

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

**PUBLIKOVÁNÍ GEOPROCESSING NÁSTROJŮ
V PROSTŘEDÍ ARCGIS SERVERU**

Magisterská práce

Klára VODŇANSKÁ

Doc. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.

Olomouc 2016
Geoinformatika

ANOTACE

Cílem práce je publikování minimálně 3 optimalizovaných geoprocessing nástrojů pomocí ArcGIS serveru. Proces publikace lze rozdělit na tři kroky: tvorba nástroje, publikace a následné testování. V rámci každé fáze se testuje funkčnost, dostupnost a rychlost operace při měnících se parametrech publikování. V rámci tvorby nástroje jsou testována dvě odlišná prostředí pro tvorbu nástroje – Model Builder a Python. Proces publikace zahrnuje testování standardů Esri Geoprocessing a OGC WPS, dále implementaci protokolů REST a SOAP a rychlost při synchronním a asynchronním režimu práce. Testování funkčnosti probíhá v klientech – webový (ArcGIS Online), desktop komerční (ArcGIS Desktop), desktop open-source (QGIS) a dále byla zahrnuta nová platforma od Esri ArcGIS Pro.

V první části práce jsou vybrány jednoduché nástroje reprezentující různé typové operace v závislosti na rozdílnosti vstupních a výstupních dat. Na těchto nástrojích probíhá celý proces publikace s rozdílnými nastaveními. Na základě výsledků tohoto testování jsou následně vypublikovány tři geoprocessing nástroje z environmentální oblasti. Tyto nástroje jsou opět testovány v již zmiňovaných prostředích. Výsledkem práce jsou vypublikované nástroje z environmentální oblasti a dále obecná doporučení pro publikaci nástrojů na server.

KLÍČOVÁ SLOVA

Geoprocessing nástroje; Geoprocessing služba; ArcGIS Server; Geoprocessing na ArcGIS Serveru, Geoprocessing v ArcGIS Online; Model Builder; Python

Počet stran práce: 64

Počet příloh: 2 (z toho 2 volné)

ANOTATION

The aim of this thesis is to publish at least three optimized geoprocessing tools through ArcGIS Server. The publication process can be divided into three steps: the creation of the tools, publishing and followed testing. Within each step, the testing of the functionality, the accessibility and the speed of the operations are held with changing parameters of the publishing. The step of tool creating includes testing of two different environments for the model building – Model Builder and Python. Within the process of publishing, testing involves standards Esri Geoprocessing and OGC WPS, followed by implementation of protocols REST and SOAP and the speed at synchronous and asynchronous execution. The testing itself is held in different clients – web client (ArcGIS Online), commercial desktop (ArcGIS Desktop), open source (QGIS) and it also includes new Esri’s platform ArcGIS Pro.

In the first stage of the work, few simple tools are selected to represent different types of tools, based on different types of the input and output data. Those simple tools are used to examine all the processes for publication with different settings. Based on results from this step three geoprocessing tools from the environmental area are published. Those tools are being tested in the platforms mentioned above. The results of this work are published environmental tools and general recommendations for publishing tools on ArcGIS Server.

KEYWORDS

Geoprocessing tools; Geoprocessing services; ArcGIS Server; Geoprocessing on ArcGIS Server, Geoprocessing in ArcGIS Online; Model Builder; Python

Number of pages: 64

Number of appendixes: 2

PROHLAŠUJI, ŽE

- diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

- jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, aby jeden výtisk diplomové práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,

- souhlasím, že údaje o mé diplomové práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užití výsledky a výstupy mé diplomové práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé diplomové práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne

Klára Vodňanská

Děkování patří především vedoucímu práce doc. RNDr. Vilému Pechancovi, Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování práce, dále za nadstandartní možnost přípravy před tvorbou práce, především v podobě odborného školení ArcGIS Server.

Dále děkuji Mgr. Filipu Jungovi z firmy VARS Brno a.s. za odbornost vedení školení ArcGIS Server a cenné rady. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Mgr. Petru Šťastnému za konzultace. Dále bych chtěla poděkovat svojí rodině za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 CÍLE PRÁCE.....	11
2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	12
2.1 Použitá data	12
2.1.1 StraKa	12
2.1.2 CA - asymetrické buffery dle typu sousedství	13
2.1.3 LOREP.....	15
2.2 Použité programy	15
2.2.1 ArcGIS Desktop.....	15
2.2.2 ArcGIS Online	16
2.2.3 ArcGIS Server	16
2.2.4 ArcGIS Pro	16
2.2.5 QGIS.....	17
2.3 Postup zpracování.....	18
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	19
3.1 Zhodnocení podkladů	19
3.2 Geoprocessing services	19
3.2.1 Jaké operace se dají publikovat	19
3.3 Současné standardy pro webové procesní služby	20
3.3.1 WPS.....	20
3.3.2 PyWPS	21
3.3.3 CTS	21
3.3.4 Esri Geoprocessing.....	21
3.4 Prostředky pro publikování procesní služby	21
3.4.1 ArcGIS Server	22
3.4.2 ArcGIS Online	22
3.4.3 GeoServer	22
3.4.4 SuperGIS Server	22
3.5 Geoprocessing	23
3.5.1 Model Builder	23
3.5.2 Python	24
4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ	25
4.1 Tvorba nástroje.....	25
4.1.1 Model Builder	25
4.1.2 Python	28
4.1.3 Srovnání Model Builder a Python.....	31
4.2 Příprava na úrovni desktop	32
4.2.1 Environment	32
4.3 Publikování nástroje na ArcGIS server.....	34
4.4 Správa služby na serveru	38

4.5	Konzumace služby	40
4.5.1	ArcGIS Desktop.....	40
4.5.2	Webový GIS.....	41
4.5.3	QGIS.....	42
4.5.4	ArcGIS Pro	44
4.6	Publikování na ArcGIS Online	44
4.7	Testování.....	46
5	VÝSLEDKY	47
5.1	Výsledky z testování jednoduchých nástrojů.....	47
5.2	Nástroj StraKa	50
5.2.1	Tvorba nástroje	50
5.2.2	Publikace nástroje.....	53
5.2.3	Testování nástroje	53
5.3	Nástroj CA.....	56
5.3.1	Tvorba nástroje	56
5.3.2	Publikace nástroje.....	57
5.3.3	Testování výsledků	57
5.4	Rastrový nástroj	58
5.4.1	Tvorba nástroje	58
5.4.2	Publikace nástroje.....	58
5.4.3	Testování výsledků	58
5.5	Obecná doporučení.....	60
6	DISKUZE	61
7	ZÁVĚR	63
	POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
	PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
CGI	Common Gateway Interface
Esri	Environmental System Research Institute
GIS	Geografický informační systém
OGC	Open Geospatial Consortium
REST	Representational state transfer
SOAP	Simple Object Access Protocol
WPS	Web Processing Services

ÚVOD

Geoprocessing nástroje jsou nezbytnou součástí každého GIS programu. Tyto nástroje umožňují nejrůznější prostorové analýzy na vektorových i rastrových datech, práci s atributy, výpočty vzorců a další. Mezi nejvýznamnější programy v této sféře patří ArcGIS kalifornské firmy Esri. Tento program nabízí uživateli Toolbox se širokým množstvím nástrojů. Pokud by si ani přes to uživatel nevybral žádný z nástrojů, nabízí ArcGIS prostředí pro tvorbu vlastních nástrojů. Uživatel může tyto vlastnoručně vytvořené nástroje sdílet pomocí geoprocessing služby.

Snaha nejnovějších technologií je přenést váhu z klientského počítače na server. K nástrojům sdíleným na serveru je možné přistupovat i přes lehké klienty, jakými jsou například ArcGIS Online. Uživatel již nemusí pořizovat těžké, většinou drahé, desktopové systémy ale může nástroj použít přes free nebo open-source program. Důležité je také zmínit, že nástroje, potřebující nějakou z extenzí ArcGIS (Spatial Analyst, Network Analyst apod.), mohou být přes ArcGIS Server poskytnuty verzím, které přístup k těmto extenzím nemají.

Cílem této práce není tvořit nové nástroje ale převzít stávající nástroje a vy publikovat je na ArcGIS Server. Nástroje pro tuto práci jsou převzaty z datového skladu vedoucího práce.

V první části se práce zaměřuje na seznámení s nástroji a programy, které byly během postupu práce použity. Následně se práce zabývá zhodnocením současného stavu. Kapitola 4 představuje vlastní řešení od tvorby nástroje přes jeho publikaci k jeho testování. V závěru práce jsou shrnuty výsledky, které jsou rozebrány v diskuzi. Poslední kapitolou je závěr.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je publikování minimálně tří optimalizovaných geoprocessing nástrojů pomocí ArcGIS serveru. Pro potřeby optimalizace je třeba opakovaně prakticky projít všechny fáze přípravy a publikace nástroje. V rámci každé fáze se bude testovat funkčnost, dostupnost a rychlost operace při měnících se parametrech publikování. Testování obsáhne minimálně dostupnost a funkčnost nástroje při publikování pomocí standardu Esri geoprocessing a OGC WPS; akceptovatelné datové formáty, rychlost operací při publikování z registrovaných a neregistrovaných datových zdrojů, dostupnost při implementaci pomocí protokolů REST a SOAP, rychlost při synchronním a asynchronním režimu práce.

Publikování bude probíhat na katedrálním ArcGIS serveru edice Advanced Enterprise s dostupným SDE úložištěm. Testování funkčnosti proběhne minimálně ve třech klientech - webový, desktop komerční, desktop open-source. Výsledky testování budou patřičně zdokumentovány a vyhodnoceny a na jejich základě budou formulovány doporučení pro efektivní publikování. Poté budou vypublikovány tři optimalizované nástroje pro environmentální oblast.

Dílčím cílem této práce je provést celý proces publikace nejprve na jednoduchých nástrojích, na kterých budou testována jednotlivá nastavení a jejich funkčnost. Následně bude celý proces zopakován na třech vybraných náročnějších geoprocessing nástrojích. Dalším dílčím cílem této práce je zprovoznění tří klientů, ve kterých se následně budou testovat vypublikované nástroje.

2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Tato kapitola popisuje všechna použitá data, která byla v práci použita a všechny programy, se kterými se během postupu práce pracovalo. Na závěr kapitoly bude stručně shrnut popis postupu práce.

2.1 Použitá data

Data a nástroje, použitá v této práci, byla reprezentována především nástroji ve formátu Model Builder nebo Python. Tyto nástroje byly poskytnuty z archivu vedoucího práce. Cílem práce není vytvořit komplexní nástroje, ale pouze je publikovat případně provést potřebné úpravy pro funkční publikaci. Mezi poskytnutá data patří:

- Nástroj StraKa – zkoumající strukturu krajiny a druhovou rozmanitost
- Nástroj CA – výpočet asymetrických bufferů dle typu sousedství
- Nástroj Lorep - Toolbox obsahuje tři základní nástroje určené pro analýzu morfometrických charakteristik terénu

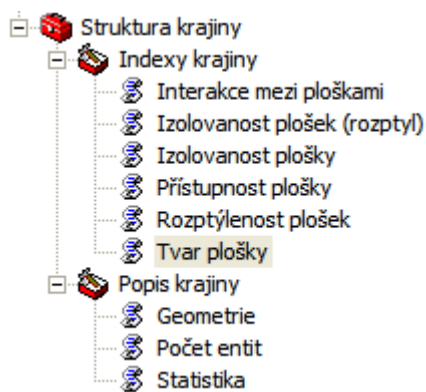
2.1.1 StraKa

StraKa je Toolbox obsahující dva Toolsety a jedenáct nástrojů. Všechny nástroje jsou vytvořené pomocí prostředí Python. Toolsety s názvy Indexy krajiny a Popis krajiny byly vytvořeny a prezentovány v bakalářské práci Kateřiny Pavkové (2008, obr. 1). Nástroje byly vytvořeny pomocí modulu Arcgisscripting a následně přepsány Mgr. Pohankou do verze používající ArcPy. V průběhu let byl toolbox doplněn o nástroje Shannon-Simpson a True value join. Pro publikaci bylo vybráno celkem devět nástrojů (**Obr. 2**); nástroj Statistika nebyl vybrán, protože jeho funkčnost se shoduje s nativními funkcemi ArcMap verze 10.0 a vyšší, nástroj True value join ještě není připraven ve finální podobě. Použité nástroje jsou následující (Pavková, 2008):

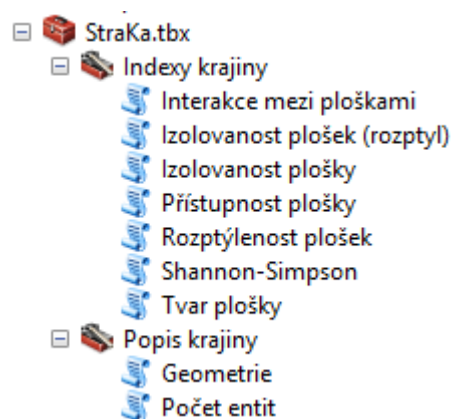
1. **Interakce mezi ploškami** (Interaction.py) - na základě podílu vzdáleností a obsahu sousedních plošek (polygonů) počítá index interakce mezi ploškami. Vstupní vrstvy musí být polygonové s přítomným numerickým polem FID. Výstupem je nový sloupec v tabulce.
2. **Izolovanost plošek (rozptyl)** (SeparatednesVariance.py) - vypočítá intervalový obsah parametrů rozptylu souřadnic středů vložených plošek, data musí být polygonová a obsahovat numerické pole FID, tento skript volá hodnoty chí-kvadrátu z externí statistické tabulky. Výstupem je číslo.
3. **Izolovanost plošky** (Separatednes.py) - každé plošce vypočte index její izolovanosti na základě průměrné vzdálenosti od sousedních plošek, data musí být polygonová a obsahovat numerické pole FID. Výstupem je nový sloupec v tabulce.
4. **Přístupnost plošky** (Accessibility.py) - na základě délky společných hranic určí index přístupnosti, vložené vrstvy musí být polygonové a obsahovat numerické pole FID. Výstupem je nový sloupec v tabulce.
5. **Rozptýlenost plošek** (Diffusiveness.py) – řeší podíl průměrné hustoty plošek číslem π , data musí být polygonová a obsahovat numerické pole FID). Výstupem je číslo.
6. **Shannon-Simpson** – počítá Shannonův a Simpsonův index, vstupem je bodová vrstva představující lokalizované nálezů rostlinných či živočišných

druhů a polygonová vrstva vymezují polygonové jednotky, pro které jsou indexy počítány. Výstupem je .dbf tabulka.

7. **Tvar plošky** (TheShape.py) – všem prvkům ve vrstvě přiřadí hodnoty indexu tvaru plošky, vstupní vrstvy mohou být pouze polygonové. Výstupem je nový sloupec v tabulce.
8. **Geometrie** (Geometry.py) - řeší geometrii vložených vrstev, počítá obvod a obsah/délku, vstupními daty mohou být polygonové či liniové vrstvy. Výstupem je nový sloupec v tabulce.
9. **Počet entit** (NumberOfEntity.py) – počítá frekvenci prvků v jednotlivých kategoriích, data jsou omezená pouze přítomností určujícího pole v tabulce, mohou být bodová, liniová i polygonová nebo pouze .dbf tabulka). Výstupem je textový soubor (.txt).



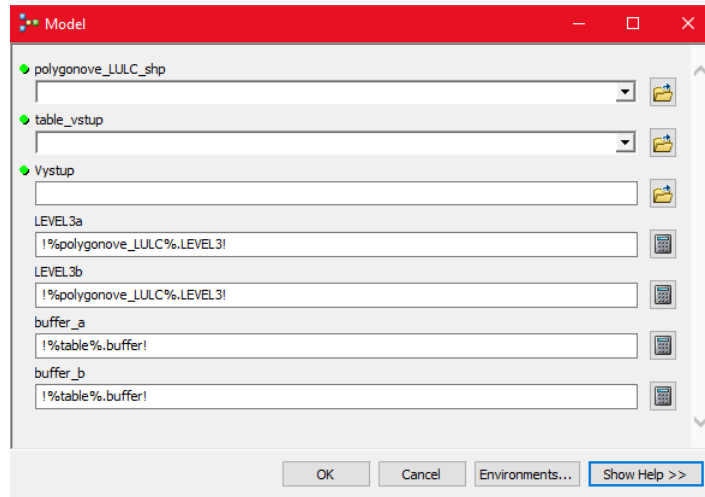
Obr. 1 - Výsledný rozbalený toolbox
(Pavková, 2008)



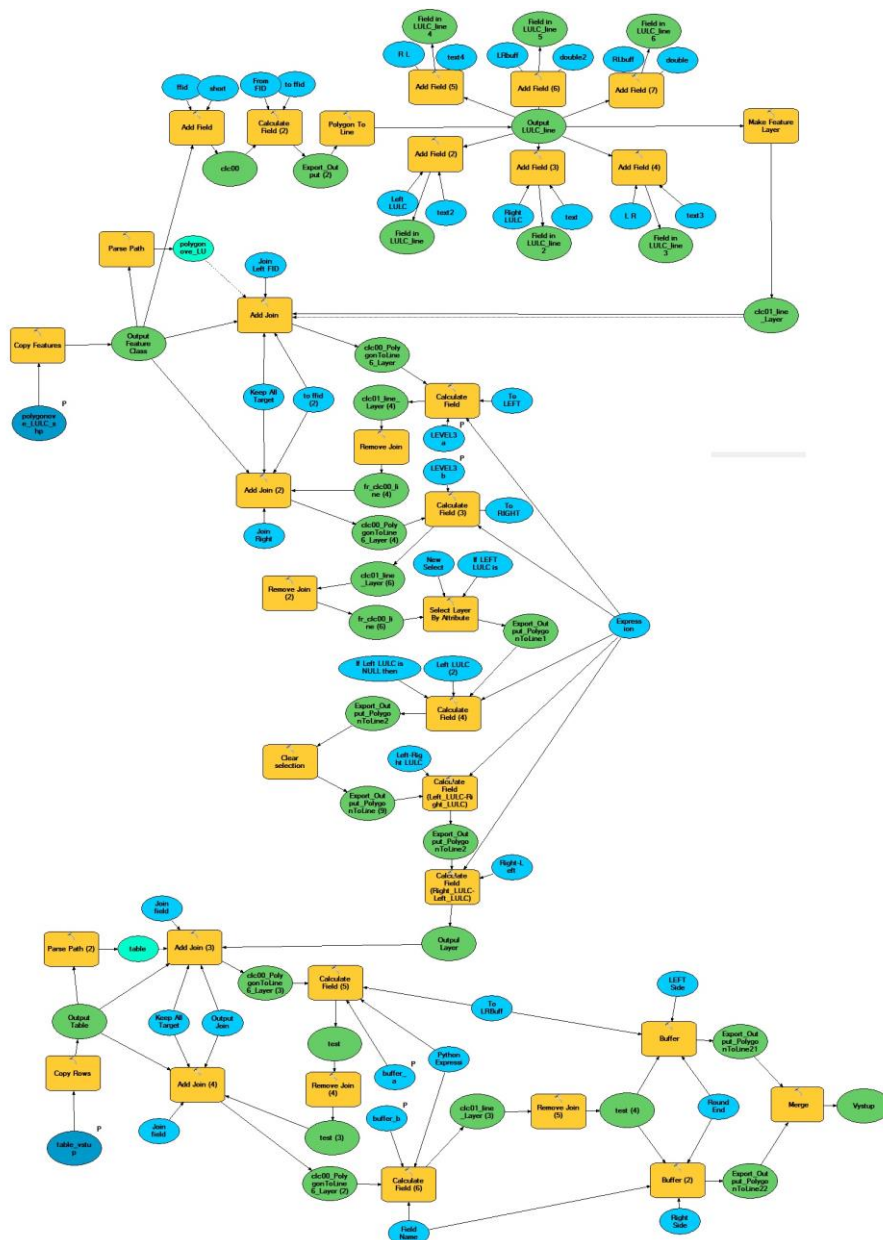
Obr. 2 - Toolbox nástrojů k publikaci
(Vlastní zdroj)

2.1.2 CA - asymetrické buffery dle typu susedství

Nástroj CA je na rozdíl od nástroje StraKa vytvořen v prostředí Model Builder a byl získán z datového skladu vedoucího práce. Nástroj je velmi komplexní (Obr. 4) a skládá se především z operací Add Field, Calculate Field, Add Join, Remove Join a Buffer. Vstupem do tohoto nástroje musí vždy být polygonová vrstva **Corine Land Cover (90-06)**. Další vstupní vrstvou je tabulka s expertními hodnotami. Výstupem je nová polygonová Feature class asymetrických bufferů. Tento nástroj je zatím v procesu vývoje a například tabulka expertních hodnot zatím není pro všechny hodnoty krajinného pokryvu. Tento fakt může ovlivnit výsledky nástroje, ale neměl by ovlivnit funkčnost nástroje v současné podobě.



Obr. 3 - Prostředí modelu CA (Vlastní zdroj)



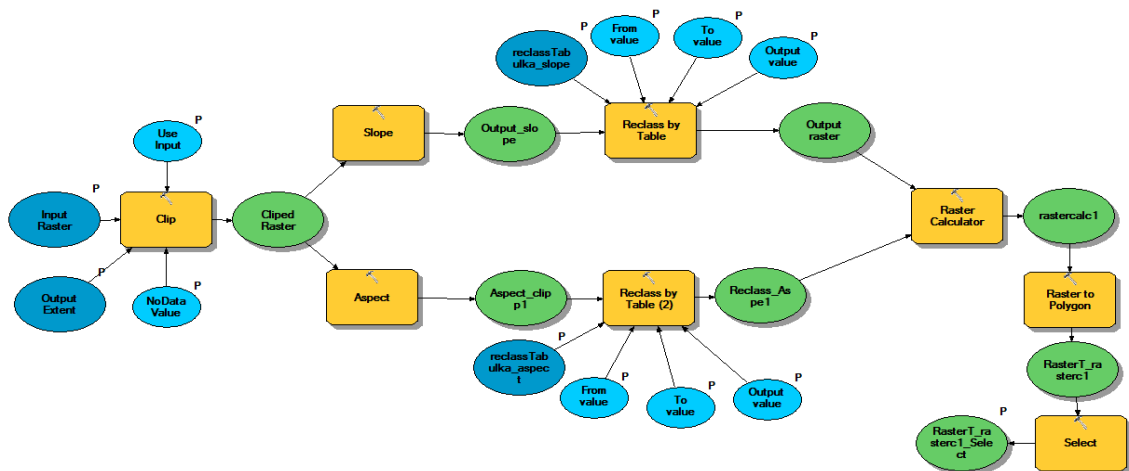
Obr. 4 - Nástroj CA v Model Builder (Vlastní zdroj)

2.1.3 LOREP – Rastrový nástroj

LOREP byl prezentován a vytvořen v bakalářské práci O. Kraváčka. Vytvořený toolbox obsahuje tři nástroje – TRMI, TOPO a TRMIM-Landform. Nástroje jsou určeny pro analýzu morfometrických charakteristik terénu. Vstupem do těchto nástrojů je vždy DEM a výstupem nový rastrový soubor. Skripty pro tyto nástroje byly vytvořeny v prostředí ArcGIS Desktop 9.3 za využití Python 2.5.1 a pomocí jeho modulu **arcgisscripting**. Od verze 10.0 je tento modul nahrazen novějším modulem **ArcPy**.

Geoprocessing na ArcGIS Server byl zaveden až s verzemi 10.0 a vyšší, to znamená, že byl uzpůsoben pro práci s modulem ArcPy a plná kompatibilita s arcgisscripting nebyla zajištěna. V průběhu práce bylo zjištěno, že tento nástroj by se dal plně využít s celou jeho funkcionalitou pouze, pokud by byl převeden do ArcPy. To byl u skriptu, který má přes 350 řádků, časově velmi náročný úkol. Cílem této práce je především optimalizace publikace a není jím předmět přepisování náročných skriptů. Proto byla zvolena možnost tento nástroj vůbec nepoužít, ale vytvořit místo toho vlastní rastrový nástroj, pouze pro použití v této práci.

Nově vytvořený nástroj se snaží zachovávat podobnost nástrojů LOREP, proto využívá stejných nástrojů, jaké byly použity v původních nástrojích (Slope, Aspect, Reclassify, Raster Calculator). Do nástroje vstupuje rastrový DEM a polygonová vrstva a dojde k oříznutí rastru polygonovou vrstvou. Následně je na oříznutém rastru provedena analýza sklonu a orientace. Vyhovující kategorie jsou označeny atributem 1 a nevyhovující číslem 0. Pomocí Raster Calculator jsou vypočítány oblasti, kde jsou obě podmínky vyhovující (rovnají se 1). Výsledek je převeden do shapefile. Schéma nástroje je na obr. 5.



Obr. 5 - Rastrový nástroj (Vlastní zdroj)

2.2 Použité programy

2.2.1 ArcGIS Desktop

Postup práce probíhal převážně v softwaru ArcGIS. Tento software je produkt kalifornské firmy Esri a v současnosti je nejrozšířenějším na trhu (Esri, 2005a). ArcMap jako komponenta ArcGIS Desktop a platforma ArcGIS Server byly nejvyužívanějším softwarem při práci. Katedrální ArcGIS Server Advanced Enterprise ve verzi 10.3 byl poskytnut katedrou spolu s ArcGIS Desktop ve verzi 10.2.2. V průběhu práce byl ArcGIS Desktop změněn na verzi 10.3 z důvodu nekompatibility.

ArcMap, součást ArcGIS Desktop, byl používán především pro tvorbu nástrojů. Model Builder a Python byly nejvyužívanějšími komponenty. Další důležitou funkcí programu ArcMap bylo nahrávání nástrojů na ArcGIS Server a následné testování jejich funkčnosti. Pro postup práce byly použity verze ArcMap 10.2.2 a ArcMap 10.3. Verze byly v průběhu práce několikrát změněny z důvodu nekompatibility se serverovou částí ve verzi 10.3 a nefunkčnosti nástrojů.

2.2.2 ArcGIS Online

ArcGIS Online tvoří portál k publikaci dat a služeb a umožňuje uživatelský přístup k nim. „Zároveň ale slouží i jako prostředník mezi publikovanými daty a aplikacemi, které je využívají“ (ARCDATA Praha, 2016a). Mezi funkcionality ArcGIS Online patří možnost interaktivního prohlížení dat, tvorba map a mapových aplikací, jejich následné sdílení a také umožňuje využití analytických nástrojů (Esri, 2016a). Díky ArcGIS Online máme přístup k základním analytickým nástrojům, anebo ke komplexnějším nástrojům sdíleným pomocí ArcGIS serveru.

Geoprocessing nástroje lze sdílet přímo při publikování nebo přidat službu a její nástroj do našeho ArcGIS Online pomocí REST služby (Esri, 2016a). Platforma nám nabízí tvorbu vlastní aplikace, kam si uživatel může připojit vlastní geoprocessing nástroje a v této aplikaci je využívat bez potřeby instalace jakéhokoliv softwaru. V této práci byl ArcGIS Online použit k testování funkčnosti nástrojů.

2.2.3 ArcGIS Server

ArcGIS Server reprezentuje serverovou část ArcGIS. Jeho prostřednictvím lze sdružovat datové zdroje a sdílet funkce (Jankovský, 2011). „ArcGIS Server je díky svým možnostem spolupráce s relačními databázovými systémy typu MS SQL Server a Oracle rovněž schopen zajistit úlohu centrálního úložiště geografických dat“ (Jankovský, 2011). Základní funkcí ArcGIS Serveru je poskytování GIS služeb. Kromě nejvíce využívaných mapových služeb nabízí i možnost *Geodata service*, *Feature service*, *Geoprocessing service* a další. Služby ArcGIS Serveru je možné využívat v desktopových klientech (ArcMap, ArcGIS Explorer) a ve webových a mobilních klientech (Jankovský, 2011). Používání služeb není omezeno pouze na Esri produkty. Programy, které mohou komunikovat standardními prostředky SOAP, REST nebo OGC, mohou být také klienty.

Pro postup práce byl vyhrazen katedrální ArcGIS Server ve verzi 10.3 Advanced Enterprise.

2.2.4 ArcGIS Pro

ArcGIS Pro se dá považovat za novou generaci desktopového GIS (Souček, 2014). Program je vytvořen na zobrazovacím engine (Souček, 2014). Rozdíl od platformy ArcGIS Desktop je založen na práci s projektem, ve kterém mohou být uložena data, styly, připojení ke složkám a serverům a jeho součástí mohou být i nástroje (Souček, 2014). Geoprocessing v ArcGIS Pro využívá tradiční nástroje, uložené v Toolboxu (Souček, 2014). Pro jejich tvorbu má platforma stejné prostředí jako ArcGIS Desktop – Model Builder a Python (verze 3.4.0) (Souček, 2014). Novinkou je postranní panel pro Geoprocessing (Souček, 2014). Kompatibilita nástrojů vytvořených v ArcGIS Desktop by měla být zachována i pro ArcGIS Pro.

„Další možností je novinka nazvaná Úlohy (Tasks). Je to jakýsi předpis pracovního postupu, do kterého se dají zahrnout různé nástroje a textový popis

jednotlivých kroků. Uživatel, který úlohu spustí, je postupně proveden jejím průběhem. Do úlohy lze naprogramovat prakticky jakékoliv dostupné funkce nebo geoprocessing nástroje a díky doprovodným popisům může dobře zpracovanou úlohu operátor zvládnout i bez předchozí instruktáže. Oproti modelům z prostředí Model Builder mají úlohy tu výhodu, že mohou obsahovat širší spektrum nástrojů a funkcí.“ Souček, 2014.

V této práci bude ArcGIS Pro používán pouze pro testování výsledků a to ve verzi 1.2. Není možné ho použít pro publikaci jakékoliv služby, jelikož tato funkce není prozatím umožněna (Chlup, 2015). Chování a rychlost procesů by měly být podobné jako v ArcMap (Chlup, 2015). Nástroje vytvořené v Model Builder a prostředí Pythonu v předchozích verzích by měly, až na drobné opravy, fungovat (Chlup, 2015).

2.2.5 QGIS

QGIS je open-source softwarem a zároveň oficiálním projektem Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) (QGIS, 2016). QGIS nabízí podobně jako ArcGIS několik různých platform – **Desktop** (desktopový GIS), **Browser** (prohlížečka, něco jako ArcGIS Explorer), **Server** (serverový GIS), **Web client** a platformu pro **Android**. QGIS umí pracovat jak s rastrovými tak i s vektorovými vrstvami. Serverový QGIS umožňuje publikaci projektů a vrstev jako OGC kompatibilní služby WMS a WFS. Webový klient je aproximace ArcGIS Online a slouží k publikaci projektů na webu.

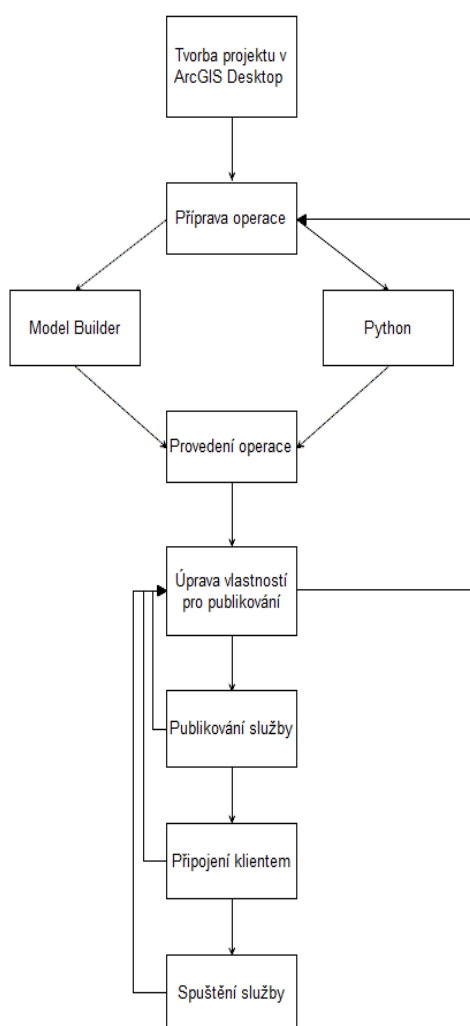
QGIS je význačný svou integrací s dalšími open-source programy jako jsou PostGIS, GRASS nebo MapServer. Funkcionalitu QGIS je možno doplnit i externě z pluginů napsaných v Pythonu nebo C++. Jednou z jeho předností je podpora pluginu WPS Client, který umožňuje připojování WPS služeb. Proto byl zvolen jako další platforma pro testování funkčnosti publikovaných nástrojů. V průběhu práce byl používán QGIS ve verzi 2.14.1 Essen.

Tento software umožňuje připojovat vrstvy pomocí REST služby. Jeden z pluginů je určen k připojení se k ArcGIS REST API services, v současné chvíli podporuje pouze feature layers.

2.3 Postup zpracování

Postup zpracování začal tvorbou projektu v ArcGIS Desktop, kde se připravily operace v prostředích pro tvorbu nástrojů – Model Builder a Python. Aby bylo možné vůbec k procesu publikace přistoupit, je nutné nejprve nástroj úspěšně spustit v ArcGIS Desktop. Zvláštní pozornost je třeba věnovat nastavení workspace a ukládání mezivýsledků. Nastavení nástroje by mělo být co nejvhodněji přizpůsobeno pro publikaci. Přes okno Results se lze dostat do Service Editoru určeného pro nastavení všech potřebných vlastností k úspěšné publikaci. Pokud v tuto chvíli není server připojen do ArcGIS, nabízí Service Editor připojení k serveru.

Pokud je publikace neúspěšná, je třeba se vrátit zpět do nastavení služby nebo přímo do nastavení nástroje. Při úspěšné publikaci je nástroj uložen na serveru a lze ho získat a využívat po připojení na tento server. Klient se k serveru připojí a využívá nástroj se svými daty a na různých platformách.



Obr. 6 - Diagram postupu práce (Vlastní zdroj)

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Zhodnocení podkladů

Odborné knižní literatury týkající se zaměření práce je velmi málo. Důvodem je neustálý vývoj technologií a nových verzí programů, proto se taková literatura stává rychle zastaralou. Většina postupu práce se odehrává v komponentech softwaru ArcGIS. Pro práci s tímto softwarem je nejpraktičtějším zdrojem informací **ArcGIS Help**, dostupný online z <http://resources.arcgis.com/en/help/>. Na těchto stránkách je dostupná nápověda pro všechny verze programu od verze 9.

Mezi další dostupné zdroje pro práci s ArcGIS patří **ArcRevue**, časopis vydávaný distributorem ArcGIS v ČR – ARCDATA Praha. Časopis vychází čtyřikrát ročně v tištěné podobě a je možné si ho stáhnout online ze stránek www.arcdata.cz.

Většina hodnotných publikací pro tuto práci je vytvořena Esri, firmou tvořící software ArcGIS. Publikace zaměřená konkrétně na ArcGIS Server byla vytvořena jako materiál pro výuku. **Introduction to ArcGIS Server** popisuje jak ArcGIS Server funguje a jaká je jeho funkcionality. Další publikací od Esri je **ArcGIS Web Development** – tutoriál zaměřený na výuku vývojářů k tvorbě GIS webových aplikací. Kniha se zabývá prací s ArcGIS Online, ArcGIS Serverem a tvorbou nástrojů.

Nejpřínosnějším zdrojem především praktických informací, bylo odborné školení poskytnuté firmou **VARS BRNO, a. s.** zaměřené na ArcGIS Server. Toto školení nabízí možnost praktického seznámení se s ArcGIS serverem, s možnostmi využití, zabezpečením a publikacemi na server.

3.2 Geoprocessing services

Geoprocessing služba, způsob, kterým můžeme publikovat naše nástroje na webu, se skládá z jednoho nebo více geoprocessing úkolů (Esri, 2016b). Geoprocessing úkol je nástrojem běžícím na serveru a jeho provedení a výstupy jsou vykonávány na straně serveru (Esri, 2016b). Geoprocessing služba se významně neliší od geoprocessing toolboxu a výsledná funkcionality může být totožná (Esri, 2016b).

3.2.1 Jaké operace se dají publikovat

Na ArcGIS server je možné vypublikovat široké množství nástrojů, od těch nejjednodušších po ty nejsložitější s několika kroky. K publikaci je možno použít jak nástroje z ArcGIS Toolbox, tak i vlastní vytvořené pomocí prostředí Model Builder nebo Python. Tímto získáváme nekonečné množství nástrojů, které lze vypublikovat.

Otázka, která se hned na začátku práce nabízí, je proč publikovat nástroje na server? Funkčnost nástrojů je přece mnohem lepší při uložení na disku než při práci s nástrojem uloženým na serveru. V současné době se vývoj přesouvá spíše k lehkým klientům, pracím v cloudu a už není cílem zatěžkávat stolní počítače a notebooky robustními programy s ohromnou škálou nástrojů. Při uložení nástroje na server není třeba mít toolbox uložený v počítači a nástroj je stále k dispozici při připojení k internetu.

Další výhodou je možnost sdílet tento nástroj ve firemním prostředí nebo i širokou veřejností. Nástroj tak lze poskytovat uživatelům těžkých desktopových klientů, středně těžkých i lehkých webových. „Klienty ArcGIS Serveru ale mohou být i jakékoliv další programy, které dokážou komunikovat standardními prostředky SOAP, REST nebo

OGC.“ (Jankovský, 2011). V případě ArcGIS serveru je díky publikaci nástrojů na server umožněno poskytovat geoprocessing nástroje úrovně ArcInfo i uživatelům ArcView (Jankovský, 2011).

Výhodou poskytování nástroje přes server je omezení možnosti zneužití nástroje a distribuování dál. Uživatel může nástroj pouze využívat, a při správném nastavení serveru není uživateli umožněno nahlédnout do procesů v samotném nástroji.

Cílem práce nebylo projít všechny nástroje, ale použít jich co nejméně, a to takových, které by mohly reprezentovat odlišné skupiny nástrojů. Při tomto kroku není důležité, co nástroj počítá, ale s jakými daty manipuluje. Proto byla vytvořena interní klasifikace nástrojů a výběr jednoduchých zástupců pro první fázi testování. Pro tuto fázi testování bylo nezbytné vybrat co nejjednodušší nástroje kvůli časté a opakované publikaci. Klasifikace byla vytvořena na základě odlišných vstupů, výstupů a mezivýsledků:

- Vstupem jsou dvě různé vrstvy a výsledkem je jedna nová vrstva – **Clip**
- Vstupem je jedna vrstva a výstupem geometricky modifikovaná vrstva – **Buffer**
- Vstupem je jedna vrstva a výstupem atributově modifikovaná vrstva – **Add Field**
- Vstupní vrstvou je rastr – **Resample**

3.3 Současné standardy pro webové procesní služby

3.3.1 WPS

Největším zřizovatelem nezávazných standardů pro zajišťování interoperability geoprostorových dat je OGC (OGC, 2016a). Standardy umožňují sdílení dat mezi různými obory, firmami a softwary. Jedním ze standardů je i Web Processing Service (WPS), umožňující sdílení geoprocessing služeb. „WPS zajišťuje pravidla pro standardizaci vstupů a výstupů pro geoprostorové procesní služby. Dále definuje jakým způsobem klient zašle požadavek na vykonání procesu a jak je zacházeno s výstupem“ (OGC, 2016b). Služba nepopisuje konkrétní procesy ani vstupní nebo výstupní data, specifikuje pouze jejich typy (Geoprocessing.info, 2016).

WPS specifikuje mechanismus, který může být použit pro popis a umožnění jakýchkoliv prostorových procesů (Geoprocessing.info, 2016). Výhodou WPS je, že může být konfigurováno tak, aby nabídlo jakoukoliv GIS funkcionalitu jakémukoli klientovi (Geoprocessing.info, 2016). Tato služba je zaměřena především na procesy zahrnující geoprostorová data (vektor i rastr); data mohou být i ve formátu GML nebo GeoTIFF (Geoprocessing.info, 2016).

První verze služby WPS 0.1.0 vyšla v roce 2004 zajišťující počáteční dokument a formátovanou OGC šablonu. Poté následovaly verze 0.2.0 (2004), 0.3.0 (2005), 0.4.0 (2005) s několika meziverzemi až k finální a kompletní verzi 1.0.0. V současnosti nejnovější verzí je **2.0.0** zveřejněná 2014.

WPS rozhraní specifikuje tři operace, které mohou být vyžádány klientem a vykonány WPS serverem (OGC, 2016b):

- **GetCapabilities** – tato operace umožňuje klientovi vyžádat od serveru metadata poskytované služby
- **DescribeProcess** – tato operace umožňuje klientovi vyžádat podrobné informace o procesích, které mohou být spuštěny na instanci služby
- **Execute** – pomocí této operace může klient nechat běžet specifických proces implementovaný WPS

ArcGIS desktop, podobně jako QGIS a další software, má v sobě naimplementovaný nástroj pro připojení WPS služby. Pomocí ArcGIS serveru je možné i vypublikovat WPS službu.

3.3.2 PyWPS

PyWPS je implementací WPS standardu od OGC ve verzi 1.0.0 (PyWPS, 2016). PyWPS je CGI (Common Gateway Interface) aplikací. CGI je protokol pro propojení externích aplikací s webovým serverem. Jak se dá z názvu snadno odvodit, je napsán v jazyce Python. Pracuje s funkcí execute. Autorem je Jáchym Čepický, který jej vytvořil jako součást projektu „Connecting of GRASS GIS with UMN MapServer“ (PyWPS, 2016).

Hlavním přínosem standardu je umožnění integrace, publikace a proběhnutí procesů psaných v Pythonu přes WPS standard (PyWPS, 2016). V současnosti je stabilně dostupná verze 3.0 a verze 4.0 ve vývoji.

3.3.3 CTS

Třetím příkladem standardu procesní služby je Coordinate Transformation Service (CTS). Zaměření tohoto standardu je na překrytí dat z různých zdrojů a umožňuje provést transformaci souřadnicového systému (OGC, 2016c). CTS, standard zajišťovaný OGC, je implementace pro Java třídy a pro rozhraní CORBA a COM (OGC, 2005).

3.3.4 Esri Geoprocessing

Standard, používaný interně v platformách od Esri je již zmiňovaný **Geoprocessing Service**. Geoprocessing služby jsou využívány webovými klienty (ArcGIS for Desktop a ArcGIS Explorer Desktop), ale primárními klienty jsou webové aplikace vyvinuté pomocí JavaScript, SilverLight a Flex (webové prohlížeče, mobilní aplikace a ArcGIS Engine aplikace) (ERSI, 2016b).

3.4 Prostředky pro publikování procesní služby

K publikaci nástrojů z programu ArcMap dochází přes ArcMap a okno Results. Tato prostředí nám umožňují publikovat nástroj dvěma způsoby – jako **Geoprocessing Package** a **Geoprocessing Service**.

- **Geoprocessing Service** – k publikaci tímto způsobem dochází přes ArcGIS Server, kdy je nástroj uložen na serveru a výpočetní procesy jsou taktéž na serveru, uživatel k nástroji může přistoupit připojením nástroje například do prostředí ArcMap. Výhodou sdílení nástroje tímto způsobem je, že uživatel „nevidí“ do procesů za nástroj a není tak možné nástroj zneužít
- **Geoprocessing Package** – abychom mohli nástroj vypublikovat jako Package, je třeba mít účet na ArcGIS Online, následně je nástroj nahrán do sekce „Můj obsah“ a uživatel si tento nástroj může stáhnout. Rozdíl mezi Service a Package je v tom, že při stažení jako Package je nástroj uložen fyzicky na počítači uživatele a veškerý výpočetní výkon je na stejném počítači. Rozdíl mezi sdílením nástroje jako Package a jenom například zazipovaným Toolboxem je takový, že nástroj v podobě Package se chová stejně jako nástroj na serveru (Geoprocessing Service). To znamená, že uživatel nevidí do procesů za samotným nástrojem.

Z ArcMap je možné tedy publikovat dvěma způsoby přes ArcGIS Server a ArcGIS Online. Obě prostředí jsou od firmy Esri, ale nejsou to jediné způsoby, jakými lze nástroj vypublikovat. Dalšími prostředními, kde lze publikovat nástroj, jsou například GeoServer a SuperGIS Server.

3.4.1 ArcGIS Server

ArcGIS server (viz kapitola 2.1.1) je jeden z několika prostředků pro publikování procesní služby. K publikování na ArcGIS Server dochází přes okno Results v ArcGIS Desktop, přes které se uživatel dostane do Service Editoru. ArcGIS Server umožňuje procesní službu vypublikovat dvěma způsoby – geoprocessing service (pouze Esri platformy) a WPS. Služba tak získává širokou možnost využití v různých programech založených na různých platformách.

Služby uložené na ArcGIS Serveru jsou přístupné buď přes SOAP, nebo přes REST k dalším využitím.

3.4.2 ArcGIS Online

Dalším z programů, umožňujících práci s Geoprocessing službou, je ArcGIS Online. Nástroje lze rovněž sdílet přímo do aplikace při procesu publikace z ArcGIS Desktop, nebo je lze později připojit do vlastní webové aplikace pomocí **REST endpoint**. Publikace na ArcGIS Online je velmi podobná publikaci na ArcGIS Server; vykonaný nástroj v ArcGIS Desktop sdílíme jako **Geoprocessing Package**. Z tohoto rozhraní je třeba se přihlásit na vlastní účet na ArcGIS Online a následně Geoprocessing Package sdílet. Tímto způsobem sdílený nástroj je k dispozici na ArcGIS Online a je možné ho připojit do ArcGIS Desktop.

3.4.3 GeoServer

GeoServer je vyvíjen na platformě Java s využitím OSS knihovny GeoTools, která implementuje nejnovější standardy OGC (OGC, 2014a). WPS není přímo součástí GeoServeru, ale je dostupná jako extenze (OGC, 2016a). Výhodou GeoServer WPS je přímá integrace s dalšími službami a data katalogem, umožňující vytvořit procesy založené přímo na datech uložených na GeoServeru (OGC, 2016a). Výsledek je možné uložit jako novou vrstvu v GeoServer katalogu (OGC, 2016a). V tomto případě se WPS chová jako plný nástroj s možností číst a zapisovat data na GeoServer (OGC, 2016a).

3.4.4 SuperGIS Server

Dalším z představitelů prostředků pro publikování geoprocessing služby je **SuperGIS Server**, momentálně ve verzi 3.0, od firmy Supergeo. SuperGIS Server by se dal považovat za konkurenta ArcGIS Serveru. Na oficiálních stránkách Supergeo je SuperGIS Server popsán jako „rozsáhlý serverově založený GIS, navržený pro organizace k tvorbě, sdílení, integraci a distribuci různých GIS zdrojů, jako jsou mapy a geodatabáze, skrze internet, k podpoře desktopových, mobilních a webových aplikací“ (SuperGeo, 2016).

Funkcionalita SuperGIS Serveru se podobá funkcionalitě ArcGIS Serveru. SuperGIS Server umožňuje uživatelům publikovat různé GIS služby (map, cache, feature), dále nabízí možnost publikovat na server data uložená v DBMS. Obdobně jako ArcGIS Online, SuperGIS Server nabízí asistenta při tvorbě webových aplikací a variaci API pro JavaScript, Adobe Flex a Microsoft Silverlight.

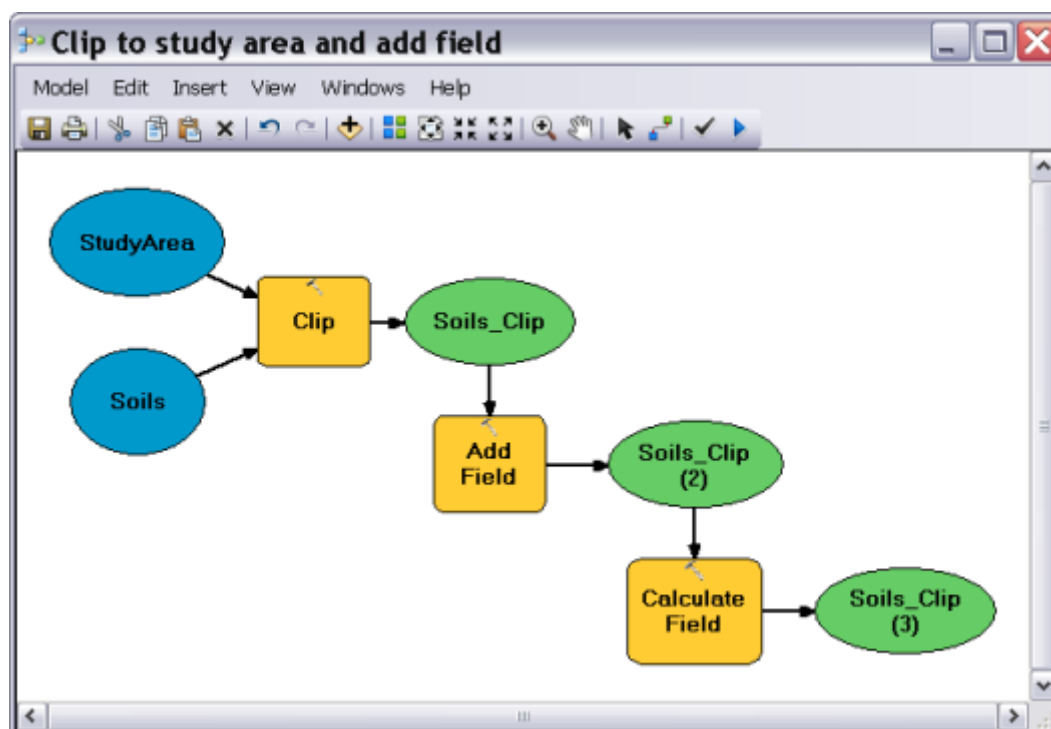
Opět obdobně jako ArcGIS Server, je i SuperGIS Server nabízen v různých verzích. Nejvyšší verze Advanced nabízí klíčovou funkcionalitu Advanced Geoprocessing, která zajišťuje extenzi pro provádění komplexních geografických a statistických analýz. SuperGIS Server nabízí mezi dalšími webovými službami i Geoprocessing Service, umožňující publikaci nástrojů ze SuperGIS Toolkitu v desktopové verzi programu na server.

3.5 Geoprocessing

„Geoprocessing je rámec a soubor nástrojů pro zpracování geografických a příbuzných dat“ (Esri, 2016b). Geoprocessing zajišťuje velký soubor nástrojů vykonávající GIS úkoly od těch nejjednodušších po ty nejsložitější (Esri, 2016c). ArcGIS nabízí stovky nástrojů pro vlastní použití, další možností je si nástroj vytvořit pomocí Model Builder nebo skriptovacího jazyku (Python). Již vytvořené nástroje jsou v ArcGIS ukládány v Toolboxech a jejich nalezení je umožněno pomocí vyhledávače (Esri, 2016d).

3.5.1 Model Builder

Prvním prostředím pro tvorbu vlastního nástroje je Model Builder – vizuální programovací jazyk pro tvorbu pracovních postupů (Esri, 2016e). Je vhodný pro konstrukci jednoduchých pracovních postupů (tzv. workflows). Samotný model se skládá ze tří základních částí: nástroje, proměnné a konektorů. Nástroje vykonávají operace na geografických datech, proměnné obsahují hodnoty nebo odkaz na data na disku a konektory spojují data a hodnoty s nástrojem (Esri, 2016e). Z prostředí Model Builder lze velmi jednoduše exportovat model do Python skriptu. Náhled prostředí Model Builder se nachází na obr. 7.



Obr. 7 - Ukázka prostředí Model Builder (Esri, 2016e)

3.5.2 Python

Python je volně dostupný, multiplatformový programovací jazyk. Od verze 9.0 je implementovaný v ArcGIS geoprocessing (Esri, 2016e). Funkcionalita geoprocessing je zpřístupněna skrze Python používající **ArcPy**, balíček postavený na arcgisscripting modulu. Výhodou skriptů psaných s využitím ArcPy je snadný přístup k četným Python modulům. Díky tomu lze vytvořit vlastní geoprocessing nástroj, například s možností automatizace vykonávání nástrojů (Esri, 2016e). Na Obr. 8 je zobrazen příklad nástroje v Pythonu.

ArcPy je organizováno v nástroje, prostředí, funkce, třídy a moduly (Esri, 2016e). Toto prostředí umožňuje i nastavení Geoprocessing prostředí (environment), které je možno považovat za přídavný parametr pro nástroj (Esri, 2016e).

```
import arcpy

# prints True
print arcpy.Exists("c:/data/Portland.gdb/streets")

# prints NAD_1983_StatePlane_Oregon_North_FIPS_3601_Feet
sr = arcpy.Describe("c:/data/Portland.gdb/streets").spatialReference
print sr.name

# prints Available
print arcpy.CheckExtension("spatial")

arcpy.CheckOutExtension("spatial")
```

Obr. 8 - příklad nástroje v Pythonu (Esri, 2016f)

4 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Na Geoprocessing Service se dá nahlížet jako na celek, skládající se z tří kroků: **Authoring, Publishing a Using** (Esri, 2016c). První část této kapitoly se věnuje procesu Authoring, což zahrnuje tvorbu nástrojů využívající prostředí Model Builder a Python scripting. V další části je podrobně popsán proces publikace nástrojů (Publishing) na ArcGIS Server a možnosti nastavení parametrů. V závěru se kapitola zaměřuje na používání nástrojů (Using) a testování jejich funkčnosti.

4.1 Tvorba nástroje

ArcGIS nabízí dvě prostředí pro tvorbu vlastních nástrojů – Model Builder a Python. Popis obou prostředí je popsán v kapitole 3.5. V první části práce byly pro publikaci použity jednoduché nástroje, popisované v kapitole 3.2.1, pro testování funkčnosti publikace na ArcGIS server. Nástroje **Clip, Buffer, Add Field a Resample** byly vytvořeny v obou prostředích a následně vypublikovány.

Každý nástroj musí být uložen v Toolboxu – proto je potřeba vytvořit nový Toolbox ve zvolené složce nebo použít stávající. Pravým kliknutím na ikonu zvoleného Toolboxu v ArcCatalog lze vybrat New – Model pro tvorbu nástroje v Model Builder, nebo Add – Script pro tvorbu nástroje pomocí Python scripting. Pro nový skript je vhodnější mít již připravený *.py* dokument.

4.1.1 Model Builder

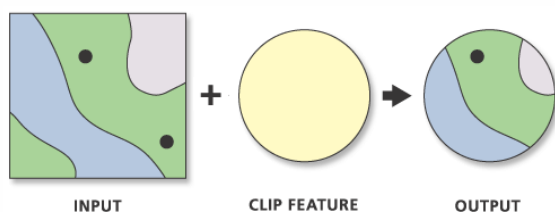
Clip (Esri, 2016g)

Tento nástroj slouží k vyříznutí části jedné feature class pomocí jiné (Obr. 9). Vstupem do tohoto nástroje jsou dvě feature class:

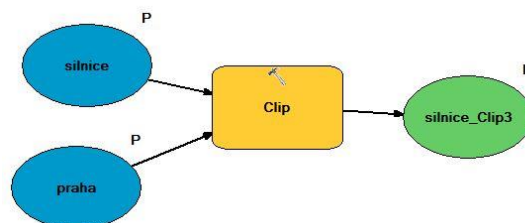
- **Input Feature** – polygonová, liniová nebo bodová vrstva
- **Clip Feature** – pokud je Input polygonová nebo liniová vrstva, musí být Clip Feature polygonová, pokud je Input bodová vrstva, pro Clip Feature může být použita polygonová, liniová nebo bodová vrstva

Výstupem z tohoto nástroje je nová polygonová, liniová nebo bodová vrstva (stejný typ jako na vstupu).

Vytvoření nástroje Clip v Model Builder je velmi snadný proces. Do prostředí se vloží nástroj Clip a pravým kliknutím na model se nastaví parametry Input Feature, Clip Feature a Output Feature Class, ty se následně pravým kliknutím na ně nastaví jako Model Parametr (Obr. 10).



Obr. 9 - Jak funguje nástroj Clip (Esri, 2016g)



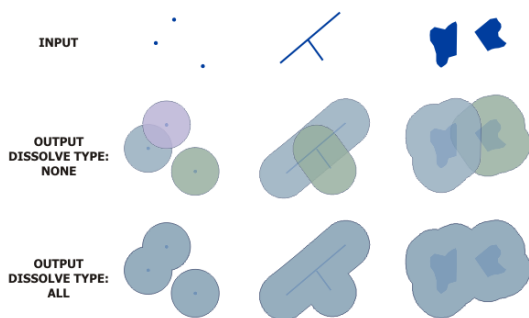
Obr. 10 - Clip v prostředí Model Builder (Vlastní zdroj)

Buffer (Esri, 2016h)

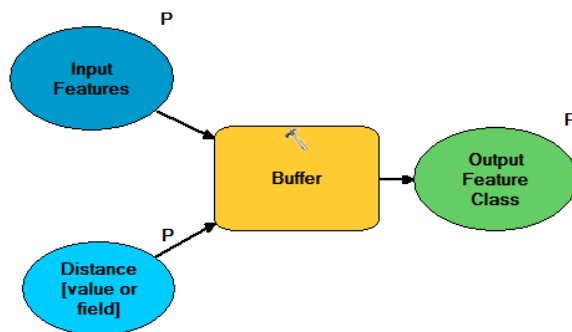
Nástroj Buffer vytváří obalové zóny okolo vstupní vrstvy ve specifikované vzdálenosti (Obr. 11). Vstupem do tohoto nástroje je:

- **Input Feature** – polygonová, liniové nebo bodová vrstva
- **Buffer distance** – vzdálenost okolo Input Feature která bude zahrnuta nástrojem buffer

Výstupem je nová polygonová vrstva. Stejně jako u přechozího nástroje, se Input Feature, Buffer Distance a Output Feature Class nastaví jako parametry (Obr. 12).



Obr. 11 - Nástroj Buffer (Esri 2016h)

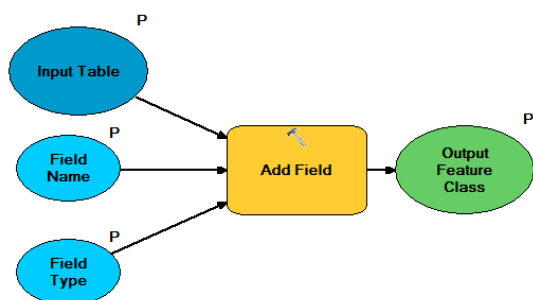


Obr. 12 - Buffer v prostředí Model Builder (Vlastní zdroj)

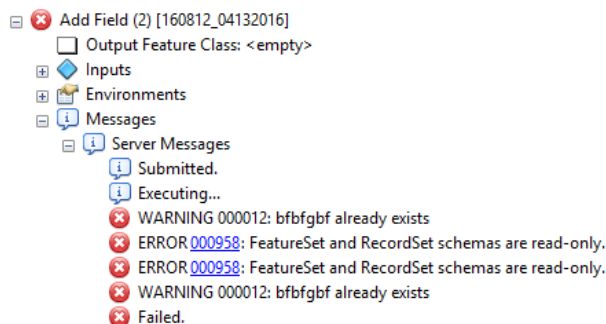
Add Field (Esri, 2016i)

Tento nástroj na rozdíl od předchozích nevytváří novou vrstvu, ale zasahuje do atributů vstupní vrstvy – přidává nové pole do tabulky, feature class nebo rastru. Stejně jako u přechozího nástroje, se nastaví parametry. V tomto případě jsou parametry vstupní vrstva (Input Feature), vzdálenost obalové zóny (Buffer Distance) a výstupní vrstva (Output Feature Class). Obr. 13 znázorňuje schéma nástroje v Model Builder. Vstupem do tohoto nástroje je:

- **Input Table** – vstupní tabulka, kam bude nový sloupec vložen
- **Field Name** – název vkládaného pole
- **Field type** – typ vkládaného pole
- V případě potřeby je možné nastavit jako vstup jeden z dalších parametrů (field_precision, field_scale, field_length...)



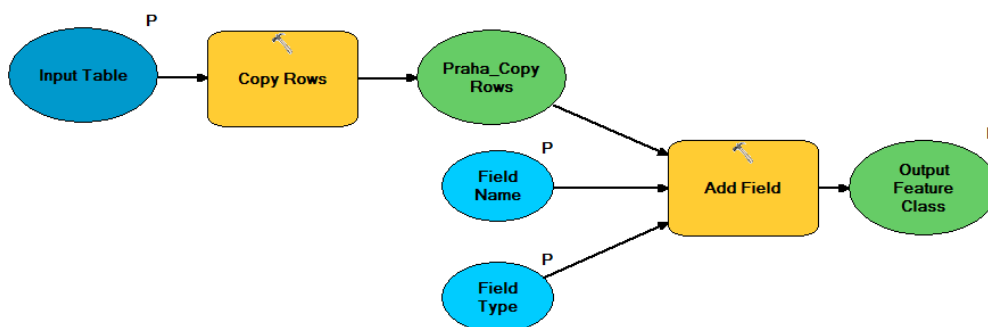
Obr. 13 - Add Field v prostředí Model Builder (Vlastní zdroj)



Obr. 14 - Chyba Add Field (Vlastní zdroj)

Tímto způsobem vytvořený Add Field bude sice fungovat v prostředí ArcMap, ale nebude fungovat po vypublikování na ArcGIS Server. Důvod je zobrazen na Obr. 14, kde nástroj po připojení do ArcMap z ArcGIS Server ukazuje chybu, že vstupní data jsou pouze pro čtení. ArcGIS Server nemá přístup k datům uloženým na lokálním počítači. Jediným řeším je nástroj upravit tak, aby se uživatelem vložená data zkopírovala na server před provedením samotného úkonu. Výsledkem toho nástroje musí být nová vrstva.

Pro práci na serveru, může být nástroj upraven následujícím způsobem: do nástroje v prostředí Model Builder přidáme další nástroj, který umožňuje kopírování dat. V tomto případě byl použit nástroj **Copy Rows**. Takto vytvořený nástroj již umožňuje plnou funkčnost na ArcGIS serveru. Rozdíl oproti původnímu Add Field je v tom, že výsledkem je nyní nová vrstva (Obr. 15).



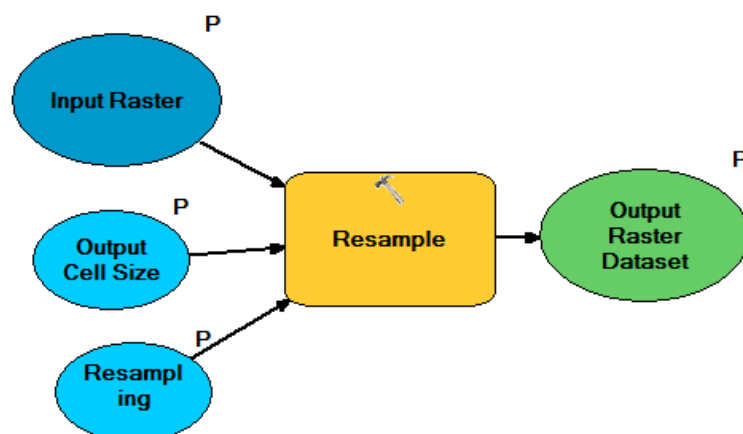
Obr. 15 - Add Field upravený pro práci na ArcGIS Server (Vlastní zdroj)

Resample (Esri, 2016j)

Resample je nástroj z kategorie Data Management Tools – Raster; na rozdíl od předchozích nástrojů pracuje s rastrovým vstupem a ne s vektorovým. Nástroj mění prostorové rozlišení rastrového datasetu a nastavuje pravidla pro agregaci nebo interpolaci hodnot. Vstupem do tohoto nástroje je:

- **Input Raster** – rastrový dataset, u kterého dojde ke změně prostorového rozlišení
- **Cell Size** – velikost buněk nového rastru
- **Resampling Type** – výběr vhodné techniky založené na typu vstupních dat

Výstupem z tohoto nástroje je nová rastrová vrstva (obr. 16).



Obr. 16 - Resample v prostředí Model Builder (Vlastní zdroj)

4.1.2 Python

Pro vytvoření nástroje v prostředí Python je nezbytné vytvořit Toolbox, do kterého bude nástroj uložen. Pravým kliknutím na zvolený Toolbox a po vybrání možnosti Add-Script je třeba zvolit název a popis pro nástroj, následně cestu k souboru ve formátu *.py*.

Clip

Python skript pro nástroj Clip byl vytvořen jako stand-alone Python script. V následujícím textu je popsán postup pro tvorbu scriptu:

Importování potřebných systémových modulů

```
import arcpy, os
```

Import prostředí (environment) a nastavení možnosti přepisování výstupu

```
from arcpy import env
arcpy.env.overwriteOutput = True
```

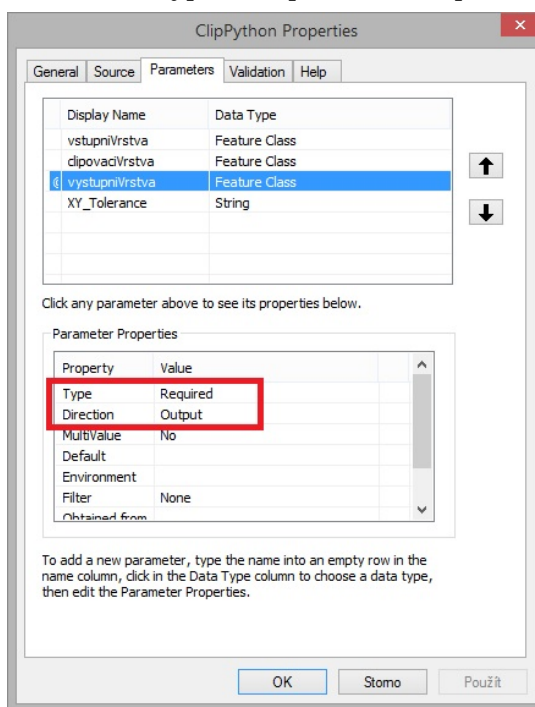
Zadání parametrů – pomocí `GetParameterAsText` lze získat specifický parametr jako textový řetězec na základě jeho pozice z listu parametrů (Esri, 2016k).

```
vstupniVrstva = arcpy.GetParameterAsText(0)
clipovaciVrstva = arcpy.GetParameterAsText(1)
vystupniVrstva = arcpy.GetParameterAsText(2)
XY_Tolerance = arcpy.GetParameterAsText(3)
```

Zadání nástroje Clip pro vykonání

```
arcpy.Clip_analysis(vstupniVrstva, clipovaciVrstva,
vystupniVrstva, XY_Tolerance)
```

Parametry pro samotné okno nástroje je třeba nastavit ve vlastnostech nástroje – Properties – Parameters (Obr. 17). Především důležité jsou sekce Type a Direction; u vstupních parametrů se nastaví Direction – Input, u výstupu Direction – Output; u povinných parametrů se nastaví Type – Required a u nepovinných Type – Optional.



Obr. 17 - Parametry Python nástroje (vlastní zdroj)

Buffer

Tvorba nástroje Buffer v prostředí Python je velmi podobná jako u nástroje Clip.

```
import arcpy, os
from arcpy import env
arcpy.env.overwriteOutput = True
vstupniVrstva = arcpy.GetParameterAsText(0)
vystupniVrstva = arcpy.GetParameterAsText(1)
sirkaBufferu = arcpy.GetParameterAsText(2)
arcpy.Buffer_analysis(vstupniVrstva, vystupniVrstva, sirkaBufferu)
```

Jediný rozdíl je při nastavování Properties – Parameters, kde se parametr šířka bufferu nastaví jako Linear Unit (obr. 18).

Display Name	Data Type
vstupniVrstva	Feature Class
vystupniVrstva	Feature Class
sirkaBufferu	Linear unit

Obr. 18 - Nastavení parametrů nástroje Buffer v prostředí Python (Vlastní zdroj)

Add Field

Tvorba nástroje Add Field v prostředí Pythonu je opět velmi podobná jako u předchozích nástrojů.

```
import arcpy, os
arcpy.env.overwriteOutput = True
Feature_Set = arcpy.GetParameterAsText(0)
Field_Name = arcpy.GetParameterAsText(1)
Field_Type = arcpy.GetParameterAsText(2)
```

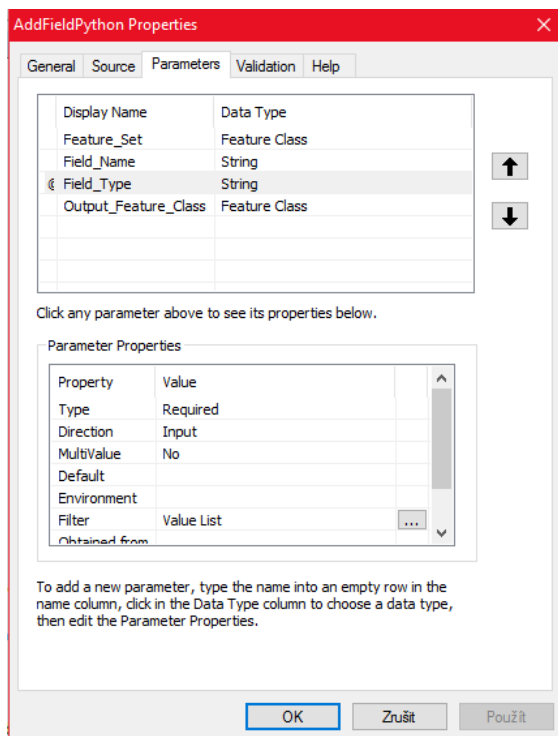
Rozdíl oproti předchozím nástrojům je zde přidána část, kde se definuje cesta k adresáři scratchGDB a k feature class.

```
Output_Feature_Class = os.path.join(arcpy.env.scratchGDB,
"changedFC")
```

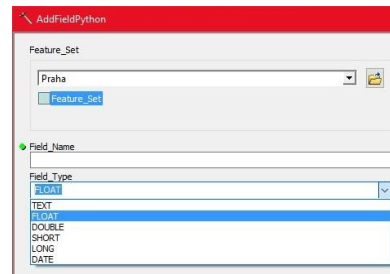
V následující části skriptu je třeba přidat nástroj, který zkopíruje data na server (stejně jako tomu bylo i u stejného nástroje vytvořeného v Model Builder).

```
arcpy.CopyFeatures_management(Feature_Set, Output_Feature_Class,
"", "0", "0", "0")
arcpy.AddField_management(Output_Feature_Class, Field_Name,
Field_Type, "", "", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
Vystupni_trida = arcpy.SetParameterAsText(3, Output_Feature_Class)
```

V sekci Properties – Parameters pro parametr typ pole (FieldType) je třeba nastavit Data Type – String, a dále Filter – Value List a vypsát všechny použitelné typy pole ručně (obr. 19), tento list se pak zobrazí i při používání geoprocessing služby (obr. 20).



Obr. 19 - Nastavení parametrů Add Field
(Vlastní zdroj)



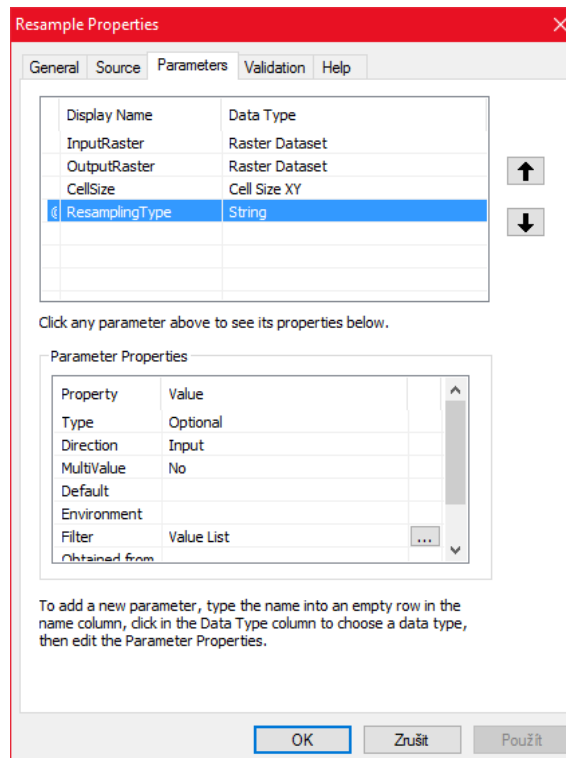
Obr. 20 - Ukázka GP služby Add Field
(Vlastní zdroj)

Resample

U nástroje Resample je opět velmi podobný postup jako u nástrojů Clip a Buffer.

```
import arcpy
arcpy.env.overwriteOutput = True
InputRaster = arcpy.GetParameterAsText(0)
OutputRaster = arcpy.GetParameterAsText(1)
CellSize = arcpy.GetParameterAsText(2)
ResamplingType = arcpy.GetParameterAsText(3)
arcpy.Resample_management(InputRaster, OutputRaster, CellSize,
ResamplingType)
```

Nastavení Properties – Parameters je zobrazeno na **Obr. 21**. Pro parametr Resampling Type je třeba opět nastavit Type – String, a dále Filter – Value List a vypsát všechny použitelné typy pole ručně.



Obr. 21 - Nastavení parametrů Resample (Vlastní zdroj)

4.1.3 Srovnání Model Builder a Python

Pomocí Model Builder můžeme vytvořit modely, pomocí Pythonu skripty, ale oba typy jsou nástrojem – ve výsledné funkčnosti tedy není rozdíl (Esri, 2016c). Model Builder je vhodnější pro tvorbu iteračních operací a dominuje především svou jednoduchostí, kdežto Python je vhodnější pro složitější nástroje, práci s řetězci a napojení na další systémy (Vars, 2015).

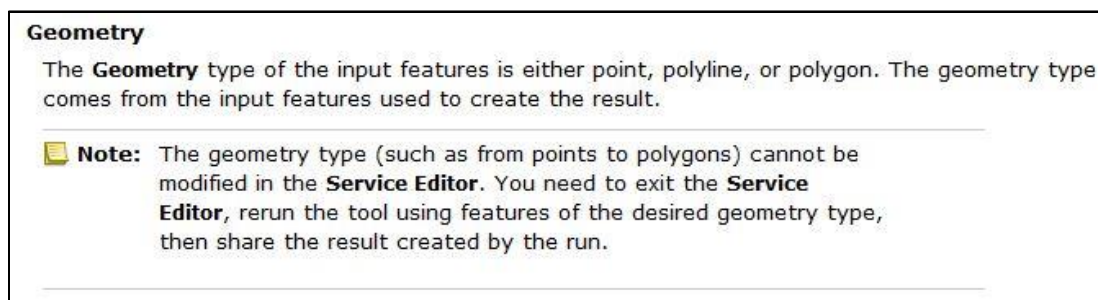
V případě tvorby vlastních nástrojů, kde jsou vstupy definovány uživatelem, jsou postupy pro Model Builder a Python rozdílné (Tan, 2013). V Model Builder uživatel velmi jednoduše definuje vybraný dataset jako parametr (Tan, 2013). V Python skriptu je nutné nastavit parametry jak v samotném *.py* souboru, tak i v nastavení parametrů (Tan, 2013).

Python je vhodnější pro tvorbu složitějších a komplexnějších nástrojů, především je snazší tento typ nástroje opravovat. V případě výskytu chyby ArcMap ukáže, na jakém řádku k chybě došlo, a proto je velmi snadné tuto chybu nalézt. Další z předností Pythonu jsou možnosti optimalizace: lepší správa proměnných a parametrů, méně operací potřebných k vykonání stejného úkolu. Při používání prostředí Python má uživatel k dispozici celou Python platformu a knihovny – to znamená, že Python má mnohem širší využití než Model Builder.

Výhodou **Model Builder** je jeho jednoduchost a nativnost některých funkcí. Při publikaci jednoduchých nástrojů, jakými jsou výše jmenované, je Model Builder naprosto dostačujícím prostředím pro jejich tvorbu. Například při tvorbě nástroje Add Field v Model Builder se rolovací seznam s typem polí nastaví nativně, při tvorbě stejného nástroje v Pythonu, je třeba toto nastavit ručně.

4.2 Příprava na úrovni desktop

Proces Authoring nezahrnuje pouze samotnou tvorbu nástroje, ale i jeho výběr, definování vstupních a výstupních parametrů a lokaci dat (Esri, 2016l). Před samotnou publikací nástroje je nezbytné nejdříve nástroj spustit v prostředí ArcMap. Klíčový je výběr vstupů, které jsou použity pro proběhnutí nástroje. Typ geometrie se v Service editor přebírá ze vstupní vrstvy a není možné ji změnit (Obr. 22). To znamená, že pokud je například u nástroje Clip použita vstupní vrstva liniová a ořezová polygonová, po vypublikování služby bude muset být vstupní vrstva vždy liniová a ořezová vždy polygonová.



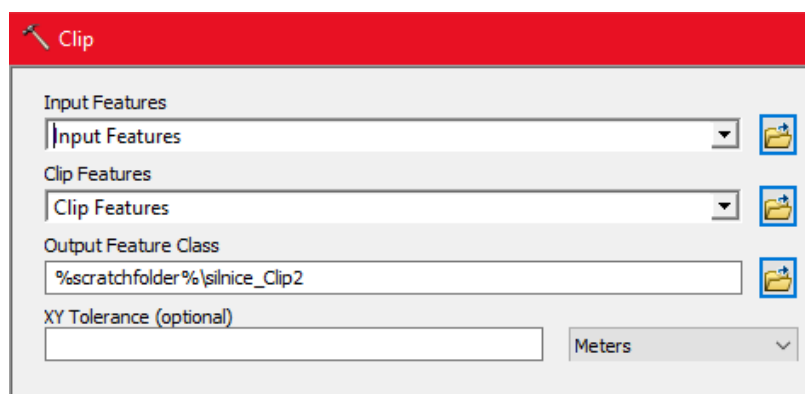
Obr. 22 - Přebírání geometrie při publikování služby (Esri, 2016m).

Spolu s geometrií si server přebírá i schéma použitého vstupu (seznam polí, jejich alias a typ). Proto je důležité si pečlivě zvolit, jaká data použijeme jako vstupní (Esri, 2016m). Schéma není možné upravovat v Service Editoru, proto je třeba jej upravit v samotné vrstvě ještě před procesem publikace (Esri, 2016m).

Dalším krokem, ne však nezbytným, je vyplnění popisu nástroje. Tento krok je možné uskutečnit i v Service Editoru při publikaci služby.

4.2.1 Environment

Jedním z důležitých kroků je nastavení prostředí (Environment). Environment se dá nastavit na třech úrovních: nastavení aplikace, nastavení nástroje, nastavení modelu. Nastavení se předávají z nejvyšší úrovně (nastavení aplikace) na nejnižší úroveň (nastavení modelu). Nejvhodnější nastavení u nástroje, který je určen k publikaci na server, je přímé nastavení složek, kam budou ukládány výsledky a mezivýsledky (Obr. 23).



Obr. 23 - Nastavení ukládání výsledků (Vlastní zdroj)

Mezi možnosti, kam lze výstup ukládat patří:

- **Nastavení přímé cesty do složky nebo databáze** – C:\ArcGIS\data\vystup.shp
 - V případě použití tohoto nastavení při spuštění nástroje před publikací na server, při publikaci si server sám nastaví ukládání výstupů a mezivýstupů do in_memory workspace
- **Nastavení do Scratch Workspace** - %scratchworkspace%\vystup
 - Při vypublikování služby s tímto nastavením ukládání výsledků (mezivýsledků) se data na serveru budou ukládat do serverové složky nastavené jako Scratch Workspace, příklad:
 - C:\arcgisserver\directories\arcgisjobs\vodna\clip_scratchworkspace_gpserver\j5...0d\scratch\scratch.gdb\vystup
- **Nastavení do Scratch Folder** - %scratchfolder%\vystup
 - Při vypublikování služby s tímto nastavením ukládání výsledků (mezivýsledků) se data na serveru budou ukládat do serverové složky nastavené jako Scratch Folder, příklad:
 - C:\arcgisserver\directories\arcgisjobs\vodna\clip_scratchfolder_gpserver\j5...0d\scratch\vystup
- **Nastavení do In Memory** – in_memory\vystup
 - Při vypublikování služby s tímto nastavením ukládání výsledků (mezivýsledků) se data na serveru budou ukládat do in_memory
 - In_memory\vystup

Podle dokumentace Esri (2016n), je jednou z technik, jak zvýšit výkon služby, zapisovat výstupy a mezivýstupy do in_memory workspace. Zapisování dat do in_memory je výrazně rychlejší než zapisování formátu jako shapefile nebo geodatabase feature class (Esri, 2016n). Nevýhodou zapisování dat do in_memory je možnost smazání pokud dojde k zavření aplikace. Dále je taky využita RAM klientského počítače; v případě velkého objemu dat může dojít k neumožnění zápisu dat do paměti. V následující tabulce 1 jsou zapsány časy potřebné k vykonání služby (testováno na nástroji Clip se stejnými daty). Čas vykonání závisí na rychlosti internetu a může se i na totožném internetovém připojení měnit, proto je třeba brát tyto časy pouze ilustračně. Stejně operace byly vykonány pro vyšší přesnost třikrát.

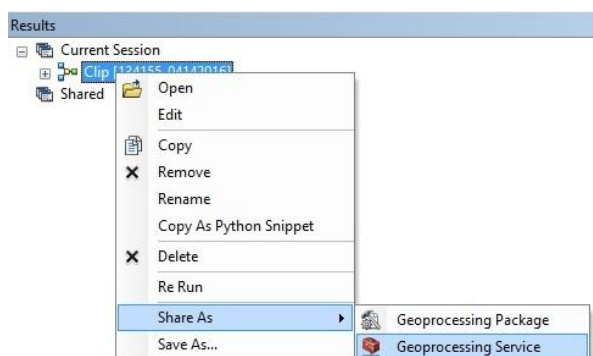
Tabulka 1 - Rychlost ukládání dat, časy jsou uvedeny v sekundách (Vlastní zdroj)

Způsob ukládání dat	in_memory	scratchworkspace	scratchfolder
Čas 1	1,12	2,32	0,68
Čas 2	0,48	2,07	0,53
Čas 3	0,47	2,12	0,50
Průměrný čas	0,69	2,17	0,57

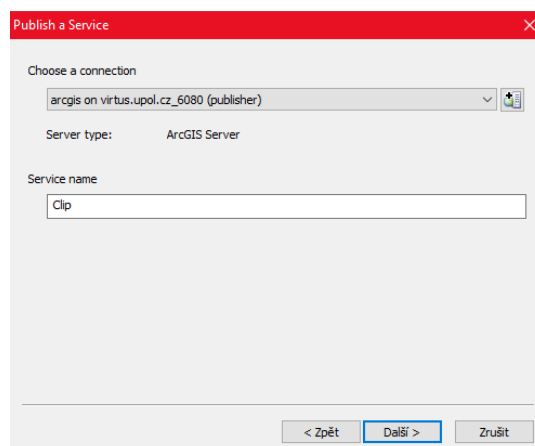
4.3 Publikování nástroje na ArcGIS server

Dalším krokem, po vybrání a nastavení nástroje, je publikace geoprocessing služby. Pokud nástroj proběhl úspěšně, v okně **Results** po pravém kliknutí na nástroj se nám zobrazí možnost **Share As** – Geoprocessing Package nebo Geoprocessing Service (Obr. 24):

- **Geoprocessing Package** - může být nahrán na ArcGIS Online, poslán emailem ostatním, sdílen místní sítí
- **Geoprocessing Service** - může být zpřístupněn pomocí webových klientů jako je ArcGIS for Desktop; ArcGIS Explorer Desktop; ArcGIS Online nebo vlastní aplikací založené na API jako JavaScript, Silverlight a Flex



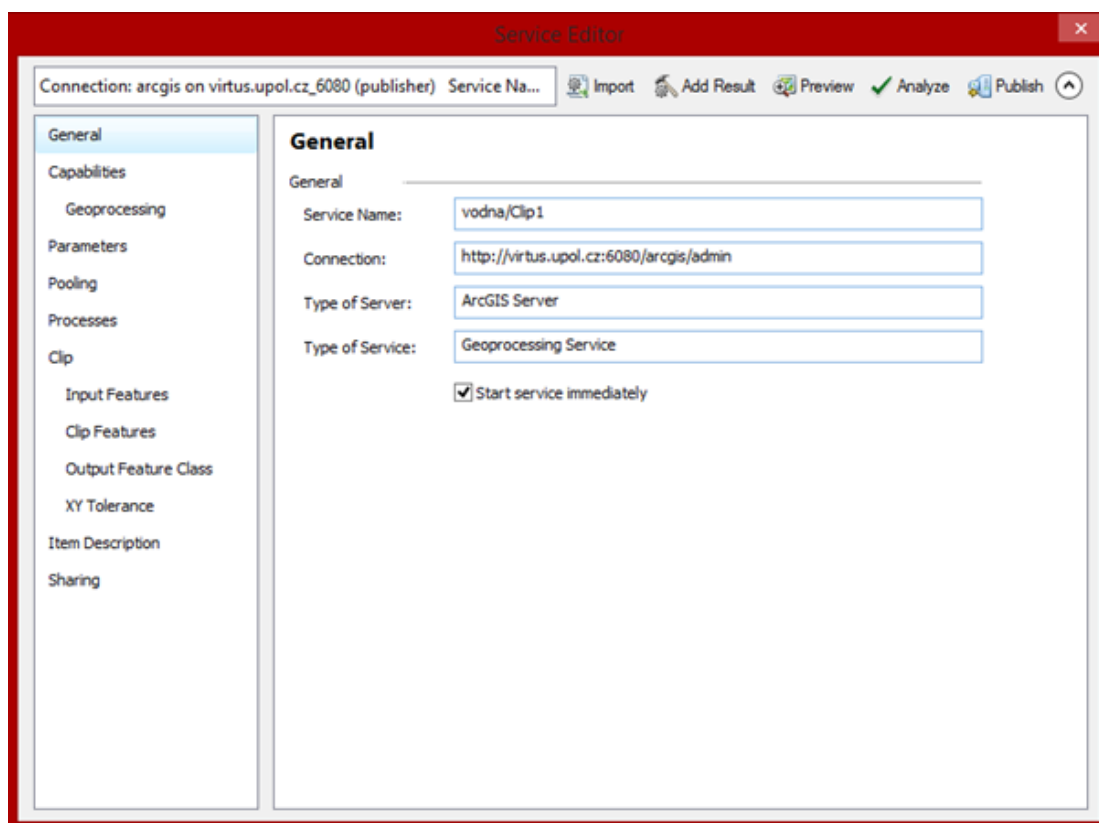
Obr. 24 - Publikace služby z ArcMap (Vlastní zdroj)



Obr. 25 - Připojení k serveru (Vlastní zdroj)

Pro publikaci nástroje zvolíme možnost **Share As – Geoprocessing Service**. Pokud se publikuje nový nástroj, v dalším okně se zvolí možnost **Publish a service**. Ostatní možnosti umožňují uložit definiční soubor nebo přepsat existující službu. V dalším okně zvolíme připojení na server. K publikaci služby je nezbytné mít účet Publisher nebo Administrator. Při tvorbě této práce docházelo k publikaci na server katedry **Virtus** <http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/> (Obr. 25). Další okno umožňuje vybrat složku pro uložení.

Po vybrání složky, další krok otevírá **Service Editor**, prostředí pro nastavení služby. Toto prostředí obsahuje několik položek menu, pro nastavení různých částí služby.



Obr. 26 - Prostředí Service Editor (Vlastní zdroj)

General

V sekci General (Obr. 26) nastavujeme název služby (**Service name**), připojení na náš server (**Connection**), typ serveru a služby (**Type of Server, Type of Service**) a možnost spuštění naší služby ihned po dokončení procesu publikace (**Start service immediately**). Tato možnost je defaultně zaškrtnuta.

Capabilities

Možnost, jakým způsobem budeme sdílet naši službu, lze zvolit právně v této sekci. ArcGIS nám umožňuje dva základní typy služby:

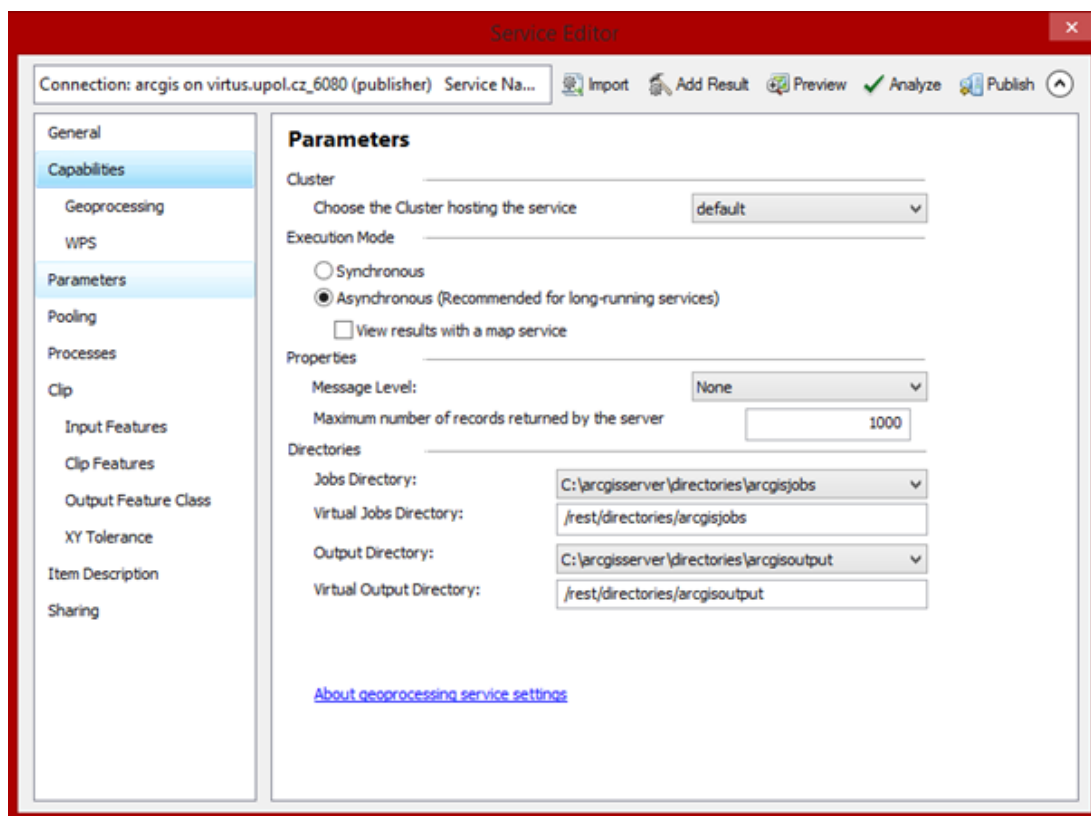
- **Geoprocessing** – služba pro sdílení pouze v produktech Esri, v podložce Geoprocessing nalezneme SOAP URL a REST URL.
 - **REST URL** – generuje endpoint pro naši službu (pouze pro čtení, nelze měnit), tuto URL můžeme použít pro získání informací o naší službě.
 - **SOAP URL** – tato URL je používána SOAP klienty jako je ArcGIS Desktop.
- **WPS** – OGC standard pro sdílení mezi různými platformami.

Parameters (obr. 27)

- **Cluster** – pod jakým clusterem služba běží
- **Execution Mode** - definuje jak klient provádí interakci se serverem a dostává výsledky úloh.
 - **Synchronous** - klient čeká na vytvoření úkolu, většinou je rychlejší.
 - **Asynchronous** - klient se musí ptát serveru, zda-li dokončil úkol, většinou delší, webová aplikace používající asynchronní úkol musí mít

logicky implementovánu kontrolu statusu úkolu a předat výsledek jakmile je úkol hotový.

- **View results with a map service** - pokud zvolíme, mapa je vytvořena na serveru a poté zaslána zpět klientovi ve formě obrázku,
 - výhody - může to být rychlejší, menší zatížení na klientovi, neposíláme data ale pouze obrázek.
- **Properties**
 - **Message level** - jaký typ zprávy se vrátí ke klientovi.
 - **None** – žádné zprávy se klientovi nevrátí, pouze pokus bylo vykonání procesů úspěšné/neúspěšné.
 - Toto nastavení je vhodné při publikaci služby určené uživatelům.
 - **Error** – pouze zprávy zobrazující error.
 - **Warning** – všechny zprávy nástroje obsahující varování a error.
 - **Info** – všechny zprávy.
 - Toto nastavení je vhodné při testování publikace služby a při vývoji.
 - Zprávy mohou obsahovat cesty a názvy ke zdrojům, které mohou ohrozit zabezpečení serveru, proto výchozí nastavení je *Message level* – *None*.
 - **Maximum number of records returns by the server** - maximální množství výsledků, které může server vrátit klientovi.
- **Directories** – adresáře, používané serverem k zapisování souborů při provádění nástroje.



Obr. 27 - Nastavení parametrů v Service Editor (Vlastní zdroj)

Pooling

V této sekci specifikujeme minimální a maximální počet instancí služby. Je třeba věnovat pozornost, jestli počet podporovaných klientů není větší než číslo běžících instancí.

- **Specify the number of instances** - specifikuje množství instancí geoprocessing služby, které mohou běžet na serveru kdykoliv
 - **Minimum number of instances per machine**
 - **Maximum number of instances per machine**
- **Timeouts**

Processes

Sekce specifikuje jak geoprocessing služba poběží na serveru.

Item description

Tato stránka umožňuje zadání popisných informací o službě. Některé ze sekcí jsou povinné (Summary, Tags).

- **Summary** – souhrn, maximálně 250 znaků.
- **Tags** – klíčová slova.
- **Description** – pokud je potřeba delšího popisu, lze umístit sem.
- **Access and Use** – text popisující omezení a legální využití pro přístup ke službě.
- **Credits** – autorství.

Nastavení vlastního nástroje

Sekce pro nastavení vlastností pro konkrétní nástroj je pojmenování název nástroje. Zde lze nastavit název nástroje a popis. Jedna z podsekcí je pojmenována Input a typ vstupního souboru. Tato podsekce nabízí výběr, jakým způsobem si uživatel může zadat data:

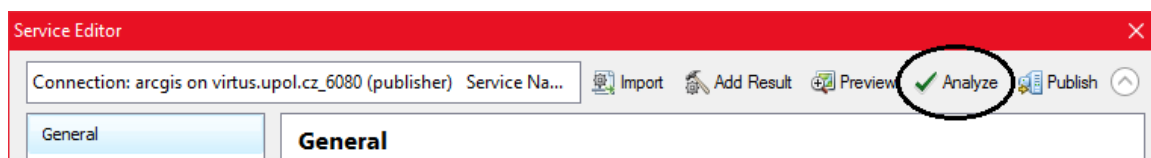
- **Input mode**
 - **User defined value** - uživatel zajistí hodnoty pro parametr
 - **Choice list** - klientovi je zadán seznam a musí vybrat jen jednu hodnotu
 - **Constant value** - úloha použije zadanou hodnotu
- Input mode závisí především na datovém typu parametru nástroje. Nabízeny jsou tři kategorie datových typů:
 - **Dataset** - data uložená na disku jako feature class, table, folder, map document, database.
 - přenositelné datasety - features, rasters, tabulky, soubory
 - nepřenositelné datasety .
 - Komplexní - (geometric networks, network datasets, topologies, TINs) modelují komplexní vztahy mezi jednoduchými vlastnostmi
 - Kontejnerové - (folders, file and personal geodatabases, map documents), obsahují různou sbírku jiných datasetů
 - **Scalar** - obsahuje cokoliv, co není dataset, často referováno jako jednoduchý data typ, (políčko v tabulce, SQL výraz, calculator výraz, fuzzy funkce...).

- podporuje datové typy: boolean, date, double, linear unit, long, string
- **Value table** - speciální datový typ, který je mnohosloupcovou tabulkou hodnot, jsou nepřenositelné

Sharing

Sekce Sharing nabízí možnost sdílení služby na ArcGIS Online nebo Portal for ArcGIS. Pokud je služba sdílena na ArcGIS Online v tomto kroku, služba není fyzicky uložena na ArcGIS Online a nechová se jako Geoprocessing Package. Služba je stále fyzicky uložena na serveru a veškerá výpočetní zátěž je taktéž na serveru. Sdílení tímto způsobem znamená, že se odkaz na službu objeví v sekci Můj obsah na ArcGIS Online a je možné ji prostřednictvím tohoto prostředí připojit do ArcMap.

Správnost nastavení lze zkontrolovat kliknutím na tlačítko **Analyze** v pravém horním rohu (**Obr. 28**). Následně Service Editor vygeneruje seznam errorů a varování. Chyby v sekci error musí být opraveny pro úspěšném publikování služby. V případě nenalezení chyb nebo jejich opravení, lze službu publikovat kliknutím na tlačítko **Publish**, nacházející se vedle Analyze.



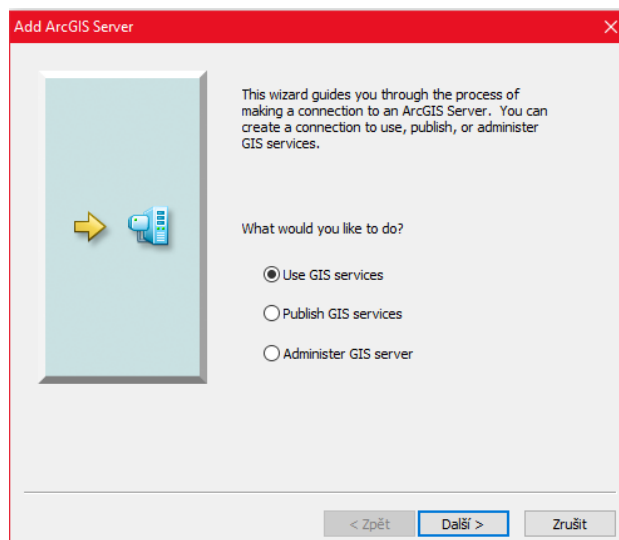
Obr. 28 - Tlačítko Analyze (Vlastní zdroj)

4.4 Správa služby na serveru

ArcCatalog

Pokud je služba úspěšně publikována na server, je možné se k ní přistoupit přes **ArcCatalog**. Přidáním nového připojení GIS Servers – Add ArcGIS Server je možné ke službě přistoupit třemi způsoby:

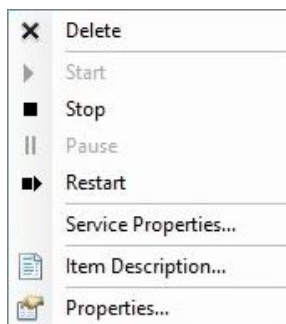
- User – uživatel může pouze používat služby.
- Publisher – uživatel může publikovat služby.
- Administrator – uživatel může administrovat služby.



Obr. 29 - Připojení k ArcGIS serveru (Vlastní zdroj)

S účty Administrator a Publisher je možné službu i spravovat přes ArcCatalog. Pravým kliknutím na službu se nabízí možnosti (**Obr. 30**):

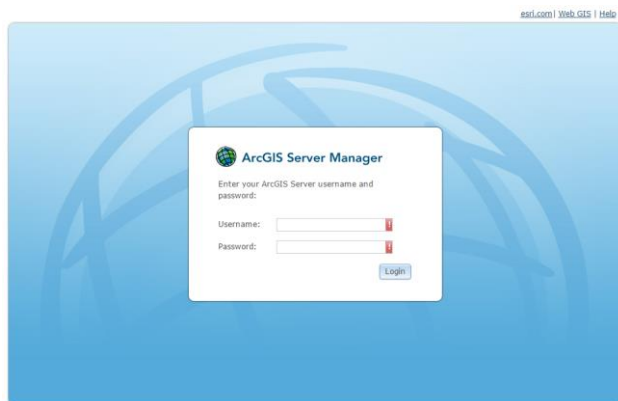
- Delete – Smazat službu.
- Stop/Start – Zastavit/ spustit službu.
- Restart – Restartovat službu.
- Service Properties – upravit vlastnosti služby (tento krok spustí Service Editor).
- Item Description – popis služby.
- Properties – vlastnosti.



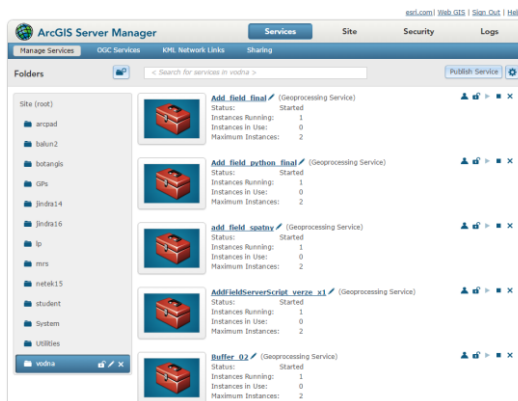
Obr. 30 - Správa služby v ArcCatalog (Vlastní zdroj)

ArcGIS Server Manager

Dalším způsobem, jak spravovat službu, je připojení se k **ArcGIS Server Manager** přes webový prohlížeč. ArcGIS Server manager ArcGIS serveru katedry se nachází na adrese: <http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/manager/>.



Obr. 31 - Service Manager (Vlastní zdroj)



Obr. 32 - Service Manager 2 (Vlastní zdroj)

ArcGIS Server Manager umožňuje správu nástrojů, podobnou jako přístup přes ArcCatalog – službu je možné restartovat, vypnout/zapnout, upravit vlastnosti stejným způsobem jako přes Service Editor; navíc je možné spravovat zabezpečení konkrétní služby.

Přidanou funkcionalitou Server Manager je záložka Logs v pravé horní části. V této sekci je možné zobrazit Log Messages, které lze filtrovat podle závažnosti (Severe, Warning, Info...), podle stáří, zdroje a typu zařízení.

ArcGIS REST Services Directory

Třetí možností, jak se dostat k vypublikované službě je přes REST rozhraní, přístupné webovým prohlížečem po zadání adresy:

- <http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/rest/>

Toto rozhraní neumožňuje správu služby ani jakékoliv zasahování do ní, ale umožňuje získat přehled o tom, jaké služby na serveru jsou a informace o nich (Esri, 2015).

ArcGIS REST Services Directory
Home > services > vodna > CA_01 (GPService) > Model

[JSON](#)

Task: Model

Display Name: Model

Description: (null)

Category:

Help URL: http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/rest/directories/arcgisoutput/vodna/CA_01_GPService/vodna_CA_01/Model.htm

Execution Type: esriExecutionTypeAsynchronous

Parameters:

- Parameter:** polygonove_LULC_shp
 - Data Type:** GPFeatureRecordSetLayer
 - Display Name:** polygonove_LULC_shp
 - Description:** ygrydfgv
 - Direction:** esriGPPParameterDirectionInput
 - Default Value:**
 - Geometry Type:** esriGeometryPolygon
 - HasZ:** false
 - HasM:** false
 - Spatial Reference:** 102067 (5514)

Obr. 33 - REST rozhraní ArcGIS Server (Vlastní zdroj)

4.5 Konzumace služby

Pro test funkčnosti nástrojů byly vybrány tři různé programy – desktopový, webový a open-source. Jako desktopový byl vybrán ArcGIS Desktop, webovým byl zvolen ArcGIS Online a open-source QGIS. V průběhu tvorby práce vyšla nová platforma od Esri – ArcGIS Pro, proto byla i tato nová platforma zahrnuta do testování funkčnosti a způsobu konzumace služby.

4.5.1 ArcGIS Desktop

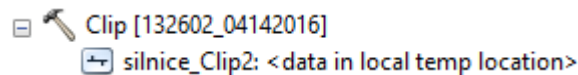
K použití geoprocessing služby ze serveru v platformě ArcGIS Desktop slouží program ArcMap. V této práci byla použita verze 10.3. Samotnému připojení služby předchází připojení ArcGIS Serveru přes ArcCatalog – Add ArcGIS Server a zvolení konkrétního serveru. Po připojení na ArcGIS Server se zobrazí seznam složek na serveru s jejich obsahem. Dvojklikem na Toolbox a následně na nástroj se zobrazí okno pro zadání vstupních parametrů (Obr. 34).



Obr. 34 - Okno nástroje (Vlastní zdroj)

Nastavením parametrů následuje spuštění nástroje, jeho průběh lze sledovat v okně Results. Zprávy, které server uživateli zobrazí, závisí na nastavení Message level v Service Editoru. Uživateli se vždy zobrazí zpráva o úspěšnosti proběhnutí nástroje. Nástroj připojený ze serveru se chová velmi podobně jako nástroj z Toolboxu.

Výsledek se vykreslí v prostředí ArcMap a zobrazí v tabulce obsahu. Fyzicky bude uložen v dočasném umístění (In_memory workspace – obr. 35).

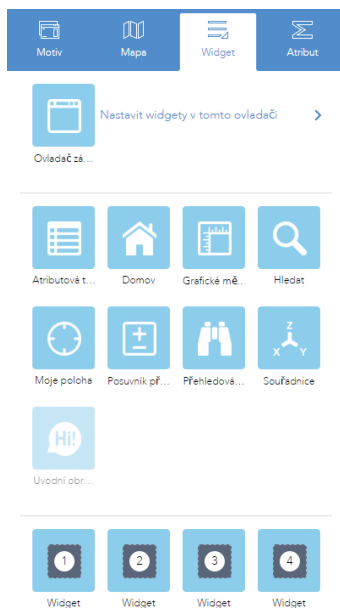


Obr. 35 - Ukládání výstupy z Geoprocessing služby (Vlastní zdroj)

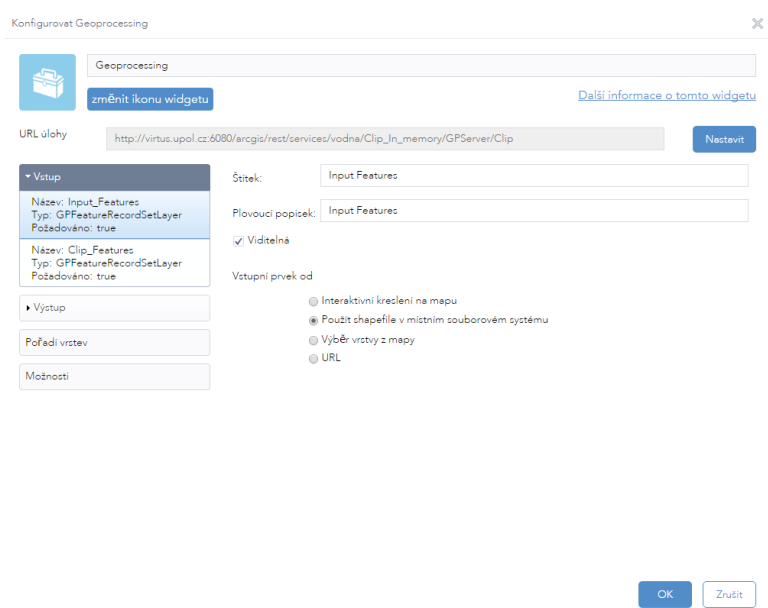
4.5.2 Webový GIS

Webovým klientem v této práci byl zvolen ArcGIS Online. Ten může sloužit nejen k ukládání Geoprocessing služeb, ale i k jejich používání. V aplikaci ArcGIS Online je záložka Mapa, která slouží k vytváření vlastních map a webových aplikací. Po uložení je možné vytvořenou mapu sdílet a **vytvořit webovou aplikaci**. Webové aplikace se nabízejí dvojího typu – konfigurovatelné aplikace a **Web AppBuilder**. Aby vytvořená aplikace uměla používat Geoprocessing nástroj, je třeba vybrat možnost Web AppBuilder.

Zvolená možnost spustí nově vytvořenou webovou aplikaci v prostředí, umožňující její konfiguraci. V nabídce je několik motivů, ze kterých lze vybírat. Některé z nich umožňují přidání widgetu s Geoprocessing službou. Vhodným motivem je Rozkládací motiv, který obsahuje pět widgetů pro možnost připojení Geoprocessing služby (Obr. 36). Po kliknutí na ikonu widget se zvolí možnost Geoprocessing service a zobrazí se okno Konfigurovat Geoprocessing (Obr. 37).



Obr. 36 - Web AppBuilder
(Vlastní zdroj)



Obr. 37 - Geoprocessing ve Web AppBuilder (Vlastní zdroj)

V první záložce je třeba nastavit způsob vložení vstupních vrstev. Mezi možnosti patří následující:

- Interaktivní kreslení na mapu
- Použít shapefile v místním souborovém systému
- Výběr vrstvy z mapy
- URL

Ve druhé záložce se nastaví vlastnosti výstupu, jak se bude v prostředí ArcGIS Online zobrazí. Třetí záložka slouží k nastavení pořadí vrstev a čtvrtá k nastavení dalších možností. Mezi další možnosti patří zaškrtačková okna:

- Použít možnosti kreslení výsledné mapové služby
- Přidat výsledek jako operační vrstvu
- Povolit export výsledků
- Výstup může používat odlišné schéma, použijte dynamické schéma namísto předdefinovaného schématu.

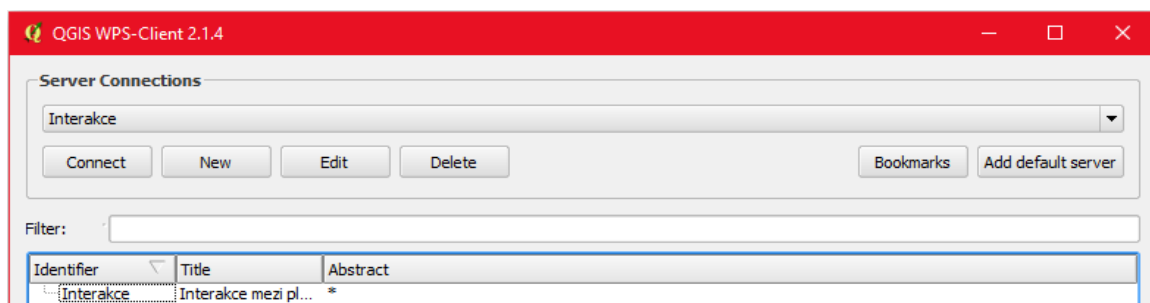
Po uložení nastavení Geoprocessing widgetu a uložení celé webové služby lze službu spustit a pracovat s nástrojem ve službě. Výsledek nástroje se zobrazí v mapě a při nastavení možnosti exportu výsledků je možné výsledek vyexportovat ve formátech:

- CSV
- Feature Dataset
- GeoJSON

4.5.3 QGIS

Služby do QGIS je možné připojit pomocí zásuvného modulu WPS. Aby mohla být Geoprocessing služba používána jako WPS, je třeba zvolit možnost WPS v Service Editor při publikaci nástroje. Tento krok vygeneruje URL odkaz na WPS služby, který se následně vloží do okna Podrobnosti spojení, které se zobrazí po přidání nové WPS služby (tlačítko New na Obr. 38). Po zvolení možnosti Connect jsou dostupné WPS

služby zobrazeny v tabulce. Po vybrání požadované služby, se nastaví potřebné parametry pro konkrétní službu a následně se služba spustí.



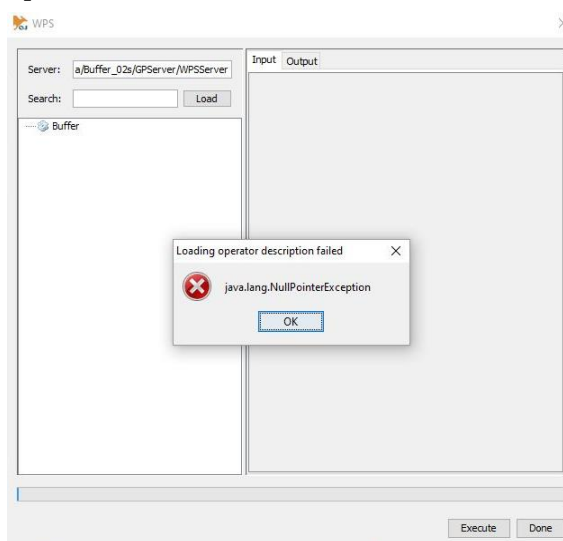
Obr. 38 - WPS v QGIS (Vlastní zdroj)

Žádný z publikovaných nástrojů v QGIS neproběhl v pořádku. Služba byla vždy úspěšně připojena a spuštěna, ale buď došla s chybou anebo nedoběhla vůbec. Testování následně proběhlo v dalších softwarech, aby bylo zjištěno, zda je chyba na straně programu QGIS nebo služby WPS od Esri. Esri definuje na svých stránkách čtyři klienty, které by měly spustit službu WPS (Esri, 2016q):

- 52north
- uDig
- OpenLayers
- ZOO

Všechny výše jmenované programy byly testovány Mgr. Pohankou z katedry Geoinformatiky bezúspěšně. 52north je implementace služby WPS a může být připojena i do ArcGIS (52north, 2015). Zároveň je ale zmiňováno, že ArcGIS zatím službu WPS nepodporuje, proto nebylo testování funkčnosti úspěšné (52north, 2015). Test v dalších doporučených programech od Esri také nebyl úspěšný.

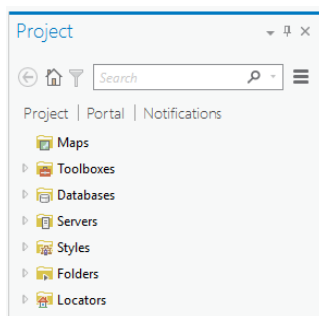
Dalším zvoleným software pro testování je OpenJUMP 1.9.1 s nejnovější aktualizací k 13. březnu 2016. Ani v tomto případě služba nedoběhla (Obr. 39). Z těchto několika neúspěšných pokusů o testování WPS lze usoudit, že podpora ze strany Esri není plně zajištěna. Výsledné nástroje proto nebudou v QGIS testovány kvůli předpokládanému neúspěchu.



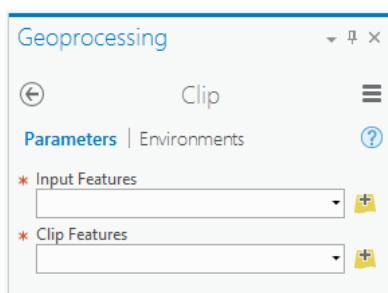
Obr. 39 – OpenJUMP (Vlastní zdroj)

4.5.4 ArcGIS Pro

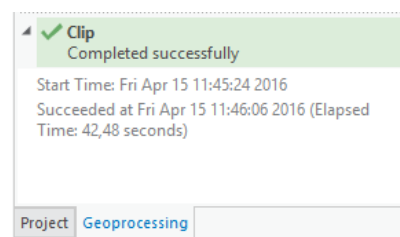
Používaný ArcGIS Pro ve verzi 1.2 vyšel v únoru 2016. Tato novinka, vytvořená jako prémiová aplikace pro vizualizaci, editování a provádění analýz, má podobnou funkčnost jako prostředí ArcMap (Esri, 2016p). Připojení ArcGIS serveru do toho prostředí je velmi podobné – v záložce Project se pravým kliknutím na podložku Server zvolí možnost New ArcGIS Server Connection (Obr. 40). Odlišností je, že ArcGIS Pro vytváří pouze user úroveň připojení, to znamená, že službu nelze upravovat ani měnit z prostředí ArcGIS Pro (Esri, 2016o). Dvojklikem na požadovaný toolbox a dvojklikem na nástroj se otevře Geoprocessing okno, kde se zadávají vstupní údaje (Obr. 41). Po spuštění nástroje je v dolní části okna Geoprocessing možné sledovat průběh nástroje a čas potřebný k vykonání operace (Obr. 42). Výsledný výstup je vykreslen v mapě.



Obr. 40 - záložka Project
(Vlastní zdroj)



Obr. 41 - Okno Geoprocessing
(Vlastní zdroj)



Obr. 42 - Okno nástroje
(Vlastní zdroj)

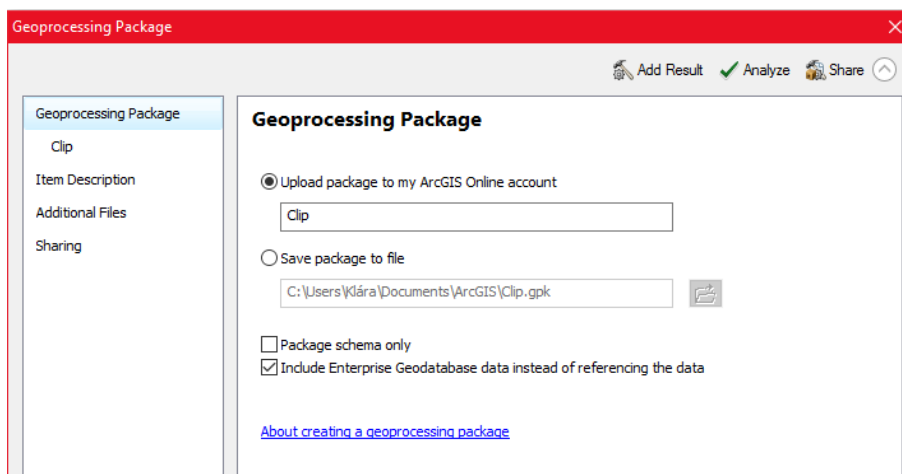
Při spuštění ArcGIS Pro je třeba vytvořit nový projekt. Tento krok vytvoří novou složku na určeném místě, s vlastní databází, toolboxem a .aprx projektem (soubor nahrazující .mxd u ArcGIS Desktop) a dalšími soubory. Do této databáze se potom fyzicky ukládá výsledek z nástroje, který je uložen na serveru a do ArcGIS Pro připojen. Příklad cílového úložiště je vidět na Obr. 43. Změna Current a Scratch Workspace Environments nemá na ukládání výstupů ze serverových nástrojů vliv.

Data Type	File Geodatabase Feature Class
Database	C:\Users\Klára\Documents\ArcGIS\Projects\Testovani_nastroju\Testovani_nastroju.gdb
Feature Class	silnice_Clip10

Obr. 43 - Ukládání výstupů (Vlastní zdroj)

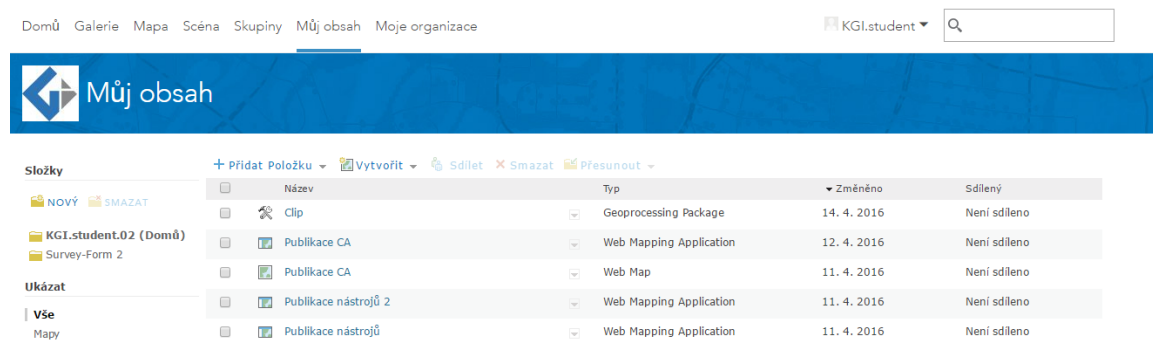
4.6 Publikování na ArcGIS Online

Prvním způsobem jak publikovat geoprocessing službu je publikovat ji na ArcGIS Server. Druhým způsobem je publikace na ArcGIS Online. Postup je velmi podobný jako při publikaci na ArcGIS Server – kroky jsou stejné až do fáze Results – Share As – **Geoprocessing Package**. Tato volba otevře Geoprocessing Package manager (Obr. 44), podobný Service Editoru, kde se nastaví vlastnosti služby a přihlásí pod účet ArcGIS Online.

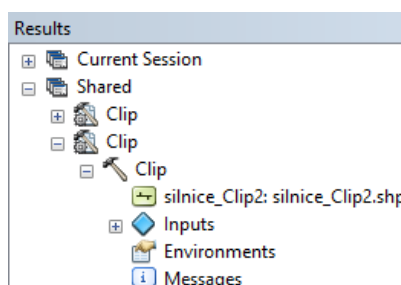


Obr. 44 - Geoprocessing Package manager (Vlastní zdroj)

Nástroj je nyní uložen na ArcGIS Online a přístupný z webové adresy <http://www.arcgis.com>. V sekci Můj Obsah (obr. 45) je uložena vypublikovaná služba pod zvoleným názvem. Službu je možné buď stáhnout do počítače anebo otevřít v ArcGIS Desktop. Při zvolení stahování Geoprocessing Package do počítače, se nástroj přidá do ArcGIS Desktop přes ArcCatalog pravým kliknutím na stažený balíček a volbou možnosti Unpack. Druhou možností je vyhledání nástroje přes okno Search a poté přidání do ArcMap. Po přidání nástroje do ArcMap se nástroj zobrazí v sekci Results – Shared a je možné jej použít (obr. 46).



Obr. 45 - ArcGIS Online (Vlastní zdroj)



Obr. 46 - Geoprocessing Package v ArcMap (Vlastní zdroj)

4.7 Testování

Cílem první sady testování bylo provést testování na vytipovaných úlohách – jednoduchých nástrojích, vytvořených pro opakovanou publikaci. Jejich výběr je popsán v kapitole 3.2.1 a jejich tvorba v kapitole 4.1. Předchozí kapitoly se zabývaly především teoretickým způsobem publikace, v této bude popsán proces publikace a funkčnosti již na konkrétních nástrojích.

Testování se soustředí na možnosti nastavení služby přímo při procesu publikace, proto v tomto testování nejsou zahrnuty rozdílné nastavení samotného nástroje, jako například místo, kam se ukládají mezivýsledky a výsledky. Pro testování bylo ve všech nástrojích nastaveno ukládání výstupů na serveru na scratch workspace.

Výsledky testování jsou shrnuty v Tabulka 2. Nástroje byly publikovány tak, jak jsou popsány v kapitole 4.1. Publikování probíhalo přes okno Results po vykonání nástroje a sdílení jako Geoprocessing Service. Pro ukládání služby byla zvolena složka Vodna. V Service Editor byla většina nastavení ponechána v defaultních hodnotách. Změny byly v následujících sekcích. Výsledky jsou shrnuty v následující kapitole.

- Properties – Message level – Info
- Parameters – Execution mode – Asynchronous X Synchronous
- Nastavení vlastního nástroje – Input mode – změněn podle potřeby pro konkrétní nástroj

5 VÝSLEDKY

Tato kapitola se soustředí na popis výsledných optimalizovaných nástrojů popisovaných v kapitole 2.1. Nástroje jsou již upraveny do takové podoby, aby mohly být úspěšně vypublikovány na server a úspěšně spuštěny v testovacích aplikacích.

5.1 Výsledky z testování jednoduchých nástrojů

Z výsledků testování vychází několik poznatků:

Python

- Neumožňuje zvolit Choice list v nastavení Input Mode

Model Builder

- Nástroj Add_field_01 a Add_field_02 není možné vložit do ArcGIS Online
- Nástroje vytvořené v Model Builder se z výsledků testování jeví jako rychlejší.

Obecné

- Kompatibilita WPS ze strany Esri není zajištěna.
- Služba na serveru přebírá schéma ze vstupní vrstvy – to znamená, že pokud je vstupem polygonová vrstva, není možné po publikaci použít pro vstup jinou než polygonovou vrstvu
- Server neumí provádět změny do dat, které jsou uloženy na uživatelském počítači (obr. 47)



Obr. 47 - Error zázpis do uživatelských dat (Vlastní zdroj)

- Služba je rychlejší v asynchronním režimu práce

ArcGIS Online

- Služba funkční v ArcGIS Desktop nemusí být funkční v ArcGIS Online
- Není vhodné pro rastrové služby – vstupní rastry lze vkládat pouze pomocí URL a nelze je zobrazit, pouze stáhnout

Tabulka 2 - Výsledky testování jednoduchých nástrojů (Vlastní zdroj)

Prostředí		Model Builder		Python	
Způsob publikace		S pevnými parametry	S uživatelsky definovanými parametry	S pevnými parametry	S uživatelsky definovanými parametry
Clip	Název	Clip_01	Clip_02	Clip_03	Clip_04
	Nastavení input mode	Choice list	User defined value	neumožnilo user def. value, pouze choice list	User defined value
	Upload Service Definition	Successful	Successful	Successful	Successful
	Uploading time	27 seconds	39 seconds	27 seconds	27 seconds
	Upload on ArcGIS Online	Successful	Successful	Successful	Successful
	Test: AG Desktop	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory
	Executing time: Synchronous	1,44 seconds	2,47 seconds	0,83 seconds	2,64 seconds
	Asynchronous	0,45 seconds	0,67 seconds	0,51 seconds	0,74 seconds
	Test: AG Online	ok, výsledek je vykreslen na mapě	ok, výsledek je vykreslen na mapě	ok, výsledek je vykreslen na mapě	ok, výsledek je vykreslen na mapě
	Test: QGIS	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo
Buffer	Název	Buffer_01	Buffer_02	Buffer_03	Buffer_04
	Nastavení input mode	Choice list	User defined value	neumožnilo user def. value, pouze choice list nebo constant value	User defined value
	Upload Service Definition	Successful	Successful	Successful	Successful
	Uploading time	27 seconds	36 seconds	27 seconds	28 seconds
	Upload on ArcGIS Online	Successful	Successful	Successful	Successful
	Test: AG Desktop	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory
	Executing time: Synchronous	1,11 seconds	1,1 seconds	0,99 seconds	0,99 seconds
	Asynchronous	0,42 seconds	0,56 seconds	0,7 seconds	0,67 seconds
	Test: AG Online	ok, výsledek je vykreslen na mapě	ok, výsledek je vykreslen na mapě	ok, výsledek je vykreslen na mapě	ok, výsledek je vykreslen na mapě
	Test: QGIS	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo
Add Field	Název	Add_field_01	Add_field_02	Add_field_03	Add_field_04
	Nastavení input mode	Choice list	User defined value	neumožnilo user def. value, pouze choice list nebo constant value	User defined value
	Upload Service Definition	Successful	Successful	Successful	Successful
	Uploading time	26 seconds	27 seconds	27,5 seconds	25 seconds
	Upload on ArcGIS Online	Successful	Successful	Successful	Successful
	Test: AG Desktop	ok, výsledek v InMemory	ERROR: FeatureSet and RecordSet schemas are read-only.	ok, ale výsledek se nezobrazí v ArcMap, je uložen na serveru	Tváří se jako successful, ale nové pole se ve vrstvě nezobrazí
	Executing time: Synchronous	0,45 seconds	ERROR	x	x
	Asynchronous	0,22 seconds	ERROR	0,91 seconds	0,24 seconds
	Test: AG Online	nelze vložit do AGOnline	nelze vložit do AGOnline	výsledek se nezobrazil	výsledek se nezobrazil
	Test: QGIS	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo

Add Filed (opravený)	Název	Add_field_x_01	Add_field_x_02	Add_field_x_03	Add_field_x_04
	Nastavení input mode	Choice list	User defined value	neumožnilo user def. value, pouze choice list nebo constant value	User defined value
	Upload Service Definition	Successful	Successful	Successful	Successful
	Uploading time	28 seconds	26 seconds	27 seconds	26 seconds
	Upload on ArcGIS Online	Successful	Successful	Successful	Successful
	Test: AG Desktop	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory	ok, výsledek v InMemory
	Executing time: Synchronous	4,81 seconds	3,8 seconds	6,11 seconds	4,63 seconds
	Asynchronous	3,6 seconds	3,3 seconds	3,8 seconds	3,49 seconds
	Test: AG Online	výsledek je vykreslen na mapě, ale nový sloupec se nezobrazil	výsledek je vykreslen na mapě, ale nový sloupec se nezobrazil	výsledek je vykreslen na mapě, ale nový sloupec se nezobrazil	výsledek je vykreslen na mapě, ale nový sloupec se nezobrazil
	Test: QGIS	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo
Resample	Název	Resample_01	Resample_02	Resample_03	Resample_04
	Nastavení input mode	Choice list	User defined value	neumožnilo user def. value, pouze choice list nebo constant value	User defined value
	Upload Service Definition	Successful	Successful	Successful	Successful
	Uploading time	29 seconds	25,5 seconds	29 seconds	25 seconds
	Upload on ArcGIS Online	Successful	Successful	Successful	Successful
	Test: AG Desktop	ok, výsledek v Local/Temp	ok, výsledek v Local/Temp	ok, výsledek v Local/Temp	ok, výsledek v Local/Temp
	Executing time: Synchronous	4,28 seconds	3,70 seconds	3,94 seconds	3,58 seconds
	Asynchronous	2,14 seconds	1,92 seconds	2,46 seconds	1,97 seconds
	Test: AG Online	výsledek lze stáhnout, nezobrazil se v AG Online	pro vstup je vyžadováno URL vstupního rasteru	výsledek lze stáhnout, nezobrazil se v AG Online	pro vstup je vyžadováno URL vstupního rasteru
	Test: QGIS	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo	neproběhlo

5.2 Nástroj StraKa

Nástroj StraKa, skládající se z 9 skriptů, je představitelem nástrojů, kde je na vstupu pouze jedna vrstva. Výstupem z nástrojů je změněná původní vrstva, číslo nebo textový soubor.

5.2.1 Tvorba nástroje

Interakce mezi ploškami

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: přidání nového sloupce s hodnotou

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami:

- Skript importoval modul HelperFunctions z jiné složky – protože při publikaci dochází k nahrání pouze samotného skriptu, nelze se odkazovat na jiný soubor → funkce z modulu HelperFunctions byly nahrazeny funkcí **arcpy.AddError**
- Další nezbytnou úpravou bylo nastavit, aby se data nejdříve nahrála na server. Toto nastavení bylo nezbytné z důvodu, že výsledkem nástroje je nový sloupec. Do skriptu byla dopsána tato část:

```
if input_properties.OIDFieldName.lower() == "fid":
    arcpy.AddMessage("Vstup je SHP")
    outLocation = arcpy.env.scratchFolder
    InPolygFC = arcpy.CopyFeatures_management(InPolygFC, outLocation +
"\\\" + "interakce_vystup").getOutput (0)
elif input_properties.OIDFieldName.lower() == "objectid" or
input_properties.OIDFieldName.lower() == "objectid_1":
arcpy.AddMessage("Vstup je GBD")
    outLocation = arcpy.env.scratchGDB
    InPolygFC = arcpy.CopyFeatures_management(InPolygFC, outLocation +
"\\\" + "interakce_vystup").getOutput (0)
```

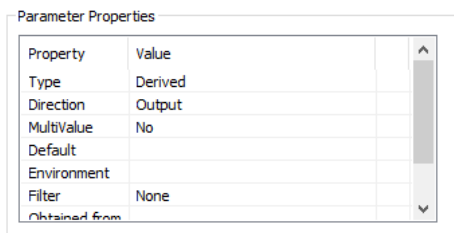
- Aby se výsledek zobrazil rovnou v ArcMap a nebylo ho nutné přidávat ze složky (což není možné v případě uložení na serveru), byl výstup nastaven jako parametr.

```
arcpy.SetParameterAsText(2, InPolygFC)
```

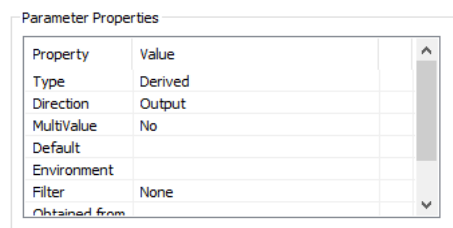
- Tento nástroj má tři parametry (obr. 48 – 50)

Display Name	Data Type
☺ Input Polygon Feat...	Feature Layer
Distance	Double
Output polygon	Feature Class

Obr. 48 - Parametry nástroje (Vlastní zdroj)



Obr. 49 - Nastavení pro Input Polygon a Distance (Vlastní zdroj)



Obr. 50 - Nastavení pro Output polygon (Vlastní zdroj)

Izolovanost plošek (rozptyl)

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: pouze číselná hodnota

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami:

- Skript importoval modul HelperFunctions z jiné složky – protože při publikaci dochází k nahrání pouze samotného skriptu, nelze se odkazovat na jiný soubor → funkce z modulu HelperFunctions byly nahrazeny funkcí **arcpy.AddError**
- Výsledek je zobrazován v Results okně, při publikaci se dá tato funkčnost zajistit nastavením Message level – Info. Okno Results se nenachází v jiných prostředích (webový GIS, open-source), bylo nastaveno ukládání výsledku do textového souboru.

```
# getting workspace
txt = sys.argv[3]

# the final output text file where the diffusiveness number will be
displayed/written
fileDiff = open (txt, "w")
fileDiff.write ("IZOLOVANOST_ROZPTYL_RC="'\n')
fileDiff.write ("D = suma((" + str(left_x) + "; " + str(right_x) + ") +
(" + str(left_y) + "; " + str(right_y) + "))")
fileDiff.close()
```

- Tento nástroj má tři parametry: Input Polygon a Expert Table byly nastaveny jako vstupní vrstvy, stejně jako v předchozím nástroji, TextFile byl nastaven jako výstup.

Display Name	Data Type
InputPolygonFeature	Feature Layer
ExpertTable	Table
TextFile	Text File

Obr. 51 - Parametry nástroje 2 (Vlastní zdroj)

Izolovanost plošky

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: přidání nového sloupce s hodnotou

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami.

Nástroj je téměř totožný s nástrojem **Interakce mezi ploškami**, rozdíl je pouze ve vypočítání hodnoty, proto jsou úpravy tohoto nástroje totožně s Interakcí.

Přístupnost plošky

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: přidání nového sloupce s hodnotou

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami.

Nástroj je téměř totožný s nástrojem **Interakce mezi ploškami**, rozdíl je pouze ve vypočítání hodnoty, proto jsou úpravy tohoto nástroje totožně s Interakcí.

Rozptýlenost plošek

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: pouze číselná hodnota

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami.

Nástroj je téměř totožný s nástrojem **Izolovanost plošek (rozptyl)**, rozdíl je pouze ve vypočítání hodnoty, proto jsou úpravy tohoto nástroje totožně s Izolovaností (rozptyl).

Shannon-Simpson

Vstup: polygonová nebo bodová vrstva s přítomným numerickým polem FID a sloupec v tabulce

Výstup: číselná hodnota

Skript byl přebrán z původní práce se změnami. Do skriptu byla přidána část pro generování výsledku do textového souboru. Nepovinná možnost přidávání sítě byla odebrána z důvodu problematické publikace na server. Hlavní funkčnost vypočítávání indexů byla zachována.

Tvar plošky

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: přidání nového sloupce s hodnotou

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami.

Nástroj je téměř totožný s nástrojem **Interakce mezi ploškami**, rozdíl je pouze ve vypočítání hodnoty, proto jsou úpravy tohoto nástroje totožně s Interakcí.

Geometrie

Vstup: polygonová vrstva s přítomným numerickým polem FID

Výstup: přidání nového sloupce s hodnotou

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami.

Nástroj je téměř totožný s nástrojem **Interakce mezi ploškami**, rozdíl je pouze ve vypočítání hodnoty, proto jsou úpravy tohoto nástroje totožně s Interakcí.

Počet Entit

Vstup: polygonová, liniová, bodová vrstva nebo dbf tabulka

Výstup: textový soubor

Skript byl přebrán z původní práce s drobnými změnami:

- Skript importoval modul HelperFunctions z jiné složky – protože při publikaci dochází k nahrání pouze samotného skriptu, nelze se odkazovat na jiný soubor → funkce z modulu HelperFunctions byly nahrazeny funkcí **arcpy.AddError**

5.2.2 Publikace nástroje

Aby mohly být nástroje vypublikovány všechny v jednom toolboxu – v Service Editor je možnost Add Result - a tak lze přidat další nástroj do publikované služby. Aby nástroje mohly být přidány, je potřeba je nejdříve úspěšně spustit v ArcMap. Vlastnosti jednotlivých nástrojů byly nastaveny separátně v sekci nastavení vlastního nástroje.

Interakce mezi ploškami

Vstupní vrstva - User Defined Value

Vzdálenost - User Defined Value

Izolovanost plošek (rozptyl)

Vstupní vrstva - User Defined Value

Tabulka - Constant Value

Izolovanost plošky

Vstupní vrstva - User Defined Value

Vzdálenost - User Defined Value

Přístupnost plošky

Vstupní vrstva - User Defined Value

Rozptýlenost plošek

Vstupní vrstva - User Defined Value

Vzdálenost - User Defined Value

Shannon-Simpson

Vstupní vrstva - User Defined Value

Kategorie - User Defined Value

Tvar plošky

Vstupní vrstva - User Defined Value

Geometrie

Vstupní vrstva - User Defined Value

Počet Entit

Vstupní vrstva - User Defined Value

Vstupní pole - User Defined Value

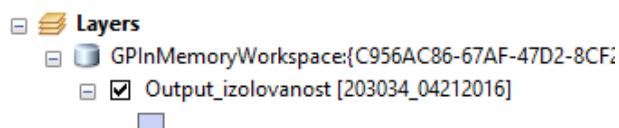
5.2.3 Testování nástroje

ArcGIS Desktop

Interakce mezi ploškami

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen v InMemoryWorkspace (obr. 52)

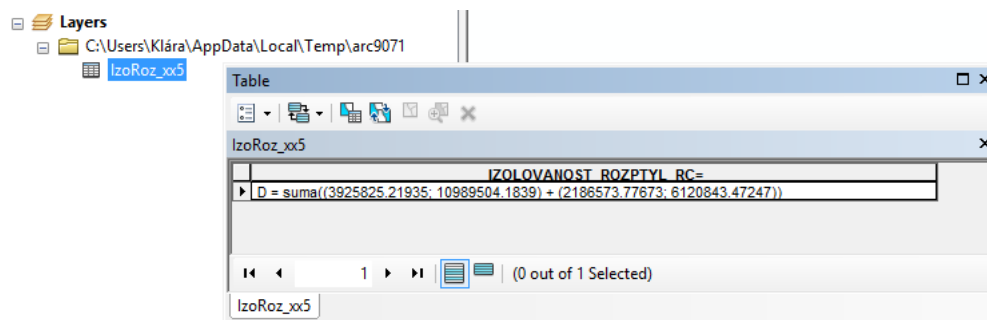


Obr. 52 - Ukládání do In Memory (Vlastní zdroj)

Izolovanost plošek (rozptyl)

Výstupem je nový textový soubor (obr. 53)

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/



Obr. 53 - Ukládání výsledku do .txt (Vlastní zdroj)

Izolovanost plošky

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen v InMemoryWorkspace

Přístupnost plošky

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen v InMemoryWorkspace

Rozptýlenost plošek

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/

Shannon-Simpson

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/

Tvar plošky

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen v InMemoryWorkspace

Geometrie

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen v InMemoryWorkspace

Počet Entit

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/

ArcGIS Online

Interakce mezi ploškami

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě

Izolovanost plošek (rozptyl)

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výstup – textový soubor, reprezentován odkazem URL

Izolovanost plošky

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě

Přístupnost plošky

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě

Rozptýlenost plošek

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výstup – textový soubor, reprezentován odkazem URL

Shannon-Simpson

Vstupní prvek - Použit shapefile v místním souborovém systému

Výstup – textový soubor, reprezentován odkazem URL

Tvar plošky

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě

Geometrie

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě

Počet Entit

Vstupní prvek – Použit shapefile v místním souborovém systému

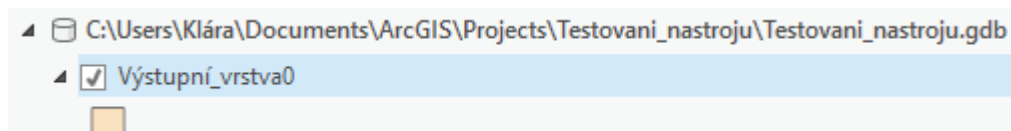
Výstup – textový soubor, reprezentován odkazem URL

ArcGIS Pro

Interakce mezi ploškami

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen do defaultní databáze projektu (obr. 54)



Obr. 54 - Ukládání do ArcGIS Pro

Izolovanost plošek (rozptyl)

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/ArcGISPro

Izolovanost plošky

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen do defaultní databáze projektu

Přístupnost plošky

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen do defaultní databáze projektu

Rozptýlenost plošek

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/ArcGISPro

Shannon-Simpson

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/ArcGISPro

Tvar plošky

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen do defaultní databáze projektu

Geometrie

Výstupem je nová feature class

Výsledek uložen do defaultní databáze projektu

Počet Entit

Výstupem je nový textový soubor

Výsledek uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/ArcGISPro

5.3 Nástroj CA

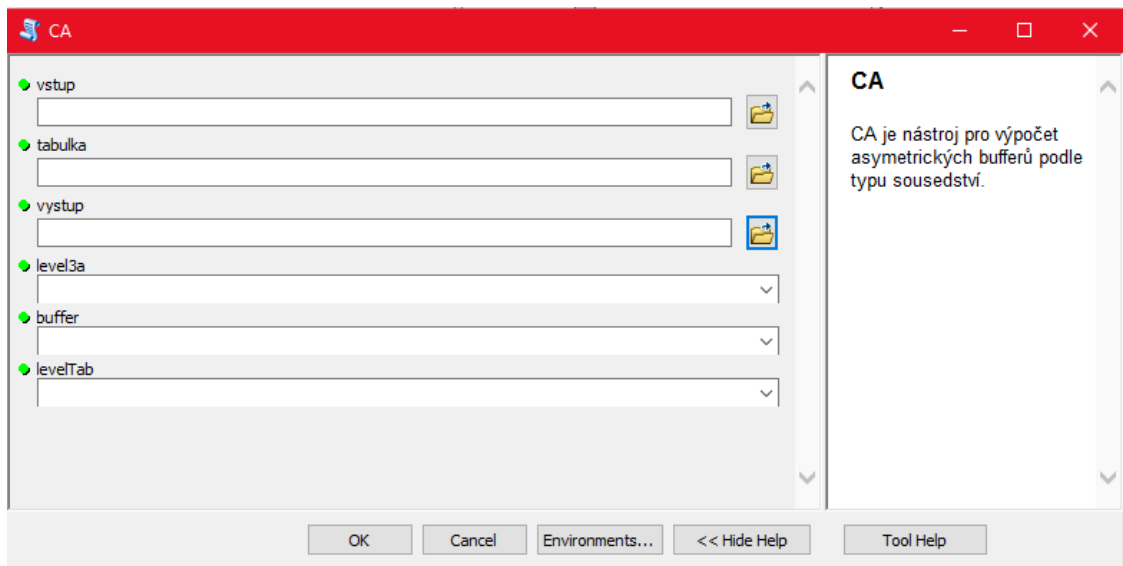
5.3.1 Tvorba nástroje

V průběhu publikace nástroje CA bylo zaznamenáno mnoho problémů. Bylo potřeba se opakovaně vrátit do procesu tvorby nástroje a model v Model Builder upravit. Problémy, které se během procesu publikace objevily, byly následující:

- Zápis do uživatelských dat → přidán nástroj do modelu Copy Rows
- Výrazy používající nástrojem Calculate Field zapsány ve formátu VB → změněny na Python
- Problém s nástrojem Calculate Field → převedeno do Python a zaměněno za funkci arcpy.UpdateCursor

Při tvorbě tohoto nástroje bylo zjištěno, že server má zásadní problém s vykonáváním nástroje Calculate Field. Přes to, že data jsou zkopírována na server, nástroj není schopen zapsat hodnoty do tabulky a výsledkem je vždy prázdná tabulka. I po publikaci samotného nástroje Calculate Field byla výsledkem pouze prázdná tabulka. Na stránkách Esri není na tento problém nikde upozorňováno, tak byla zvolena možnost obejítí toho nástroje. Z tohoto důvodu byl převeden celý nástroj do formátu Python.

Nově vzniklý nástroj používá jako vstup polygonovou vrstvu Corine Land Cover a tabulku expertních hodnot ve formátu dbf. Dále je vstupem hodnota level3a, buffer a levelTab. Výstupem je polygonová vrstva nepravidelných bufferů.



Obr. 55 - Prostedí nástroje CA (Vlastní zdroj)

5.3.2 Publikace nástroje

Nástroj, který úspěšně proběhl v ArcMap byl přes okno Results sdílen jako Geoprocessing service. Většina nastavení byla ponechána v defaultní verzi. U samotného nástroje bylo nastaveno:

- Vstup – user defined value
- Tabulka – constant value
- Level3a – výběr sloupce s hodnotou LEVEL3 ze vstupních dat
- Buffer – výběr sloupce z hodnotou buffer z expertní tabulky
- levelTab – výběr sloupce v expertní tabulce se stejnou hodnotou jako LEVEL3

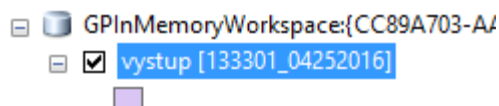
5.3.3 Testování výsledků

ArcGIS Desktop

Vstup: polygonová vrstva s atributy Corine

Výstup: nová polygonová vrstva bufferů

Výsledek uložen v InMemoryWorkspace



Obr. 56 - Ukládání výsledků CA (Vlastní zdroj)

ArcGIS Online

Vstup: Použit shapefile v místním souborovém systému

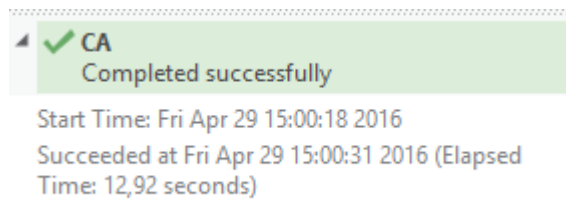
Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě, lze stáhnout

ArcGIS Pro

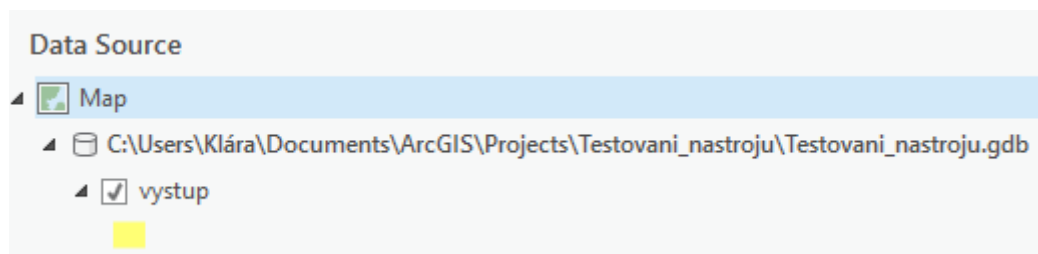
Vstup: polygonová vrstva s atributy Corine

Výsledek: nová polygonová vrstva bufferů

Výsledek je uložen do defaultní databáze projektu (obr. 59).



Obr. 57 - Úspěšné spuštění nástroje v ArcGIS Pro (Vlastní zdroj)



Obr. 58 - Ukládání výstupu výsledků CA v ArcGIS Pro (Vlastní zdroj)

5.4 Rastrový nástroj

5.4.1 Tvorba nástroje

Tvorba nástroje byla provedena v prostředí Model Builder a to z toho důvodu, že oba předchozí nástroje jsou vytvořené v prostředí Python. Schéma nástroje je zobrazené na Obr. 5 v kapitole 2.1.3. Nejprve je proveden ořez vstupního rastru, na kterém jsou následně provedeny analýzy sklonitosti a orientace. Reklasifikační nástroj Rastr Calculator byl získán rastr s hodnotami 1 a 0, kdy 0 je nevyhovující a 1 vyhovující. Rastr byl převeden do formátu shapefile a následně vybrány jenom hodnoty s atributem 1. Vzhledem k tomu, že nástroj byl vytvářen se záměrem publikace na server, byl vytvořen tak, aby nedocházelo k žádným problémům při publikaci nebo následném testování.

5.4.2 Publikace nástroje

Nástroj, který úspěšně proběhl v ArcMap, byl přes okno Results sdílen jako Geoprocessing service. Většina nastavení byla ponechána v defaultní verzi. U samotného nástroje bylo nastaveno:

- Vstupní rastr DEM – User Defined Value
- Vstupní ořezávací vrstva (**musí být feature class**) - User Defined Value
- Všechny ostatní hodnoty, včetně reklasifikačních tabulek byly ponechány na hodnotách Constant Value.

Publikace s takovýmito nastavení proběhla v pořádku.

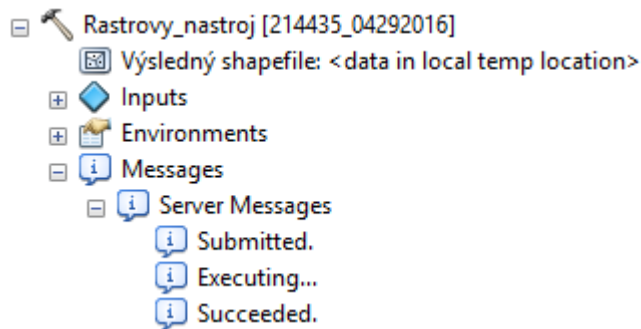
5.4.3 Testování výsledků

ArcGIS Desktop

Vstupní rastr: 7002_50m_33.dem

Ořezová vrstva: polygonová feature class Clip_data_DEM

Výsledek: uložen v C:/Users/User_name/AppData/Local/Temp/ (Obr. 59)



Obr. 59 - Rastrový nástroj v ArcMap (Vlastní zdroj)

ArcGIS Online

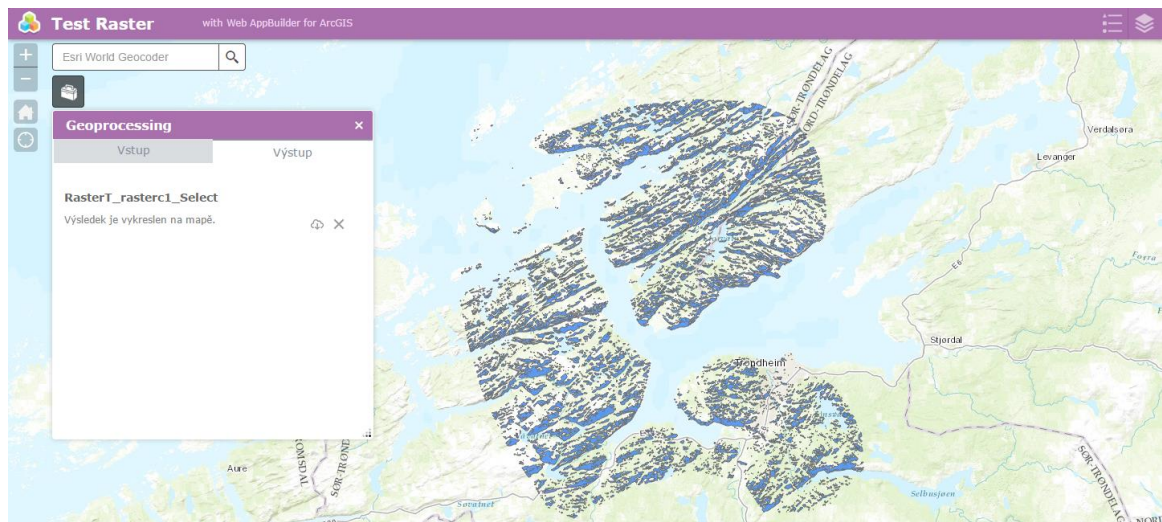
V tomto případě bylo nutné nástroj vypublikovat znovu s parametry vstupní i ořezové vrstvy jako Choice list. Tato možnost byla zvolena proto, že je velmi náročné do ArcGIS Online vložit rastrový DEM, a proto pro potřeby testování byla zvolena možnost výběru vrstvy z mapy. Nástroj pro tento účel je uložen zde:

http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/rest/services/vodna/Plodiny_02/GPServer

Vstup: Výběr vrstvy z mapy

Ořezová vrstva: Výběr vrstvy z mapy

Výsledek – vytvořen nový shapefile, vykreslen na mapě (obr. 61), lze stáhnout



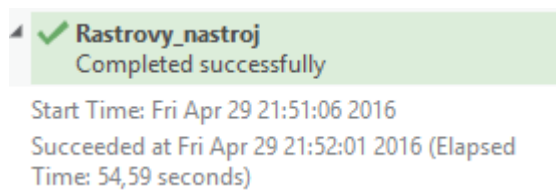
Obr. 60 - Rastrový nástroj v ArcGIS Online (Vlastní zdroj)

ArcGIS Pro

Vstupní rastr: 7002_50m_33.dem

Ořezová vrstva: polygonová feature class Clip_data_DEM

Výsledek: uložen do defaultní databáze projektu

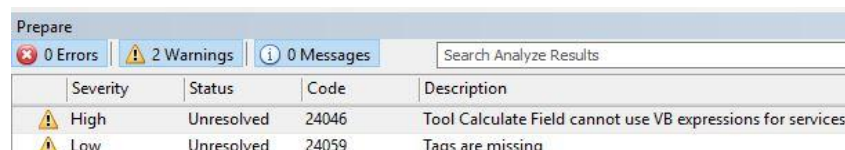


Obr. 61 - Rastrový nástroj v ArcGIS Pro (Vlastní zdroj)

5.5 Obecná doporučení

Z výsledků této práce nelze definovat přesný návod pro publikaci geoprocessing služeb na serveru. K nástrojům je třeba přistupovat individuálně a znát dobře především konkrétní nástroj a jeho uživatele. Dále je nezbytné mít základní zkušenost pro publikaci nástrojů na server a vědět, s čím server umí pracovat a v jakém ohledu je funkčnost omezena. V následující části textu jsou shrnuty poznatky, kterých bylo nabyto v průběhu tvorby práce. Tyto poznatky vycházejí především z práce s ArcGIS Desktop a ArcGIS Server ve verzi 10.3. Se změnou verze může dojít ke změně funkcionality některých komponent nebo nástrojů.

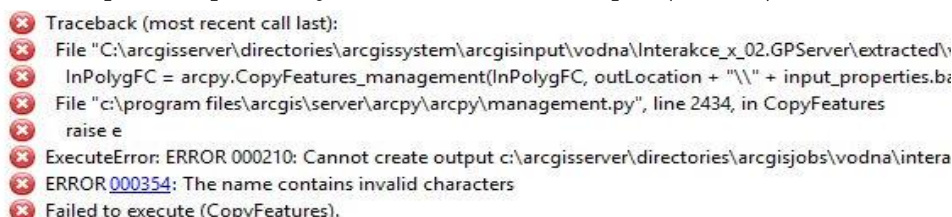
- Nástroj nesmí zasahovat do uživatelských dat, data musí být vždy nahrána na server → testování registrovaných a neregistrovaných zdrojů ztrácí smysl.
- S některými nástroji neumí ArcGIS Server pracovat – Calculate Field.
- Pokud je používán výraz, musí být ve formátu Python, s formátem VB neumí server pracovat (obr. 63).



Severity	Status	Code	Description
High	Unresolved	24046	Tool Calculate Field cannot use VB expressions for services
Low	Unresolved	24059	Tags are missing

Obr. 62 - Error VB expressions (Vlastní zdroj)

- Pro práci s daty s velkým objemem je třeba nastavit vyšší počet instancí.
- Nesmí být nastaveny cesty ukládání mezivýsledků na pevné místo na disku, je třeba zvolit uložení do scratch workspace, in memory apod.
- Pokud je výsledkem pouze hodnota, je nutné při publikaci nastavit Message level na hodnotu Info, aby se výsledek zobrazil v okně Results, nebo nechat výstup zapsat do textového souboru. Tím druhým způsobem pak může být výsledek zobrazen i na ArcGIS Online.
- Při nastavení User Defined Value v Service Editor na vstupních datech, data musí být ve stejném schématu jako data použitá v nástroji při vykonání před publikací – tzn., pokud vstupní data byla polygonová, musí být vždy vstupní data polygonová.
- Funkcionalita WPS ze strany Esri není pravděpodobně v současné chvíli plně zajištěna.
- Dále je vhodnější se v některých případech vyvarovat znakům s diakritikou, mohou způsobit problémy s funkcionalitou skriptu (obr. 64).



```
Traceback (most recent call last):
File "C:\arcgisservice\directories\arcgissystem\arcgisinput\vodna\Interakce_x_02.GPService\extracted\
InPolygFC = arcpy.CopyFeatures_management(InPolygFC, outLocation + "\\\" + input_properties.b
File "c:\program files\arcgis\server\arcpy\arcpy\management.py", line 2434, in CopyFeatures
raise e
ExecuteError: ERROR 000210: Cannot create output c:\arcgisservice\directories\arcgisjobs\vodna\intera
ERROR 000354: The name contains invalid characters
Failed to execute (CopyFeatures).
```

Obr. 63 - Error - invalid characters (Vlastní zdroj)

Na závěr lze shrnout, že publikace nástroje na server je komplexní záležitost a nástroj musí být upraven do podoby akceptovatelné pro ArcGIS Server. Pro úspěšnou a bezproblémovou publikaci lze doporučit, že již v etapě tvorby nástroje je třeba rozhodnout, zda nástroj bude publikován na server. Pokud ano, je nutno se již od počátku tvorby nástroje zaměřit na jeho funkcionalitu vzhledem k ArcGIS serveru.

6 DISKUZE

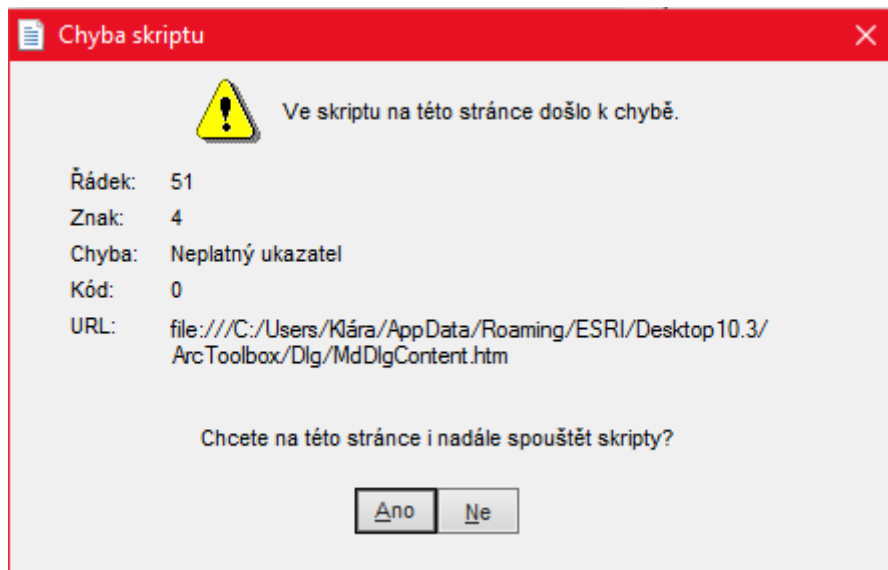
Cílem této práce bylo najít optimalizovaný způsob pro publikování nástrojů na ArcGIS Server. Představa před počátkem práce byla taková, že se budou zkoumat různá nastavení a hledat nejvhodnější. V průběhu práce však bylo zjištěno, že větší část práce je nutno zaměřit především na zprovoznění samotného nástroje jako geoprocessing službu. Během tvorby práce docházelo z důvodu problematické funkčnosti k opakovanému publikování toho samého nástroje několikrát za sebou s drobnými změnami. Proces úspěšné publikace na server tedy není jen publikace vytvořeného nástroje s potřebnými nastaveními, ale je třeba dále nástroje upravovat nebo i zásadně měnit.

Pro úspěšnou publikaci je třeba znát nástroj a jeho následné uživatele. Dále je potřeba se podrobně seznámit s ArcGIS Serverem a jeho omezeními. V předchozí kapitole jsou sepsány poznatky, zjištěné během postupu práce, upozorňující na možnou problematiku funkčnosti. Problémy, které byly opakovaně řešeny v nástrojích pro tuto práci, jsou nefunkčnost nástroje Calculate Field (nástroj CA) v prostředí ArcGIS serveru, dále pak nemožnost serveru zasahovat do uživatelských dat (nástroj StraKa). K méně významným problémům patří nemožnost volby Choice list při publikaci nástroje z prostředí Python.

Mezi překvapivé problémy patří nezajištění kompatibility od Esri a to rovnou v několika případech. Prvním z nich je nemožnost publikace nástroje LOREP a jeho výměna za jiný nástroj z toho důvodu, že LOREP byl napsán ve starší verzi modulu pro Python - arcgisscripting. Dalším velmi zásadním problémem je nezajištěná kompatibilita pro službu WPS. Z testování, popisovaného v kapitole 4.5.3, lze zformulovat závěr, že kompatibilita pravděpodobně není zajištěna ze strany Esri a to v kroku vykonání služby. Třetím problémem s kompatibilitou je problematičnost nových verzí programu ArcMap. Na počátku průběhu práce byla nejnovější verze ArcMap verze 10.3, ze které nebylo možné publikovat službu. Proto byla zvolena stabilnější starší verze 10.2.2. Během průběhu práce ztratila tato verze schopnost komunikovat se službami na ArcGIS Server a nebylo možno žádnou službu publikovat a ani ji využít. Proto muselo opět dojít ke změně verze programu na 10.3. Tato verze následně fungovala bez komplikací. Nutno podotknout, že verze ArcGIS Server nebylo potřeba měnit v průběhu celé práce a zůstala ve verzi 10.3.

Dalším problémem, tentokrát samotného softwaru ArcMap, byla opakující se chybová hláška zobrazená na **Obr. 64**. Tato chyba skriptu způsobovala nefunkčnost některých nástrojů, zásadních pro tvorbu práce. Jednou z možností, jak tuto chybu odstranit, je spustit odinstalačního manažera a zvolit možnost Repair. Tato oprava je získána pouze z neoficiálního zdroje a řešení poskytnuté Esri nebylo funkční.

Pro další postup práce v návaznosti na tuto magisterskou práci by bylo potřeba zajistit lepší funkčnost WPS služby, dále zajistit lepší kompatibilitu verzí ArcMap a ArcGIS Server. V neposlední řadě by bylo vhodnější nástroje rovnou vytvářet se záměrem jejich publikace, než přebírat již hotové nástroje a následně je upravovat.



Obr. 64 - Chyba skriptu (Vlastní zdroj)

7 ZÁVĚR

Cílem práce bylo publikování minimálně tři optimalizovaných geoprocessing nástrojů pomocí ArcGIS Server. Pro publikace byly zvoleny nástroje CA, StraKa a LOREP, který byl následně nahrazen rastrovým nástrojem. Tyto nástroje, vypublikované jako geoprocessing služby jsou uloženy zde:

<http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/rest/services/Vodna2>

Celý proces přípravy a publikace bylo třeba prakticky projít. Pro tento krok byly vytipovány jednoduché nástroje, na kterých proběhlo testování funkčnosti, dostupnosti a rychlosti operace při měnících se parametrech publikování. Výsledky tohoto testování jsou shrnuty v Tabulka 2. V následující části textu jsou shrnuty výsledky testování rozdílných nastavení.

Standardy:

- Esri geoprocessing – testování proběhlo úspěšně v programech ArcGIS Online, ArcGIS Desktop, ArcGIS Pro
- OGC WPS – testování proběhlo neúspěšně, pravděpodobně není zachována kompatibilita od Esri

Akceptovatelné datové formáty:

- Datový vstup musí mít vždy totožné schéma, jako zdroj dat v nástroji, který byl vykonán v ArcMap před publikací na server.

Rychlost operací při publikování z registrovaných a neregistrovaných datových zdrojů:

- Ztratila význam, z důvodu potřeby překopírování dat na server při práci s nimi

Protokoly:

- REST – dostupnost a funkčnost úspěšně otestována v ArcGIS Online
- SOAP – dostupnost a funkčnost úspěšně otestována v ArcMap

Režim práce:

- Synchronní – tato možnost byla Esri označena jako rychlejší, ale z výsledků testování se jeví jako pomalejší
- Asynchronní – tato možnost doporučována Esri pro nastavení, označena jako pomalejší, ale z výsledků testování se jeví jako rychlejší

Klienti:

- Webový – zvolen ArcGIS Online, testování proběhlo úspěšně
- Desktop komerční – zvolen ArcGIS Desktop, testování proběhlo úspěšně
- Desktop open-source – zvolen QGIS, testování proběhlo neúspěšně

Z výsledků práce lze shrnout, že ArcGIS Server je vhodným prostředkem pro publikování nástrojů. Nástroje lze úspěšně vypublikovat jako geoprocessing služby a ty následně používat v různých klientech. Při procesu publikace je třeba brát na vědomí všechna úskalí, která jsou popsána v předchozích kapitolách. Před samotnou publikací je třeba nástroj upravit tak, aby mohl být zpracován i serverem. Nejvhodnějším postupem pro úspěšnou a nenáročnou publikaci, je přizpůsobit nástroj již v procesu jeho tvorby k další možné publikaci. To znamená, že je výhodnější nástroj vytvářet se záměrem jeho následné publikace, než získat již hotový nástroj a předělávat ho tak, aby na serveru fungoval.

V současné chvíli jsou problémy při publikaci většinou technického rázu a nedostatečné dokumentace. Tyto nedokonalosti je možné přisuzovat tomu,

že geoprocessing služby patří mezi novější technologii a jejich vývoj je teprve na vzestupu. Je možné, že tyto problémy budou s novějšími verzemi odstraněny, stejně tak jako nedostatečná kompatibilita mezi jednotlivými platformami.

I přes technická úskalí a nemožnost testování některých nastavení, hlavní cíl práce – publikace tří geoprocessing nástrojů – byl splněn a nástroje jsou připraveny pro jejich další využití.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

- ARCDATA PRAHA: Aplikace na ArcGIS Online[online] 2016a. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/arcgis-online/aplikace>
- ARCDATA PRAHA: Profil společnosti [online] 2016b. [cit. 2016-02-01] Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/zpravy-a-akce/o-spolecnosti/profil-spolecnosti/software-a-sluzby>
- Esri: Independent Report Highlights Esri as Leader in Global GIS Market [online] 2005a. [cit. 2016-02-09] Dostupné z: <http://www.esri.com/esri-news/releases/15-1qtr/independent-report-highlights-esri-as-leader-in-global-gis-market>
- Esri: *Creating Geoprocessing Services Tutorial* [online]. Redlands, USA: Esri, 2010 [cit. 2016-04-11] Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/pdf/creating-geoprocessing-services-tutorial.pdf>
- Esri: ArcGIS API for JavaScript [online] 2015. [cit. 2016-04-11] Dostupné z: https://developers.arcgis.com/javascript/jshelp/ags_rest.html
- Esri: Using geoprocessing services from ArcGIS.com [online] 2016a. [cit. 2016-03-20] Dostupné z: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/windows/using-gp-services-from-agsol.htm>
- Esri: What is a geoprocessing service? [online] 2016b. [cit. 2016-03-20] Dostupné z: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/windows/what-is-a-geoprocessing-service-.htm>
- Esri: What is a geoprocessing? [online] 2016c. [cit. 2016-03-15] Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/What_is_geoprocessing/002s00000001000000/
- Esri: A quick tour of geoprocessing [online] 2016d. [cit. 2016-03-15] Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/A_quick_tour_of_geoprocessing/002s00000002000000/
- Esri: What is ModelBuilder? [online] 2016e. [cit. 2016-03-15] Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/What_is_ModelBuilder/002w00000001000000/
- Esri: What is Python? [online] 2016f. [cit. 2016-03-15] Dostupné z: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#/What_is_Python/002z00000001000000/
- Esri: Clip [online] 2016g. [cit. 2016-04-01] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/clip.htm>
- Esri: Buffer [online] 2016h. [cit. 2016-04-01] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/buffer.htm>
- Esri: Add Field [online] 2016i. [cit. 2016-04-01] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/add-field.htm>
- Esri: Resample [online] 2016j. [cit. 2016-04-01] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/resample.htm>
- Esri: GetParameterAsText [online] 2016k. [cit. 2016-04-01] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/arcpy-functions/getparameterastext.htm>

Esri: A quick tour of authoring and sharing geoprocessing services [online] 2016l. [cit. 2016-04-10] Dostupné z: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/linux/a-quick-tour-of-authoring-geoprocessing-services.htm>

Esri: Geoprocessing task settings: Features [online] 2016m. [cit. 2016-04-10] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/sharing-workflows/feature-datatypes.htm>

Esri: A quick tour of authoring and sharing geoprocessing services with Model Builder [online] 2016n. [cit. 2016-04-10] Dostupné z: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/sharing-workflows/authoring-geoprocessing-tasks-with-modelbuilder.htm>

Esri: Connect to a GIS server [online] 2016o. [cit. 2016-04-15] Dostupné z: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/projects/connect-to-a-gis-server.htm>

Esri: Overview of ArcGIS Pro [online] 2016p. [cit. 2016-04-15] Dostupné z: <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/get-started/overview-of-arcgis-pro.htm>

Esri: WPS services [online] 2016q. [cit. 2016-04-29] Dostupné z: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/linux/wps-services.htm>

Geoprocessing.info: WPS Concepts [online] 2016. [cit. 2016-03-17] Dostupné z: <http://geoprocessing.info/wpsdoc/Concepts>

Chlup, Ondřej. Analýz a geoprocessing v ArcGIS Pro. *ArcRevue*. 2015, 24(1), s. 42-44. ISSN 1211-2135

JANKOVSKÝ, Zdeněk. Možnosti ArcGIS Serveru. *Arc revue: informace pro uživatele software Esri*. Praha, 2011,20(1), 20-22. ISSN 1211-2135.

OGC: What is Geoserver? [online] 2014a. [cit. 2016-03-20] Dostupné z: <http://geoserver.org/about/>

OGC: Web Processing Service [online] 2016a. [cit. 2016-03-20] Dostupné z: <http://docs.geoserver.org/2.8.x/en/user/extensions/wps/index.html>

OGC: OGC [online] 2016a. [cit. 2016-03-15] Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org>

OGC: Web Processing Service [online] 2016b. [cit. 2016-03-15] Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>

OGC: Coordinate Transformation Service [online] 2016c. [cit. 2016-03-17] Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards/ct>

OpenGIS Implementation Specification: Coordinate Transformation Services [online]. Stevenage, UK: OGC, 2005 [cit. 2016-03-17] Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards/ct>

PyWPS: Welcome to PyWPS [online] 2016. [cit. 2016-03-17] Dostupné z: <http://pywps.org>

QGIS: QGIS - The Leading Open Source Desktop GIS [online] 2016. [cit. 2016-01-19] Dostupné z: <http://www.qgis.org/en/site/about/index.html>

Souček, Jan. Seznamte se s ArcGIS Pro. *ArcRevue*. 2014, 23(3), s. 28-29. ISSN 1211-2135

Supergeo: SuperGIS Server 3 [online] 2016. Dostupné z: http://www.supergeotek.com/ProductPage_SGS3.aspx

Tan, Dori: Python v.s. Model Builder [online] 2013. [cit. 2016-03-30] Dostupné z: <https://j6tan.wordpress.com/2013/06/16/python-v-s-model-builder/>

VARS. Práce a skriptování v Pythonu. *Prezentace k výuce*. 2015

52nort: *Extensible ArcMap WPS Client* [online]. Salzburg, Austria: 52°North GmbH, 2015
[cit. 2016-04-29] Dostupné z:
http://proceedings.esri.com/library/userconf/euc15/papers/euc_53.pdf

PŘÍLOHY

Seznam Příloh

Volné přílohy

Příloha 1	CD
Příloha 2	Poster

Popis struktury CD

Adresáře a soubory na CD:

Nástroje – adresář obsahující výsledné nástroje a data pro práci s nimi

Web – adresář obsahující webové stránky prezentující práci

Vodnanska_DP – pdf soubor obsahující text magisterské práce

Poster – pdf soubor s posterem práce