

Příprava a konstrukce 3D scény pro digitální dvojče Tater

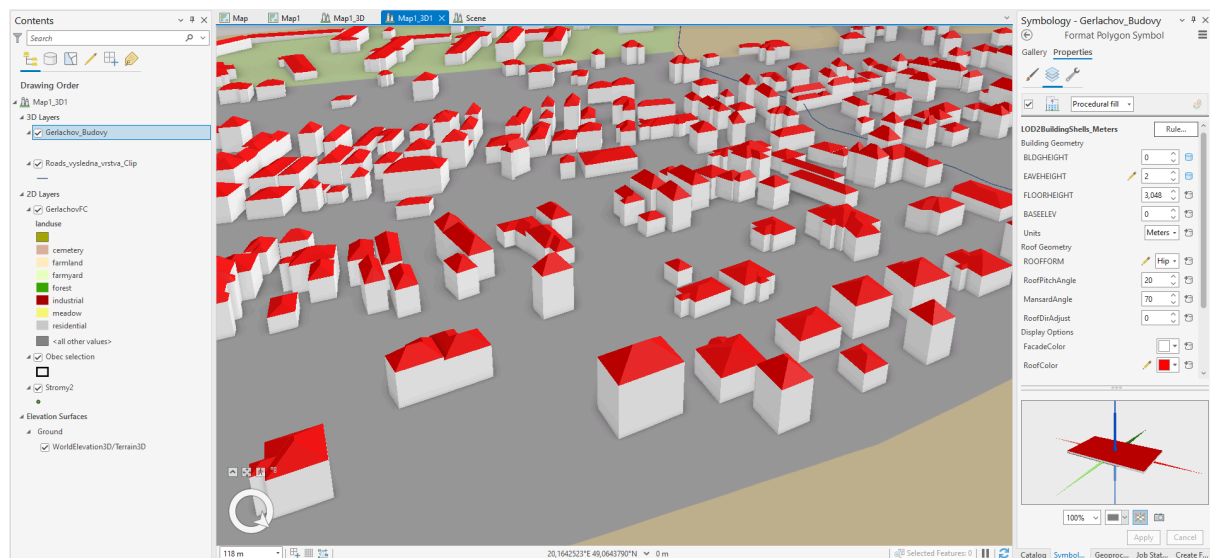
Tomáš Andrš

Zadání

- prozkoumat vztah 3D objekt - Multipatch
- terén - ověřit default z ArcGIS Pro / nahrát EU DEM
- topografický podklad (OSM / lokální slovenská data?)
- silnice (OTM)
- Zaměřit se na využití procedurálního modelování
 - lesy (hmota / stromy) .. existuje-li pro Slovensko nDSM=DSm-DTM
 - zástavba (LOD1/2 - vymýšlet střechy ?)
 - Vodní plochy (zkusit 3D objekt a reflexy?)
 - ...
- Základní orientace v mapě (jak na popisky, aby to nebyla slepá mapa)
- ...

[Odkaz na GeoWeb](#) - Výsledná práce Geoweb + AGI

9.11.2022:



20221110

Symbologie založená na měřítku:

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/scale-based-symbolizing.htm>

<https://www.e-education.psu.edu/geogvr/node/852>

Základní postup tvorby semestrální práce:

1. Příprava dat
2. Seznámení se s softwarem ArcGIS Pro, zejména s tvorbou ve 3D scénách.
 - Jelikož jsem v rámci studia pracoval dosud pouze s desktopovou aplikací ArcMap (případně s 3D verzí ArcScene), na úvod semestrální práce jsem se seznamoval s novou aplikací ArcGIS Pro. Ta oproti předchozí aplikaci obsahuje 2D a 3D verzi softwaru v jednom.
 - V softwaru ArcGIS Pro je možné využít dvou různých scén: Lokální scéna a Globální scéna. Největším rozdílem mezi těmito scénami je pak zejména souřadnicový systém a následné zobrazení dat.
 - Globální scéna slouží pro zobrazení prostorových dat na povrch zeměkoule (resp. koule, která je založena na celosvětovém souřadnicovém systému). Využívá se tedy zejména pro zobrazení jevů, které se vztahují k celé zeměkouli, tedy jevy jako jsou např.: Počet obyvatel, cesty přepravních lodí, atd. Kromě toho je také možné využít globální scénu pro zobrazení jevů vztahujícím se k větším územním celkům (stát, kraj). Globální scéna však umožňuje i zobrazení dat na úrovni města, nebo jednotlivých budov.
 - Oproti tomu lokální scéna umožňuje využít libovolný zobrazovací souřadnicový systém (projected). Vrstvy jsou pak zobrazeny na rovinném povrchu a není uvažováno zakřivení země. Lokální scéna se využívá zejména pro zobrazení jevů na menších územních celků (na úrovni města). Je vhodná zejména pro územní plánování.
 - Tvorba obou scén je v softwaru jednoduchá a je možné je vytvořit pomocí "jednoho kliknutí". Nejprve jsem si tedy připravil všechny vrstvy, které jsem chtěl následně využít (O jaké vrstvy se jedná viz níže). Vrstvy jsem nahrál do 2D mapy (v softwaru nazýváno Mapa), kde jsem si připravil symbologii a ořízнул vrstvy na požadovaný rozsah (ten se měnil podle toho jaké území jsem se snažil zobrazit). Potom jsem vytvořil samotnou scénu pomocí nástroje "Convert to Local/Global Scene" nacházející se v okně "view".
 - Po vytvoření scény se některé vrstvy nahrají jako 3D vrstvy a některé jako 2D vrstvy. To je však možné jednoduše upravit. Jako 3D vrstvy jsem nastavil vrstvu budovy.shp a stromy.shp. Ostatní vrstvy jsem přesunul do skupiny 2D vrstev, které tedy neřeší výšku a jsou pouze "obtisknuty" na terén.
 - Výhodou softwaru ArcGIS Pro je, že nabízí možnost využití předem připraveného povrchu. Nebylo tedy potřeba nahrávat povrch, který jsem vytvořil v rámci semestrální práce z předmětu KGM/APA.
 - Po prvním vytvoření 3D scény pro celý Prešovský kraj, jsem se setkal s malou výkonností vlastního PC. Jakýkoliv pohyb v 3D scéně znamenal dlouhé načítání obsahu a tím se stal software téměř nepoužitelný. Rozhodl jsem se tedy zmenšit zájmovou oblast na jednu obec, konkrétně obec Gerlachov. Semestrální práci jsem dále vypracovával na školním PC, což vyřešilo problém s pomalým načítáním.
 - Scénu jsem nejprve vytvářel pomocí Lokální scény, následně jsem pak zkusil pracovat i s Globální scénou. Největším rozdílem pak byla rychlost načítání jednotlivých objektů. Pohyb v globální scéně je značně rychlejší. Lokální scéna však umožňuje zobrazování stínů a zobrazení je tak více realistické.

- S využitím Globální scény se mi také podařilo vytvořit scénu pro celý Prešovský kraj.

3. Tvorba 3D budov na úrovni LOD1

- Pro tvorbu budov byla využita vrstva budovy.shp převzata z OSM (viz bod 1). Vrstvu jsem tedy s ostatními vrstvami nahrál do 2D mapy a všechny vrstvy převedl do 3D scény (viz bod 2).
- Právě vrstva budov byla jedna z vrstev, které jsem nechal v záložce s 3D vrstvami. U těchto vrstev je potřeba nastavit v jaké výšce se mají zobrazovat. Informace o tom, v jaké nadmořské výšce se budovy nacházejí, není v OSM uvedena. Pro zobrazení budov na povrchu jsem tedy postupoval následujícím způsobem: Properties > ... > On the ground
- Tímto způsobem dojde k zobrazení budov pouze jako 2D polygony, které se zobrazují na terénu. Aby se budovy jevíly jako 3D objekty je potřeba využít tzv. "Extraction tool", nacházejícího se v okně "Feature layer". Tento nástroj vytvoří z polygonů 3D objekty vytažením podstavy do požadované výšky.
- Informace o výšce budov však není v OSM k dispozici. Potencionálně by ji bylo možné zjistit pomocí tzv. Normalizovaného digitálního modelu povrchu (nDMS), k jeho výpočtu by však byl potřeba Digitální model povrchu (DSM). V semestrální práci jsem tedy výšky budov určil náhodně.
- Nejprve jsem tedy do atributové tabulky vrstvy budovy.shp přidal nový atribut s názvem "Height", pomocí funkce "Calculate field" jsem spočítal výšky budov. Pro výpočet jsem využil Python 3 příkaz: `random.randint(8,14)`, který každé budově přiřadí náhodnou výšku mezi 8 - 14 metry.
- Takto dojde k vytvoření budov na úrovni LOD1.

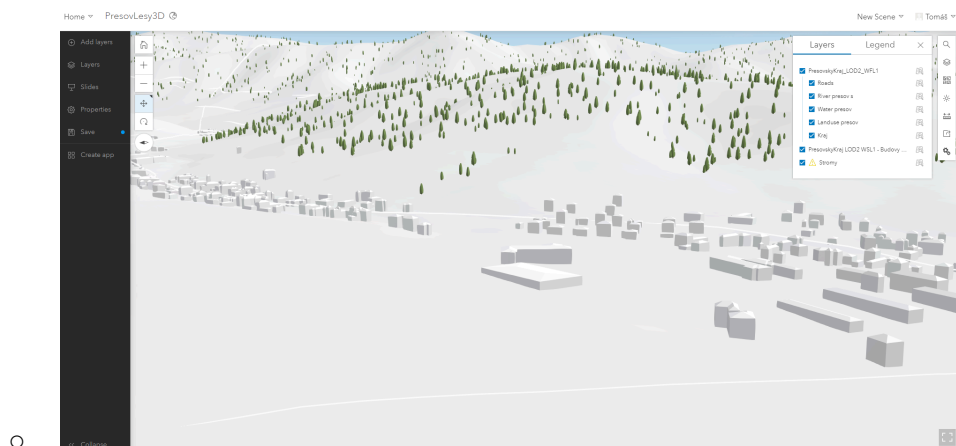
4. Přejechod do LOD2

- Pro vytvoření střech budov je možné v softwaru ArcGIS Pro využít procedurálního pravidla vytvořeného v aplikaci CityEngine (soubor má příponu .rpk). Pomocí tohoto pravidla je pak možné automaticky vytvořit střechy ke všem budovám v dané vrstvě. Pravidlo je také možné ovládat pomocí atributů vrstvy.
- Pro vytvoření jsem postupoval nejprve podle následujícího [dokumentu](#). Kde jsem si uvedený kód uložil do textového souboru a vytvořil z něj .rpk soubor. Takto vytvořený soubor však není možné jako pravidlo aplikovat. Soubor je tedy pravděpodobně potřeba vytvořit přímo v softwaru CityEngine.
- Snažil jsem se tedy najít soubor s již vytvořeným pravidlem. Postupoval jsem tedy dle následujícího [návodu](#). Zde jsem sehnal odkaz na pravidlo pro úroveň LOD2 budov.
- Pravidlo jsem následně aplikoval na polygonovou vrstvu budov jako "Procedura fill" u nastavení symbologie, kde jsem přidal soubor .rpk. Následně je možné nastavit jednotlivé parametry. Jak jsem již uvedl, kromě napevno nastavených parametrů je možné využít atributů v dané vrstvě. Pro nastavení výšky budovy jsem využil atribut "Height" a pro výšku střechy jsem využil výraz: $[Height] - [Height]/6$. Typ střechy jsem nastavil pevně na "Hip" (= sedlová střecha). Pokud by však vrstva obsahovala informaci o typu střechy, bylo by možné měnit typ střechy u každé budovy zvlášť.
- Nakonec jsem nastavil barvu střechy na červenou a barvu budovy na bílou. Výsledek je možné vidět na obrázku. Je možné vidět, že některé střechy jsou

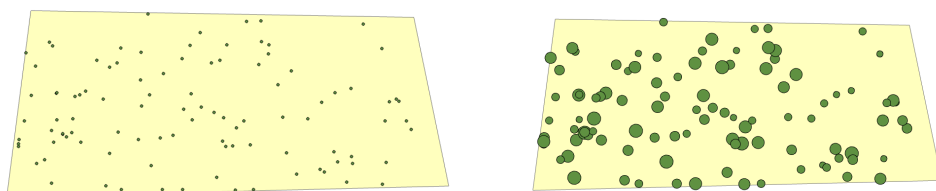
příliš špičaté, některé naopak příliš ploché. Tento problém by bylo možné vyřešit doplněním informací o budovách, případně vztahem výšky střechy i k šíři budovy.

5. Vytvoření lesů

- K vytvoření lesů, které by přesně reprezentovaly skutečnost by byla potřeba znalost polohy a výšky každého stromu v kraji, což není možné. Proto bylo k tvorbě stromů opět využito náhodného faktoru.
- Přípravu jednotlivých stromů jsem prováděl ve 2D scéně, tvorba 3D stromů probíhala až po převedení celé scény do 3D.
- Nejprve jsem využil nástroje “Create random points” (= Tvorba náhodných bodů). Vstupem do nástroje je polygonová vrstva (lesy.shp). Nástroj dále umožňuje nastavení různých parametrů. z nichž nejdůležitější jsou “Number of points” (= počet vytvořených bodů) a “Minimum allowed distance” (= minimální rozestup mezi body).
- Zde nastal problém, jelikož velikost lesů je rozdílná, pokud by tedy byla hodnota nastavena fixně, některé body by ani nebylo možné vygenerovat. Počet bodů je tedy potřeba nastavit v závislosti na rozloze polygonu.
 - Zkoušel jsem takto udělat pro celý kraj, bohužel načítání tolika prvků pro celý kraj je skoro nemožné.
 - Alternativou by mohlo být nahrání stromů jako body a lesy vygenerovat 3D značkou až v AGOL.



-
- Výslednou vrstvou je bodová vrstva Stromy.shp. Aby bylo možné ve vizualizaci rozlišovat různou výšku stromů, bylo potřeba přidat atribut o výšce stromů. Zde jsem postupoval podobně jako v kroku 3, pouze jsem využil jiných hodnot. Výsledkem je atribut “Height”.
- Aby se velikost bodů měnila podle výšky, bylo nejprve v symbologii vrstvy Stromy.shp potřeba nastavit “Vary symbology by attribute” na “Size”, kde byl zvolen atribut “Height”. Výsledek je zobrazen na následujícím obrázku



•

>

- Následně došlo k převedení do 3D scény. Vrstva Stromy.shp byla zařazena do 3D vrstev. Aby došlo k zobrazení stromů jako 3D objekty, je potřeba nastavit symbologii dané vrstvy. Konkrétně v záložce "Layers" je potřeba zvolit "3D model marker".
 - Software ArcGIS Pro obsahuje celou řadu 3D znaků vegetace. Tyto znaky však nejsou zapnuté defaultně a je potřeba je přidat za využití nástroje "add system style".
 - Výsledná podoba stromů je zobrazena na následujícím obrázku.
6. Výsledná vizualizace
- Zde ještě nemám hotovo a snažím se vytvořit vizualizaci pro celý kraj. Pomocí globální scény se mi to daří, ale mám problém při nahrávání do ArcGIS Online, jelikož je potřeba převést objekty, které vznikly jako Extrusion Polygonů na Multipatch. To je u převodu velkého množství prvků problém. Pravděpodobně budu muset postupovat nějak dávkově, ale jak ?
- 7.

Další otázky:

- Mám do semestrální práce přidat i SpaceTime cube ? Mluvili jsme o ní na začátku, vyzkoušel jsem si pro 3 vrstvy, ale dál jsem se nedostal, má to smysl dodělat ?
- Problém s budovami při aplikaci pravidla - pokud je terén zakřivený budovy se vykreslí do vzduchu.
- V případě, že se nahrává 3D web scéna, která obsahuje 3D vrstvu s RPK pravidlem, software píše, že budou prvky zploštěny.
 - Řešením je převedení na Multipatch pomocí nástroje (Layer to 3D Feature class).
 - Zde je problém například množství prvků. Jelikož jsem dělal pro celý kraj běželo to kolem hodiny (Ale doběhlo)
 - Po převedení se nahrají nově vytvořené prvky na absolute height. Pro jejich zobrazení je tedy třeba ve vlastnostech vrstvy nastavit Elevation (On the ground)
 - Pokud se však takhle nechá opět analyzovat nahrání na WebScénu tak vyjede nová chyba (Unsupported elevation settings). Zřejmě je problém s nastavením On the ground u Multipatch prvků
 - Řešením je zde znovu použití nástroje Layer to 3D Feature class.
 - Po druhém proběhnutí nástroje se uloží absolute height na úroveň jako je On the ground
 - PS: druhé proběhnutí nástroje je značně rychlejší (cca 2 minuty)
 - Dojde ke ztrátě barev
- Nahrání budov na AGOL trvalo celkem 60 minut (budov je nadměrné množství)
 - [ukázka](#)
- Zkouška nahrání budov i s barvami:
 - Převod Polygonu3D na FeatureClass (3D layer to Feature class). Následně nastavení výšky na Absolute Height (v AGPRO budovy zmizí)
 - Takto vytvořené budovy se nahrají na AGOL
 - Ve webové scéně se nastaví výška (On the ground)
 - Nelze! - U 3D objektu není možné nastavit Výšku

- https://www.youtube.com/watch?v=-OPbBewvb4A&list=PLAfuGLool6KzcacSFG_6rrJXKUI3SMAmn&index=7&ab_channel=KarelJedlicka
- https://docs.google.com/presentation/d/15VS4ziTc0YGtr_C1o8JubEIRUN3jVIRIPtiQMKoO_DM/edit
- https://www.youtube.com/watch?v=q8kqEPjX_Yk