabázi. Vstupní výkresy jsou dle metodik MU uloženy v souřadnicovém systému. Ten je zachován i v geodatabázích.

Pro převod výkresů DWG do podoby geodatabázi se používá funkce knihovny ArcPy *QuickImport_interop*. Tato funkce není součástí základního balíčku systému ArcGIS. Pro možnost použití této funkce je zapotřebí mít nainstalované a aktivní rozšíření Data Interoperability.

Modul nemá žádný výstupní parametr. Informace o dokončení modulu je stejně jako informace o dokončení importu každého souboru uložena v žurnálovacím systému. Při resetu se smaže adresář *import_data* a znehodnotí se příslušné záznamy v žurnálovacím systému.

Oprava schématu tabulek

Jelikož metodiky MU procházely vývojem, vyvíjela se i struktura schématu tabulek. Tento modul zajišťuje opravu schématu tabulek vytvořených dle starších verzí metodik. Výstupem je pak tabulka s opraveným schématem, které je shodné se schématem dle aktuální verze metodik (viz příloha 2).

Kromě klasických vstupních parametrů *projekt* a *reset* tento modul obsahuje ještě další dva rozšiřující vstupní parametry. A to parametr *Referenční schéma tabulek* a parametr *Počet řádků hlavičky*. První z nich udává cestu k referenčnímu schématu, dle kterého se upraví schéma tabulky. Druhý z nich udává počet řádků hlavičky. Referenční schéma tabulek je uloženo v tabulce MS Excel. Schéma má pevně danou strukturu a jméno listu musí být *oprava_schematu*. Schéma obsahuje čtyři sloupce udávající původní název atributového sloupce, nový název, typ a případné omezení délky. Příklad takového referenčního schématu je v příloze 3.

Modul dle zadaných parametrů a referenčního schématu upraví schéma všech databázových tabulek převedených modulem *import_dat*. Výsledkem jsou opět databázové tabulky. Modul je uloží do nově vytvořeného adresáře *oprava_schematu* umístěného v adresáři *MDB*. Modul nemá žádný výstupní parametr. Informace o dokončení modulu je stejně jako informace o dokončení opravy schématu každé tabulky uložena v žurnálovacím systému. Při resetu se smaže adresář *oprava_schematu* a znehodnotí se příslušné záznamy v žurnálovacím systému.

Rozdělení prostředků

Dalším modulem pracujícím s atributovými daty uloženými v databázových tabulkách je modul Rozdělení prostředků. Každý typ prostředku má jiné specifické atributy. Jelikož se nelze

spolehnout na správnou strukturovanost dat dodaných od dodavatelů, budou v tomto modulu rozděleny všechny záznamy o všech zařízeních. Rozdělení proběhne na základě označení prostředku v technologickém kódu každého zařízení. Výstupem bude jedna geodatabáze s názvem *rozdeleni_prostredku* umístěná ve stejnojmenném adresáři vytvořeném v adresáři *MDB*. Zařízení budou uložena v geodatabázových tabulkách. Pro každý typ prostředku vznikne nová tabulka pojmenovaná dvouznakovým označením daného prostředku.

Modul disponuje pouze základními vstupními parametry *projekt* a *reset*. Žádné další rozšiřující parametry modul neobsahuje, stejně jako neobsahuje žádné výstupní parametry.

Do žurnálovacího systému se ukládá jednak úspěšný průběh celého modulu, ale také úspěch rozdělení prostředků každé zpracovávané tabulky. Při resetu se smaže adresář *rozdeleni_prostredku* a znehodnotí se příslušné záznamy v žurnálovacím systému.

Pro rozdělení prostředků tabulek vytvořených na základě starších verzí metodik jsou připravené funkce pro přejmenování specifických atributů. Přejmenování probíhá na základě vstupní referenční tabulky obdobně, jak tomu bylo v modulu Oprava schématu tabulek. V příloze 4 je příklad takové referenční tabulky. V době implementace modulu však nebyla k dispozici žádná testovací data vytvořená dle starších verzí metodik, a tak dokončení této části modulu je součástí dalšího rozvoje knihovny.

Datová redukce podle polohy

Tento modul zpracovává prostorové informace o zařízení budov z výkresů DWG importovaných modulem *import_data*. Po importu jsou informace o jednom zařízení rozloženy do více tříd prvků podle geometrie. Software AutoCAD totiž umožňuje přidání identifikačních atributů pouze k takzvaným blokovým prvkům, což jsou prvky s bodovou geometrií. Pro propojení grafického prvku s atributovým ekvivalentem však musí být každý grafický prvek označen polohovým a technologickým kódem. To je ve výkresech řešeno přidáním blokového prvku s atributy ke každému polygonovému či liniovému prvku. Třídy prvků s atributy jsou pak pojmenovány stejně jako třídy prvků s grafickými daty a k tomuto názvu je přidáno označení „*_techinfo*“. Blokované prvky musí být umístěné uvnitř, případně na hraně grafických prvků a to tak, aby nedocházelo ke kolizím s jinými prvky. Tento modul pak tyto třídy prvků na základě jejich názvů propojí v jednu výslednou třídu prvků. Název nové třídy prvků odpovídá názvu původní třídy prvků nesoucí grafická data. Propojení grafické části s blokovou popisnou částí každého zařízení probíhá na základě průniku polohy v souřadnicovém systému. Výsledné třídy prvků jsou uloženy v geodatabázích umístěných v nově vytvořeném adresáři *datova_redukce_poloha* umístěném v adresáři *MDB*. Názvy nových geodatabází se shodují s názvy vstupních geodatabází.

Vstupními parametry modulu jsou opět pouze parametry *projekt* a *reset*. Výstupní parametry modul neobsahuje.

Do žurnálovacího systému se kromě úspěchu celého modulu ukládá také záznam o úspěšném dokončení datové redukce dle polohy pro každou vrstvu (třídu prvků). Při resetu se smaže adresář *datova_redukce_poloha* a znehodnotí se příslušné záznamy v žurnálovacím systému.

Datová redukce podle kódu

Tento modul propojuje popisné informace o zařízení s prostorovými informacemi. Popisné informace jsou získány z geodatabázových tabulek s rozdělenými prostředky. Prostorovými

informacemi jsou již sjednocené třídy prvků dle polohy. Propojení jednotlivých záznamů probíhá na základě polohového a technologického kódu každého zařízení. Tyto dva kódy jsou pro účely tohoto modulu sloučeny v jeden identifikační kód. Výsledkem tohoto modulu jsou geodatabáze obsahující třídy prvků s již kompletními geografickými daty. Geodatabáze jsou uloženy v nově vytvořeném adresáři *datova_redukce_kod*. Názvy geodatabází odpovídají názvům vstupních geodatabází s grafickými daty. Stejně tak názvy výstupních tříd prvků se shodují s názvy tříd prvků se vstupními grafickými daty.

Modul disponuje pouze základními vstupními parametry, tj. *projekt* a *reset*. Výstupní parametry opět nejsou.

Do žurnálovacího systému se ukládá záznam o úspěšném dokončení celé operace datové redukce dle kódu. Ukládá se ale také úspěšné dokončení operace redukce pro každou vstupní třídu prvků. Dále se do žurnálovacího systému ukládá také záznam o dokončení sloučení kódů. Při resetu se smaže adresář *datova_redukce_kod* a znehodnotí se všechny příslušné záznamy v žurnálovacím systému.

Kontrola kódů

Modul Kontrola kódů je pomocným modulem, který pomáhá odhalit chyby v identifikaci zařízení. Jako vstupní parametr se zadává pouze parametr *projekt*. Modul kontroluje polohové a technologické kódy zvlášť pro atributová data a zvlášť pro grafická data. Vstupními atributovými daty jsou geodatabázové tabulky, které jsou výstupem modulu Import dat. Výjimku tvoří případ, kdy byla provedena operace opravy schématu tabulek. V tomto případě jsou vstupními daty geodatabázové tabulky s upraveným schématem, které jsou výstupem modulu Oprava schématu tabulek. Vstupními grafickými daty jsou geodatabázové třídy prvků, které jsou výstupem modulu Import dat.

Modul kontroluje správnost polohového a technologického kódu. To znamená, zda kódy odpovídají metodikám MU (popsáno v kapitole 2.3.1). Dále modul také kontroluje jednoznačnost v identifikaci zařízení. Nalezené chybné a duplicitní kódy modul vypíše. Následně modul porovnává, zda všechny záznamy v atributových datech mají odpovídající záznam v grafických datech a naopak. Nalezené nedostatky opět modul vypíše.

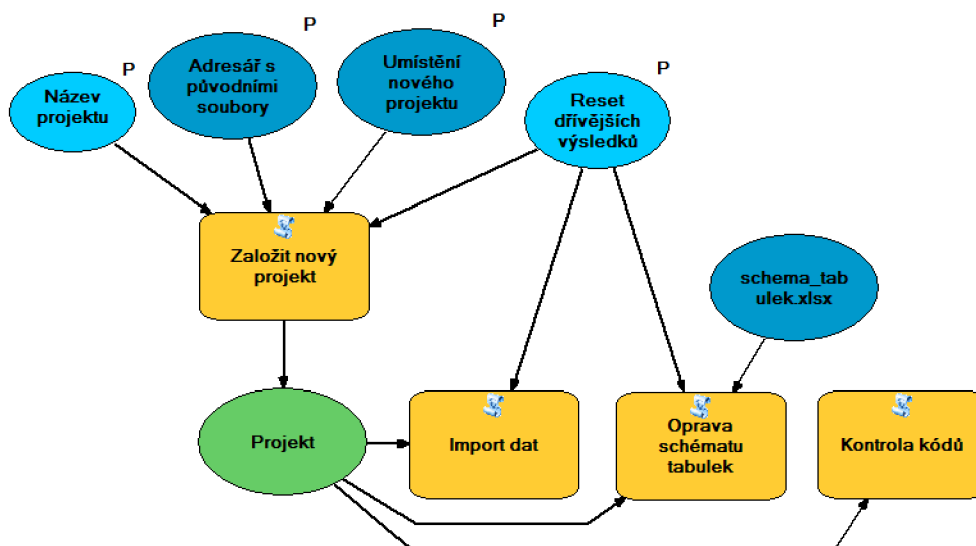
Jelikož se jedná o kontrolní modul, kromě výpisu chyb nemá žádné další výstupy. Tudiž také nespolupracuje s žurnálovacím systémem.

4.4 Práce s moduly

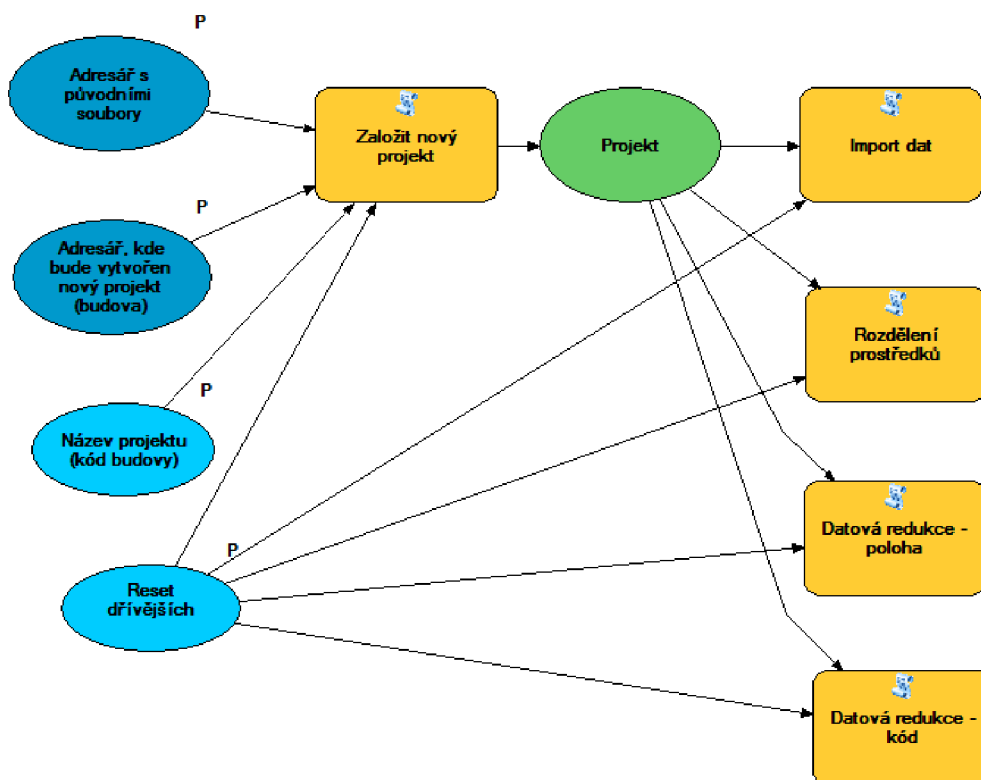
Spouštění jednotlivých modulů již bylo popsáno v kapitole 3.2. Moduly navržené knihovny však lze pomocí aplikace ModelBuilder v systému ArcGIS sestavovat do větších a komplexnějších modelů. Díky konceptu žurnálovacího systému je pak přípustné spouštět tyto modely opakovaně i při chybovém předčasném ukončení předchozího modelu. Příklady takových komplexních modelů vytvořených aplikací ModelBuilder jsou zobrazeny na obrázcích (Obrázek 4-2 a Obrázek 4-3). Modely vytvořené v ModelBuilderu mají své vlastní vstupní parametry. Tyto modely se spouští stejným způsobem jako samotné moduly ArcToolboxu či vlastní moduly knihovny.

Na následujících příkladech modelů si ukážeme výhodu navrženého žurnálovacího systému. V praxi je takovéto použití dvou modelů dosti krkolomné, v běžném případě by bylo využito pouze jednoho komplexnějšího modelu, který by zahrnoval prvky obou modelů, nebo

druhý model by na vstupu měl již pouze parametr *projekt*. Pro předvedení funkčnosti žurnálovacího systému jsou však tyto dva modely vhodné. Po úspěšném provedení modelu podle obrázku (Obrázek 4-2) zůstanou v žurnálovacím systému záznamy o úspěšně provedených operacích *Založit nový projekt*, *Import dat* a *Oprava schématu tabulek*. Při spuštění modelu podle obrázku (Obrázek 4-3) na stejný projekt se již tyto provedené operace znovu provádět nebudou. První prováděnou operací bude tedy až operace *Rozdělení prostředků*.



Obrázek 4-2 - Model kontroly kódů pro vstupní data dodaná od dodavatelů



Obrázek 4-3 - Model kompletního převodu a sjednocení dodaných dat

5 Implementace sady modulů pro ArcGIS

Knihovna modulů je implementována v programovacím jazyce Python s využitím knihovny ArcPy. Samozřejmě je využito dalších standardních knihoven jazyka Python:

- Os – práce se soubory a jejich cestami
- Sys – práce se vstupními parametry
- Glob – výpis obsahu adresáře
- Shutil – práce s adresářovými stromy
- Datetime – práce s datem a časem

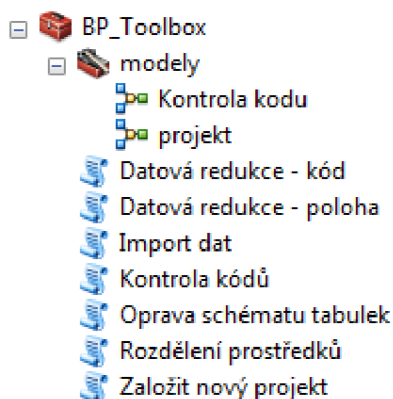
Implementovaná knihovna je určena zkušeným ICT technikům a odborníkům GIS. Zpracování geografických dat bude vždy spojeno s ruční prací. Není tedy cílem ošetřit všechny chyby, ale nalézt tyto chyby a případně napomoci uživateli k jejich odstranění.

5.1 Šablona modulu

Typické moduly knihovny jsou založené na podobné struktuře kódu. Proto byla vytvořena šablona pro vytvoření nového modulu (viz Příloha 5.). Při implementaci nového modulu má tato šablona sloužit pouze jako vzor, nemusí být nutně dodržena její struktura.

5.2 Výsledný toolbox

Výsledkem implementace knihovny a jejích modulů je toolbox s názvem BP_toolbox (Obrázek 5-1). Toolbox obsahuje nástroje pro spuštění jednotlivých modulů a dále Toolset s názvem modely. V něm jsou uloženy modely navržené v aplikaci ModelBuilder.



Obrázek 5-1 - Obsah toolboxu implementované knihovny

6 Případová studie užití

Během dokončování praktické části bakalářské práce přejímalo OFM MU pasportní dokumentaci nově postavené budovy Pedagogické fakulty MU s označením BBA11 – Poříčí 31. V této kapitole bude podrobně popsána případová studie převedení dat dodaných stavbou do struktury zaběhlé v OFM MU za pomoci knihovny modulů pro ArcGIS implementované v rámci praktické části bakalářské práce.

Dodaná data byla vytvořena na základě aktuálních metodik MU a uložena v přehledné strukturované formě.

6.1 Zpracování dat budovy BBA11

Zpracování dat bude probíhat jednotlivým spuštěním příslušných modulů. Veškeré textové výstupy zde spuštěných modulů jsou uloženy na příloženém CD (`\studie\vystupy\BBA11`).

Vytvoření nového projektu

Zadané parametry při spuštění modulu:

- Název projektu: BBA11
- Adresář, kde bude vytvořen nový projekt: `C:\pasport\projekty`
- Adresář s původními soubory: `C:\pasport\data\BBA11`
- Prázdna vzorová geodatabáze: *ponecháno prázdné*
- Reset dřívějších výsledků: *ponechána předdefinovaná hodnota nezaškrtnuto (False)*

Modul úspěšně dokončen v čase 5,01 sekund. Po otevření nově vytvořeného adresáře projektu si můžeme ověřit úspěšnost operace. Adresář *MDB* je prázdný. V adresáři *puvodni_data* jsou obsažena požadovaná data. Adresář *vzorova_geodb* je prázdný. Adresář *zurnal* obsahuje geodatabázový tabulkový soubor s názvem *zurnal.dbf*. Po otevření tohoto souboru v aplikaci ArcCatalog zkontrolujeme úspěšnost provedení operace. Vidíme příslušný záznam:

OJD	Field1	datum	udalost	argument	stav	vystup	poznámka
0	0	17.5.2014 16:14:45	novy_projekt		1		

Import dat

Po úspěšném vytvoření projektu následuje import požadovaných dat. Zkusíme import spustit. Zadáváme parametr projekt: `C:\pasport\projekty\BBA11`. Ostatní parametry necháváme v předdefinovaném stavu, tzn. Reset nastaven na *False* a import XLS i DWG nastaven na *True*. Import byl úspěšně dokončen, ale nic se neimportovalo. Pouze se vypsalý informace o přeskočení adresářů ve složce *puvodni_data*.

Po prohlédnutí dat ve složce *puvodni_data* zjišťujeme, že jsou data o jednotlivých technologiích rozříděna do adresářů dle příslušných technologií. To je problém, protože se importují pouze soubory umístěné přímo v adresáři *puvodni_data*. Soubory bude tedy nutné překopírovat z podadresářů do hlavního adresáře s původními daty. Modul byl implementován podle zvyklostí OFM MU, kdy se obecně rozčlenění dodaných souborů dále nedělí do dalších

adresářů. Tento problém by také vyřešilo programové rekurzivní prohledání celého adresářového stromu s původními daty, například s použitím knihovny *shutil*.

Dále zjišťujeme, že se mezi datovými soubory nachází kromě atributových tabulek XLS a výkresů DWG ještě další soubory. Jedná se sice o tabulky MS Excel, ale již podle názvu „*Seznam_dokumentace...*“ je pravděpodobné, že neobsahují požadovaná atributová data. Po jejich otevření vidíme, že se opravdu jedná o seznamy dodaných souborů. Tyto tabulky musíme odstranit, protože jsou typu XLS a modul by se je při importu snažil také převést do geodatabázových tabulek. Změny v tomto adresáři jsou před použitím importu dat přípustné. Navíc ani nepřicházíme o smazaná data, když si uvědomíme, že do projektu byla dodaná data nakopírována. Původní dodaná data zůstala na původním místě beze změn.

Nyní máme data připravena pro import a můžeme je tedy spustit znovu. Při spuštění se stejnými parametry se import neprovede, protože je již v žurnálu označen jako úspěšně dokončený. Musíme tedy zaškrtnout přepínač Reset a uvést jej tak do hodnoty *True*. Nezapomínáme na nutnost aktivního rozšíření Data Interoperability. Nyní již import dat proběhl úspěšně a všechny výkresy i tabulky se importovaly.

Kontrola kódů

Před prováděním dalších operací je zde vhodné provést kontrolu importovaných dat. Modul pro kontrolu kódů nám pomůže nejen odhalit chyby a duplicity kódů, ale také nedostatky celých tabulek a výkresů. Modul totiž při kontrole přistupuje k jednotlivým záznamům. Tak odhalí i takové tabulky a výkresy, v nichž se budou vyskytovat chyby, jelikož nebude umožněn přístup k jednotlivým záznamům. Pro spuštění zadáme jako parametr jednoduše cestu k projektu.

Modul byl ukončen s chybou při zpracování geodatabázové tabulky *MAR_rozvadec_hlavni* v geodatabázi *S-O=MAR(BBA11N01).mdb*. Po prozkoumání obsahu tabulky zjišťujeme, že tabulka je naprosto prázdná, neobsahuje ani požadovanou hlavičku tabulky. Tuto tabulku smažeme z importovaných dat. Po prozkoumání obsahu ostatních tabulek této geodatabáze zjišťujeme, že schéma tabulky *MAR_rozvadec_podruzny* neodpovídá metodice a tato chyba by také přerušila průběh modulu. Tuto chybu je nutno odstranit ručním opravením schématu v tabulce XLS. Poté by bylo nutné znovu provést import. Pro naše účely postačí zaznamenání takovýchto chyb a smazání dotčených tabulek, případně celých geodatabází. V tomto případě tedy tabulku *MAR_rozvadec_podruzny* smažeme.

Při dalším spuštění je stejná chyba odhalena v tabulce *MAR_rovadec_hlavni* v geodatabázi *S-O=MAR(BBA11P01).mdb* a v tabulce *SLB_SK_rozvadec_datovy* v geodatabázi *S-O=SLB(BBA11N01).mdb*. Tabulky smažeme a modul spustíme znovu.

Tentokrát modul zdárně prošel všechny záznamy v tabulkách. Ovšem při následném procházení záznamů z výkresů je znovu běh modulu přerušen. Jedná se o geodatabázi *S-P+TER(BBA11P01).mdb* a třídu prvků *TER_cerpadlo_techinfo*. Po prozkoumání databáze vidíme, že geometrie tříd je ve většině případů špatně. Třídy typu *techinfo* nejsou blokové a tudíž neobsahují požadované atributové informace. Pro další průběh celou tuto databázi smažeme.

Nyní již modul doběhl úspěšně až do konce. Kromě odhalených špatných tabulek a databází odhalil také následující chyby kódů:

- Atributová data (tabulky XLS)
 - Počet chybných kódů: 985
 - Počet prázdných řádků: 11065

- Počet nejednoznačných kódů: 827
- Grafická data (výkresy DWG)
 - Počet chybných kódů: 5368
 - Počet nevyplněných kódů: 3764
 - Počet nejednoznačných kódů: 16096

Taková chybovost kódů je nemyslitelná pro následující zpracování těchto dat. Také na základě těchto informací byla dodaná data pro budovu BBA11 vrácena v reklamačním řízení. Počty uvedených chyb však nelze brát doslovně. Některé započítané chyby jsou důsledkem špatné struktury dat. Například v dodaných výkresech pro určitou technologii se vyskytovaly třídy prvků i jiných technologií. Což je bráno jako chyba a zdvojení informací. Proto počet nejednoznačných kódů ve výkresech DWG dosáhl takového vysokého čísla.

6.2 Zpracování dat vybrané technologie

Pro předvedení funkčnosti knihovny se pokusíme zpracovat menší objem dat. Bude se jednat o dodaná data technologie VZT budovy BBA11. Tentokrát však vyzkoušíme provádění komplexního celku operací. Využijeme k tomu model navržený v aplikaci ModelBuilder podle obrázku (Obrázek 4-3). Model je umístěn ve vytvořeném toolboxu pod názvem „projekt“. Všechny textové výstupy jsou opět uloženy na příloženém CD (*.\studie\vystupy\BBA11_VZT*), kde je také k nahlédnutí kompletní projekt *BBA11_VZT* (*.\studie\projekty\BBA11_VZT*).

Před spuštěním však zběžně projdeme všechny soubory a odstraníme viditelné chyby, převážně smažeme prázdné řádky v atributových tabulkách. Model poté spustíme s následujícími parametry:

- Název projektu: BBA11_VZT
- Adresář, kde bude vytvořen nový projekt: C:\pasport\projekty
- Adresář s původními soubory: C:\pasport\data\BBA11_VZT
- Reset dřívějších výsledků: *ponechána předdefinovaná hodnota nezaškrtnuto (False)*

Po 27 minutách je běh modelu ukončen. Textový výstup tohoto běhu má název *projekt_1.txt* a je uložen ve výše zmíněném adresáři na CD. Po prozkoumání výstupu shledáváme, že projekt byl úspěšně vytvořen, stejně tak byla úspěšně naimportována všechna data. Rozdělení prostředků bylo také úspěšně dokončeno, ale ve výpisu se několikrát objevilo následné varování:

Varovani: Zarizeni s ObjectID 1 nema v technologickem kodu oznaceny prostredek.

Toto varování značí prázdné řádky v tabulkách, které nebyly smazány. Dále se tím nemusíme zabývat, protože tyto prázdné řádky zkrátka nebyly zpracovány. Máme tedy i úspěšně dokončené rozdělení prostředků. Následovala operace datové redukce podle polohy. Ta již skončila neúspěchem. Vyskytly se následující typy chyb:

Chyba: Vrstva VZT obsahuje více typu geometrii
Chyba: Vrstva VZT_odtah_privod_vzduchu_techinfo obsahuje i jinou geometrii nez body (bloky).

Dále se vyskytly varování informující o:

- zařízeních, pro která nebyl nalezen popisný blok
- popisných blocích, pro které nebylo nalezeno grafické znázornění zařízení
- zařízeních, pro která bylo nalezeno více popisných bloků

Projdeme všechny chyby a opravíme je v geodatabázích umístěných v adresáři *improt_dat_dwg*. Chyby souvisí s geometrií vrstev. Dle metodik MU má každá vrstva přesně určený typ geometrie. Při uložení objektů různého typu geometrií do jedné vrstvy ve výkrese DWG pak vznikají výše uvedené chyby. Oprava je dle typu chyby možná převedením geometrie objektu, sloučením vrstev apod. Často se také může jednat pouze o pomocné objekty či dokonce pomocné vrstvy pojmenované obdobně jako hlavní vrstvy. V tomto případě pomůže přejmenování takovýchto vrstev na název začínající „POM_“, nebo případné smazání těchto vrstev. Projdeme také všechna varování, některá lze také odstranit, například když je grafický prvek zakreslen liniově namísto polygonu. Některá varování ale může odstranit jen dodavatel dokumentace. Například když pro daný prvek zcela chybí popisný blok.

Po opravě chyb můžeme opět provést operaci datové redukce podle polohy. Jelikož jsme opravili i některá z vypsaných varování, je nutné provést reset původních dat této operace. Změny provedené v těchto vrstvách by se jinak neprojevovaly, protože operace nad těmito vrstvami již úspěšně proběhla. Systém varování je navržen tak, aby uživatel ručně opravil nedostatky až po provedení dané operace. Aby ovšem při resetu nedošlo ke ztrátě výsledných dat všech předchozích modulů spuštěných v daném modelu, spustíme nyní pouze modul datové redukce podle polohy. Nastavíme příslušný projekt jako parametr a zaškrtneme reset. Po necelých dvou minutách je hotovo. Textový výstup je nazván *projekt_2.txt* a je uložen tamtéž jako předchozí výstup. V textovém výstupu nalézáme opět varování stejných typů jako při předchozím spuštění. Nyní se už ale jedná o chyby, které musí opravit dodavatel dat, který zná dokumentaci daných zařízení. Abychom mohli úspěšně dokončit následující modul datové redukce podle kódu, je nutné odstranit všechny zařízení, pro která nebyl nalezen popisný blok. Taková zařízení totiž nejsou identifikována polohovým a technologickým kódem a následující operace datové redukce podle kódu by u těchto zařízení skončila s chybou.

Nyní po úspěšném provedení datové redukce dle polohy a odstranění příslušných zařízení se můžeme vrátit zpátky k našemu modelu a spustit jej opět se shodnými parametry jako při prvním spuštění. Vhodnější by ovšem bylo upravit model tak, aby se jako parametr zadával již pouze projekt a reset. Držme se ale původní myšlenky využití jednoho komplexního modelu. Výsledek to nijak neovlivní, jen při spuštění musíme znovu zadat všechny parametry.

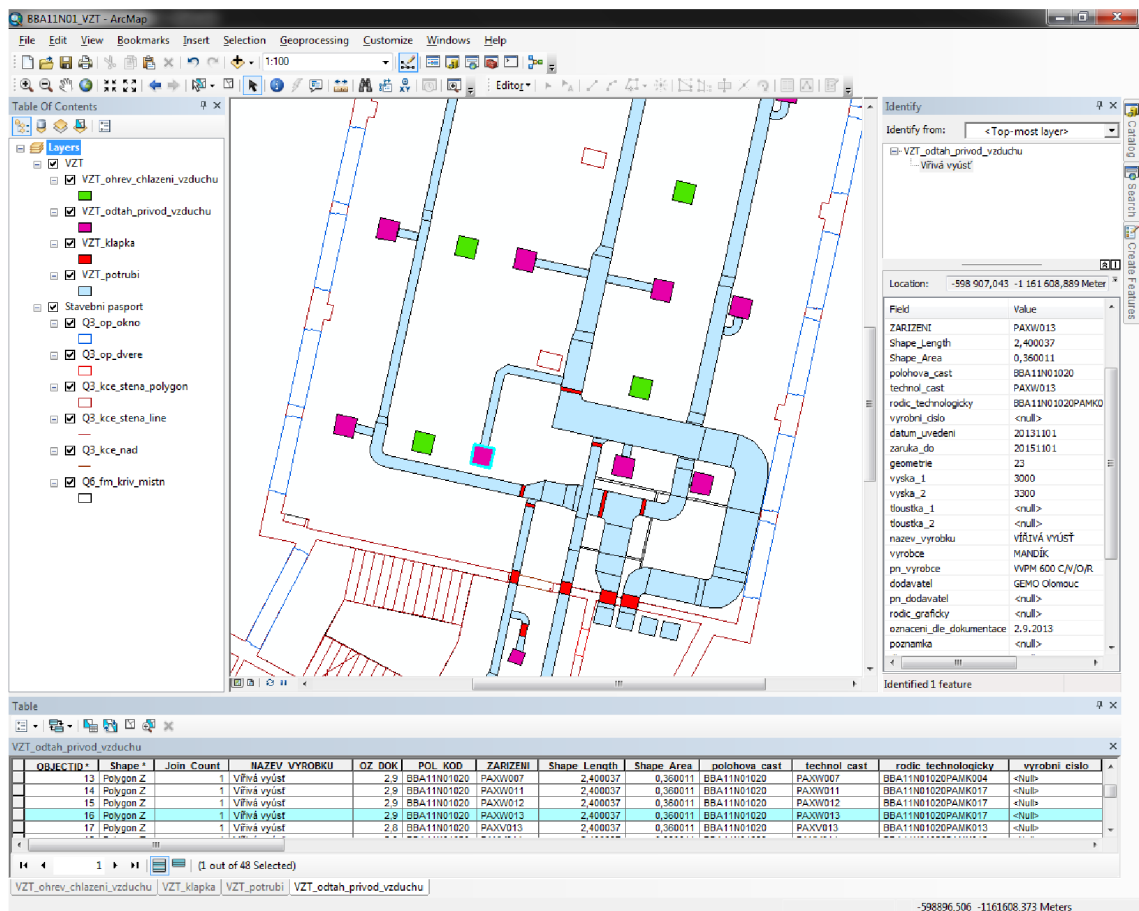
Běh modelu po necelých pěti minutách skončil s chybou. Po prozkoumání textového výstupu *projekt_3.txt* zjišťujeme, že chyba nastala ve vrstvě *VZT_odtah_privod_vzduchu* v geodatabázi *S-P=VZT(BBA11S01).mdb*. Podle textového výpisu se do této vrstvy měla sloučit atributová data z tabulek *XV*, *XW* a *MK*. Podle Registru TP zjistíme, že prostředek *MK* je klapka a do této vrstvy nepatří. Má totiž jiné specifické atributy. Pro odstranění této chyby je nutné všechny zařízení s označením prostředku *MK* přesunout do vrstvy *VZT_klapka* v rámci geodatabáze *S-P=VZT(BBA11S01).mdb* umístěné v adresáři *datova_redukce_poloha*. Po této opravě spustíme již pouze modul datové redukce podle kódu. Bohužel musíme resetovat

všechna dřívější data vytvořená tímto modulem v rámci předchozího spuštění celého modelu, protože kvůli změnám v tabulkách je nutné přepočítat pomocné tabulky vznikající při běhu tohoto modulu. Bez zaškrtnutého resetu by se tyto tabulky nepřepočítaly.

Modul skončil bez chyb i bez varování. Textový výstup tohoto modulu je uložen v souboru *projekt_4.txt*. Nyní už jen pro jistotu spustíme ještě jednou celý model opět se stejnými parametry jako na začátku. Model během chvíle úspěšně skončil, protože již neprovádí žádné operace s daty. Textový výstup tohoto závěrečného běhu celého modelu je uložen v souboru *projekt_5.txt*.

Databázové výstupy jednotlivých modulů celého modelu si můžeme prohlédnout v jednotlivých adresářích příslušných daným operacím umístěných v adresáři *MDB* v kořenovém adresáři projektu. V adresáři *datova_redukce_kod* jsou pak uloženy geodatabáze s výslednými kompletními geografickými informacemi o zařízeních technologie VZT budovy BBA11.

Příklad prezentace těchto dat v aplikaci ArcMap je na obrázku (Obrázek 6-1). K prezentaci jsou také použita data stavby, která jsou součástí geodatabázi uložených ve složce *import_dat_dwg*.



Obrázek 6-1 - Technologie VZT v patře N01 budovy BBA11

7 Závěr

V rámci této práce autor nastudoval rozsáhlou problematiku facility managementu a informačního modelování budov. Navrhnul knihovnu analytických modulů pro práci s geografickými daty v geografickém informačním systému ArcGIS. Moduly autor implementoval v programovacím jazyce Python. Následně ověřil funkčnost a použitelnost knihovny v provozu Oddělení Facility Managementu Masarykovy Univerzity při kontrole předávaných pasportních dat a specifikaci nedostatků dodavateli v rámci reklamace pasportních dat budovy BBA11. Použití knihovny přineslo výraznou časovou a tedy i finanční úsporu.

V současném stavu je knihovna a její moduly plně funkční v geografickém informačním systému ArcGIS verze 10.2.1. Knihovna je již využívána v provozu Oddělení Facility Managementu Masarykovy Univerzity.

S ohledem na velkou chybovost geografických dat a s ohledem na to, že každý dodavatel těchto dat je vytváří jiným způsobem, je pravděpodobné, že implementované moduly budou dále rozvíjeny a budou vznikat i nové moduly v rámci knihovny.

Při používání modulů v praxi autor práce odhalil spoustu nedostatků. Při jejich odstranění se ještě více usnadní práce s geografickými daty (například modul *datové redukce podle polohy*). Ruční práce s upravováním jednotlivých vrstev a jejich geometrií by šla jistě alespoň částečně zautomatizovat.

Pro rozšíření knihovny o nové moduly se přímo nabízí moduly pro další kontrolu dat. Například kontrola polohy v souřadnicovém systému jednotlivých budov, ale také kontrola polohových kódů zařízení v rámci místnosti.

Dále je v OFM MU velkým problémem neustále se vyvíjející metodiky týkající se pasportizace budov a s tím spojená i struktura geodatabází. Toto nebylo v rámci této bakalářské práce řešeno. Modul pro synchronizaci schématu databáze se vzorovou databází by jistě našel uplatnění.

Zkušenosti získané v této práci spojené s návrhem, implementací a provozem knihovny a jejích modulů využije autor při další práci se systémem ArcGIS a s geografickými daty. Nabytých zkušeností o struktuře a chybovosti dodávaných dat bude využito pro návrh nové databázové struktury typu SDE pro uložení geografických dat.

Literatura

- [1] Facility Management. THE CZECH REPUBLIC CHAPTER OF IFMA. *IFMA CZ* [online]. Praha, 2013 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.ifma.cz/index.php/facility-management>
- [2] VYSKOČIL, Vlastimil K. *Podpůrné procesy a snižování režijních nákladů: (facility management)*. Vyd. 1. Praha: Professional Publishing, 2003, 288 s. ISBN 80-864-1945-2.
- [3] ČSN EN 15 221. *Facility management*. 1.3.2014. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=94111>
- [4] Informační model budovy. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Informa%C4%8Dn%C3%AD_model_budovy
- [5] ODDĚLENÍ FACILITY MANAGEMENTU MU. *Metodika technologické pasportizace MU*. Brno, 2012.
- [6] ODDĚLENÍ FACILITY MANAGEMENTU MU. *Registr TP*. Brno, 2012. Dostupné z: http://gis-dev.ics.muni.cz/registrTP_ostry/Default.aspx
- [7] VYSKOČIL, Vlastimil K. *Management podpůrných procesů: facility management*. 1. vyd. Praha: Professional publishing, 2010, 415 s. ISBN 978-807-4310-225.
- [8] BŘEHOVSKÝ, Martin a Karel JEDLIČKA. *Úvod do Geografických Informačních Systémů: Přednáškové texty* [online]. Plzeň, 2005 [cit. 2014-05-07]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi.pdf>
- [9] ČERNÝ, Martin et al. *BIM příručka: Základní představení metodiky informačního modelování budov (BIM) a význam BIM pro změny procesů ve stavebnictví*. Praha: Odborná rada pro BIM o.s., 2013, 79 s. ISBN 978-80-260-5297-5.
- [10] ODDĚLENÍ FACILITY MANAGEMENTU MU. *Metodika stavební pasportizace MU*. Brno, 2012.
- [11] Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). STÁTNÍ SPRÁVA ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU. *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. © 2005-2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: http://www.vugtk.cz/slovník/1258_souradnicovy-system-jednotne-trigonometricke-site-katastralni-%28s-jtsk%29
- [12] FOOTE, Kenneth E. a Margaret LYNCH. Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions. In: *The Geographer's Craft Project: Department of Geography* [online]. Austin (Texas): The University

of Colorado at Boulder, 1995, 1.11.2009 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/intro/intro_f.html

- [13] ArcGIS. ARCDATA PRAHA, s.r.o. *ARCDATA PRAHA: Geografické informační systémy* [online]. Praha, © 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/arcgis/>
- [14] ESRI. *Esri: ArcGIS* [online]. Redlands (USA), © 1995-2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.esri.com/software/arcgis>
- [15] ESRI. *ArcGIS Resources* [online]. Redlands (USA), © 1995-2014, 3.4.2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/>

Příloha 1.

Obsah CD

./prilohy ... přílohy uvedené na konci technické zprávy a příklad výsledku případové studie

./skripty ... zdrojové soubory modulů knihovny

./studie ... výstupy modulů prováděných v případové studii + projekt BBA11_VZT

./technicka_zprava ... zdrojový dokument technické zprávy a obrázky

./BP_Toolbox ... knihovna modulů pro ArcGIS

./readme.txt ... obsah CD, návod k instalaci

./technicka_zprava.pdf ... technická zpráva

Příloha 2.

Šablona pro atributová data v MS Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	polohova_cast	technol_cast	rodic_graficky	rodic_tecnologicky	predchudce_1	predchudce_2	geometrie	vyska
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								

Příloha 3.

Referenční tabulka pro opravu schématu tabulek

	A	B	C	D
1	puvodni_nazev	novy_nazev	typ	delka
2	Kód	polohova_cast	TEXT	12
3	F2	rodic_graficky	TEXT	20
4	F3	technol_cast	TEXT	8
5	F4	predchudce_1	TEXT	20
6	F5	predchudce_2	TEXT	20
7	Atributy_hromadné	oznaceni_dle_dokumentace	TEXT	30
8	F7	poznamka	TEXT	100
9	F8	vyrobni_cislo	TEXT	50
10	F9	datum_vedeni	TEXT	8
11	F10	zaruka_do	TEXT	8
12	F11	geometrie	LONG	
13	F12	vyska_1	LONG	
14	F13	vyska_2	LONG	
15	F14	tloustka_1	LONG	
16	F15	tloustka_2	LONG	
17	F16	nazev_vyrobu	TEXT	200
18	F17	vyrobce	TEXT	50
19	F18	pn_vyrobce	TEXT	60
20	F19	dodavatel	TEXT	50
21	F20	pn_dodavatel	TEXT	60
22	F21	dhm	TEXT	15

oprava_schematu

Příloha 4.

Referenční tabulka specifických atributů

	A	B	C	D	E	F	G
1	prostredek	atribut_51	typ_51	atribut_52	typ_52	atribut_53	typ_53
2	BM			typ	TEXT		
3	BK	typ1	TEXT	typ2	TEXT	rozliseni_standardni	TEXT
4	BE	typ	TEXT				
5	CA	objem	DOUBLE				
6	FB	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
7	FC	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
8	FF	jmenovite_napeti	DOUBLE	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovity_rezidualni_proud	DOUBLE
9	FP	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
10	FS	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
11	FT	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
12	FU	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
13	FW	jmenovity_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	pocet_polu	LONG
14	FG	jmenovite_napeti	DOUBLE	stupen_svodice	LONG		
15	FY	jmenovite_napeti	DOUBLE	stupen_svodice	LONG		
16	GR	jmenovite_vystupni_napeti	DOUBLE	jmenovity_vystupni_proud	DOUBLE	kapacita	LONG
17	GV	vykon	LONG				
18	KM	typ_prenosu	TEXT	prenosova_frekvence	DOUBLE		
19	MK	jmenovita_svetlost	TEXT	jmenovity_tlak	TEXT		
20	MJ	typ	TEXT	protipozarni	TEXT	detekce_otevrenych_dveri	TEXT
21	MN	prutok	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	jmenovity_prikon	DOUBLE
22	MM	jmenovite_napeti	DOUBLE	jmenovity_vykon	DOUBLE		
23	MS	jmenovite_napeti	DOUBLE	jmenovity_vykon	DOUBLE		
24	MT	jmenovity_pracovni_proud	DOUBLE	jmenovite_napeti	DOUBLE	jmenovite_ovladaci_napeti	DOUBLE
25	MV	jmenovita_svetlost	TEXT	jmenovity_tlak	TEXT	jmenovity_prutok	DOUBLE
26	MW	jmenovita_svetlost	TEXT	jmenovity_tlak	TEXT	jmenovity_prutok	DOUBLE
27	PE	merena_velicina	TEXT	rozsah	TEXT		
28	PP	rozsah_tlaku	TEXT				
29	PT	rozsah_teploty	TEXT				
30	QA	jmenovite_ovladaci_napeti	DOUBLE	jmenovite_pracovni_napeti	DOUBLE	jmenovity_pracovni_proud	DOUBLE
31	SK	typ	TEXT	kmitocet		typ_karty	
32	SH	typ	TEXT	pouziti	TEXT		
33	SS	typ	TEXT	pocet_reproduktoru	LONG	zatizitelnost_dlouhodoba	DOUBLE
34	TC	kapacita	LONG	kompenzacni_vykon_pri_napeti	TEXT		
35	TI	indukcnost	LONG				

Příloha 5.

Šablona pro implementaci modulu knihovny

```
1 #####
2 ## Šablona pro modul knihovny pro spravu budov v ArcGIS
3 #####
4
5 # Import pouzitych modulu
6 import arcpy
7 import glob
8 import os.path
9 import shutil
10 import sys
11 import BP_zurnal as zurnal
12 from BP_atributy import *
13
14 ## Sekce pro funkce vyuzivane v tomto modulu
15 ## Funkce a konstantni promenne s moznosti vyuziti ve vice modulech se ukladaji do BP_atributy.py
16
17 #####
18 # Hlavni program
19 #####
20 if __name__ == '__main__':
21
22     mess("")
23
24     #####
25     #####          Parametry skriptu          #####
26     #####
27
28     # Projekt (budova)
29     projekt = arcpy.GetParameterAsText(0)
30     # RESET puvodnich vysledku
31     reset = arcpy.GetParameter(1)
32
33     ## Pripadne dalsi parametry modulu
34
35     #####
36     #####
37
38     uspech = True # Oznacuje uspech cele datove redukce
39
40     if reset:
41         mess("\nReset puvodnich vysledku.")
42         ## Provedeni prislusnych operaci pri vyvolanem resetu.
43         ## Typicky smazani adresare s vystupnimi daty modulu a reset prislusnych zaznamu v zurnalu
44
45     # Kontrola, zda byla provedena vyžadovaná předchozí operace
46     zaznamy_predchozi = zurnal.kontrola(projekt, udalost["predchozi_operace"])
47     if len(zaznamy_predchozi) == 1:
48
49         # Kontrola, zda uz nebyla provedena pozadovana operace
50         zaznamy_operace = zurnal.kontrola(projekt, udalost["provedena_operace"])
51         if len(zaznamy_redukce_kod) == 0:
52
53             # Osetreni existence a vytvoreni adresare pro vystupni data operace
54             vytvor_slozku(adr_slozka_mdb(projekt, udalost["provedena_operace"]))
55
56             ## KOD modulu
57             #####
58
59             ## Zapis uspesne dokoncene operace
60             if uspech:
61                 if not zurnal.uspech(projekt, udalost["provedena_operace"], "", adr_slozka_mdb(projekt,
62                 udalost["provedena_operace"])):
63                     mess("Chyba pri pokusu o zapis do zurnalovaci tabulky.", 2)
64
65             else:
66                 mess("Udalost \" + udalost["provedena_operace"] + "\" jiz byla provedena v " + cas(
67                 zaznamy_redukce_kod), 1)
68
69     else:
70         mess("Nebyla provedena dana pozadovana operace nutna pro zdarne dokonceni provedene operace.", 1)
71
72     mess("\n")
```