

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

VYUŽITÍ SIMULAČNÍCH HER PRO ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ
URBÁNNÍHO PROSTORU

Bakalářská práce

Ondřej PAVLIŠ

Vedoucí práce Ing. Jan PIŇOS

Olomouc 2019

Geoinformatika a geografie

ANOTACE

Práce představuje vybrané simulační hry a prozkoumává jejich možné využití v praxi (mimo hraní), např. ve vzdělání, propagaci či simulaci reálných jevů a procesů v urbánním prostoru. Z důvodu velkého množství stimulačních her je práce především zaměřena na populární hru Cities: Skylines.

Práce nejdříve popisuje obecné možnosti využití her a na existujících případových studiích dokládá praktické využití především hry Cities: Skylines při řešení urbánních problémů. Dále, práce uvádí, z čeho vychází simulační jádra her a do jaké míry tyto simulace odráží skutečné jevy v reálném světě.

V praktické části práce popisuje simulační hru Cities: Skylines a možnosti nahrávání geografických dat za použití dostupných řešení (herních modů). Předmětem práce je také navržení postupu zpracování dat o digitálním modelu reliéfu pro účely hry a vytvoření šablon pro modelování jevů ve hře. S použitím těchto postupů je popsáno vytváření modelu Olomouce. Zmíněny jsou také důležité herní mody rozšiřující možnosti hry.

KLÍČOVÁ SLOVA

Simulační hry; urbánní simulace; zapojení veřejnosti; game-based learning

Počet stran práce: 38

Počet příloh: 16 (z toho 2 volné)

ANOTATION

This thesis introduces simulation games and explores their practical usage in areas other than entertainment such as education, propagation or simulation of real time phenomenon in urban space. The main focus of this thesis is simulation game Cities: Skylines.

This thesis first describes general applications of games and uses Cities: Skylines case studies to prove practical use of games in solving real urban space issues. This thesis provides an insight on simulation core of games and to what extent these simulations represent real world phenomenons.

In second part, Cities: Skylines as a game is described with ways of importing geographical data using available game modifications. Topic of this work is also to suggest approach for modelling terrain for game simulations and practice of creating raster overlay for usage as templates in the game. Using these practices, a creation of the model of the city of Olomouc is described. Thesis also mentions important game modification enhancing capabilities of the game.

KEYWORDS

Simulation games; urban simulations; public participation; game-based learning

Number of pages: 38

Number of appendixes: 16

Prohlašuji, že

- bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

- jsem si vědom, že na moji bakalářskou 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 nevydělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3),

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

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

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

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské 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

Ondřej Pavliš

Děkuji vedoucímu práce Ing. Janu Piňosovi za cenné rady a motivaci při vypracovávání.
Dále děkuji společnosti Paradox Interactive za poskytnutí digitální kopie Cities: Skylines.
Za poskytnutá data děkuji Magistrátu města Olomouce.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej PAVLIŠ**
Osobní číslo: **R16402**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Geoinformatika a geografie**
Název tématu: **Využití simulačních her pro řešení problémů urbánního prostoru**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

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

Cílem práce je představení simulačních her a prozkoumání jejich možného využití v praxi (mimo hraní), např. při vzdělávání, propagaci či simulaci reálných jevů v urbáním prostoru. V teoretické části student prozkoumá hry Minecraft, Cities:Skyline, ElectroCity, Block'n'Hood. Popřípadě jinou simulační hru dle vlastního výběru. Dále v teoretické části student vyhledá, zda-li některé hry již byly použity v praxi. Student také prozkoumá, na čem jsou simulace v daných hrách postaveny a do jaké míry tyto simulace odráží skutečné jevy. V praktické části se student pokusí nahrát reálná data pro oblast Olomouc do hry Cities: Skyline za využití existujících pluginů a pomocí těchto dat vytvoří model města Olomouce v této hře. V případě potřeby se student pokusí doprogramovat nahrávání reálných dat do hry Cities: Skyline. Obdobně student prozkoumá nahrávání reálných dat do hry Minecraft za účelem vytvoření modelu urbánního prostoru. Dle rozsahu bakalářské práce, student může porovnat výsledky simulací z vybrané hry s výsledky profesionálních simulačních programů (např. simulace dopravy).

Student vyplní údaje o všech datových sadách, které vytvořil nebo získal v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) se odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O bakalářské práci student vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle Voženílek (2002).

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **max. 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Chorley, R. J., & Haggett, P. (1967). Models in geography (No. 910.02 M6).
Longley, P. (2005). Geographic information systems and science. John Wiley & Sons.
Dokumentární film "Gaming the Real World".
<https://www.thelocal.se/20161221/an-entire-swedish-city-has-been-recreated-in-minecraft>
https://skylines.paradoxwikis.com/Modding_API
https://www.reddit.com/r/Cities Skylines Modding/comments/5szslt/guide_how_to_im
- <https://www.minecraftforum.net/forums/archive/tutorials/930401-mapping-using-real-world-terrain-data>
VOŽENÍLEK, V. (2002): Diplomové práce z geoinformatiky. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, UP, 31 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Piňos**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: **11. května 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2019**

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

L.S.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEONFORMATIKY
17. listopadu 50, 771 46 Olomouc

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 15. května 2018

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	12
1.1 Použitá data	12
1.2 Použité programy	12
1.3 Postup zpracování.....	12
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	14
3 SIMULAČNÍ HRA CITIES: SKYLINES.....	20
3.1 Hrací pole	21
3.2 Formát podporovaného terénu	21
4 SOUČASNÉ METODY NAHRÁVÁNÍ DAT	21
4.1 Terrain.party	21
4.2 Cimtographer	22
5 VLASTNÍ METODA.....	24
5.1 Práce s terénem	24
5.2 Image Overlay	25
6 MODOVÁNÍ	25
6.1 Modování Cities: Skylines	26
6.1.1 Editory.....	26
6.1.2 API	27
6.2 Existující mody Cities: Skylines.....	28
6.2.1 Kontrola simulací.....	28
6.2.2 Mody pro manuální stavění budov	29
6.2.3 Quality of life mody	29
6.2.4 Mody pro vizualizaci	29
7 MODEL OLOMOUCE	31
7.1 Práce v Map Editoru Cities: Skylines	32
7.2 Práce na herní ploše	33
7.3 Kritika modelu.....	35
8 VÝSLEDKY	36
8.1 Využití simulačních her	36
8.2 Výsledky testování nahrávání dat.....	36
8.3 Vlastní metoda nahrávání dat	36
8.4 Mody Cities: Skylines	36
8.5 Model města Olomouc.....	36
9 DISKUZE	37
10 ZÁVĚR	38
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
C: S	Cities: Skylines
CRP	Colossal Raw Asset Package
DLC	Downloadable content
DLL	Dynamic-link library
ESRI	Environmental System Research Institute
EULA	End-user license agreemnt
GIMP	GNU Image Manipulation Program
GIS	Geografický informační system
JPEG	Join Picture Experts Group
PNG	Portable Network Graphics

ÚVOD

Hry jsou důležitou součástí společnosti. Pojem simulační hra však není jasně definován a využití her v urbánním prostředí je řešeno pouze v zahraniční literatuře. Hry však mají mnoho specifických vlastností, které je možné při řešení problémů urbánního prostoru aplikovat. Je proto nutné identifikovat potenciale prospěšné hry a popsat jejich možnosti. Také je vhodné popsat vztah her ke geografickým datům a zásadám urbánního modelování.

Hra Cities: Skylines, v současné době nejpopulárnější městská budovatelská strategie, zprostředkovává hráčům pohled na urbánní problémy. Jedná se však o neakademickou pomůcku. Tato práce formuluje postupy a popisuje možnosti nakládání s touto hrou jako simulačním nástrojem a vizualizačním nástrojem.

Tato práce se zabývá základními nevýhodami a výhodami městských simulačních her a popisuje možnosti nahrávání geografických dat do hry Cities: Skylines. Dále také byly popsány pomůcky pro specifické účely v této hře a na základě geografických dat vytvořen model Olomouce.

CÍLE PRÁCE

Cílem práce je představení simulačních her a prozkoumání jejich možného využití v praxi (mimo hraní), např. při vzdělávání, propagaci či simulaci reálných jevů v urbánním prostoru.

V teoretické části jsou zjišťovány specifika využití her jako nástrojů k výuce a podpoře zapojení veřejnosti. V této části jsou také prozkoumány jádra simulací a míra odrazu skutečných jevů v těchto simulacích. Dále jsou jako případové studie zmíněny vybrané městské simulační hry a projekty zabývající se urbánními problémy za využití her.

V praktické části je popsána simulační hra Cities: Skylines, její simulační potenciál a technické možnosti. Dále jsou charakterizovány stávající možnosti nahrávání geografických dat do hry Cities: Skylines. Je také vyvinuta metoda úpravy digitálního modelu terénu a vytváření map pro použití jako šablon ve hře při zachování geografické přesnosti. S použitím těchto metod znázornění geografických dat byl vytvořen model Olomouce. V této části jsou také popsány možnosti modifikace chování hry a existující modifikace tak již činící.

Prvním přínosem práce je seznámení čtenáře s možnostmi využití simulačních her. Dále se čtenář dozví, jak dosáhnout geografické přesnosti, zvolí-li hru Cities: Skylines jako simulační či vizualizační nástroj.

1 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Nejprve byla provedena rešerše představující možnosti využití simulačních her, s popisem, případových studií, a také nastíněním využití Cities: Skylines a jiných her při řešení problému urbánního prostoru.

Hlavním zdrojem informací o Cities: Skylines je jejich internetová dokumentace (Cities: Skylines Wiki, 2019). Nicméně tato dokumentace je uživatelsky editovaná, a proto muselo dojít k ověření poznatků z více zdrojů například vlastním pozorováním či z internetových fór Reddit a Simtropolis.

1.1 Použitá data

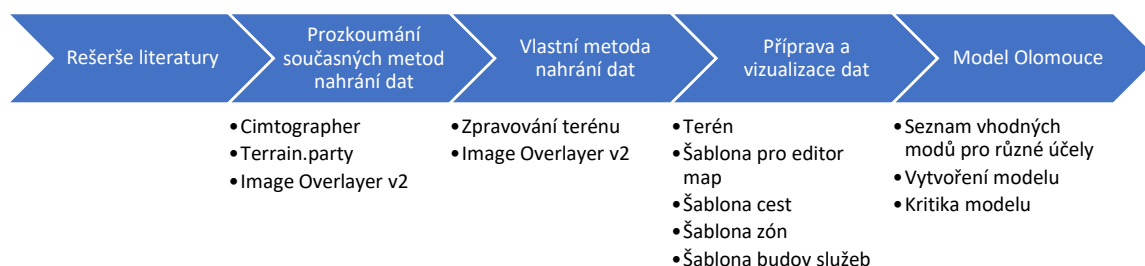
Herní engine Unity, na kterém je hra postavená umožňuje znázornit data velmi velkého měřítka. Pro účely této práce byly použity data DMR 5G a DIBAVOD se záměrem modelování terénu. Na základě herních mechanik se dále využila data CORINE Land Cover, data o komunikacích a rozmístění služeb z OpenStreetMap. Dále byla použita data funkčních ploch pro zakreslení zón zástavby v modelu města Olomouce. Veškerá data byla převedena do jednotného souřadnicového systému WGS UTM 33N a ořezána rozsahem modelovaného území.

1.2 Použité programy

Hlavním programem pro vytvoření modelu města Olomouce v prostředí simulační hry byla hra Cities: Skylines. Pro vypracování modelu města také byly nezbytné hráčské modifikace Cities: Skylines zejména mod Image Overlay a Cimtographer.

Úprava vstupujícího terénu a tvorba jednoduchých mapových výstupů probíhala v programu ArcMap 10.6. Pro převod mezi rastrovými formáty byla použita knihovna GDAL a pro drobné grafické úpravy GIMP 2.10.

1.3 Postup zpracování



Úvodní část práce se zabývala rešerší praktického a teoretického využití simulačních her pro jiné účely než k zábavě. Jako případové studie byly využity nadnárodní projekty využívající hry v urbánním prostředí. Ostatními případovými studiemi byly hry zmíněné v zadání a projekty s nimi spjaté. Ve všech případech byl zjištěn problém s převodem geografických dat do prostředí této hry.

Byly proto prozkoumány současné metody převedení dat. První nástroj Terrain.party převádí digitální modely reliéfu ASTER a SRTM do formátu použitelného hrou. Další metodou je použití uživatelské modifikace Cimtographer vytvořené členem hráčské komunity. Mod Cimtographer využívá dat OSM získaných přes Overpass API.

Po prozkoumání dvou výše zmíněných nástrojů byl navrhnut vlastní postup pro tvorbu přesnějšího terénu spolu se zakomponováním vodních toků. Také byly vytvořeny tematické mapy pro mod OverLayer v2, které posloužily jako šablony pro modelování herních objektů přímo ve hře.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Definice simulační her

Pojem simulační hra není v terminologii jasně upevněn. Obecně vzato se jedná o hru napodobující reálný svět a pochody v něm. Může se jednat o hry jak digitální, tak deskové (Reinart & Poplin, 2014). Žánry her zabývající se geografickými vazbami a vztahy bývají nejčastěji hry strategické a budovatelské.

Zabavení hráče řešením problémů urbánního prostoru je typické pro herní žánr „city-building“. Žánru „city-building“ a předmětu této práce nejlépe odpovídá termín: „Digitální hra bez předem definovaného cíle s důrazem na stavbu města“.

Hry jako didaktický nástroj

Efekt učení je spojován s hrami již dlouho. Na základních školách v USA kolem 74 % učitelů používá hry či herní prvky ve výuce (Takeuchi & Vaala, 2014). Příkladů nasazení her ve výuce je mnoho a ve většině případů se jedná o hry tzv. seriózní.

Seriózní hry bývají nejčastěji nasazeny při trénování připraveného scénáře nebo prozkoumávání matematických simulací (Crookall, 2010). Abt (1987) definuje seriózní hru jako: „hry dosahující výslovné, obezřetné, vzdělávací role a jejichž hlavní náplní není pouze zábava. To neznamena, že by neměly být zábavné; mohou být použity k vštěpení znalostí hravou cestou.“ Rufat a Ter Minnasian (2012) zmiňuje, že výhody seriózních her oproti komerčním však nejsou dokázány. Jednou z hlavních výhod seriózních her oproti standartním metodám výuky je motivace k hraní, a tudíž učení (Yang, 2012; Ingram & Cangemi, 2019). Komerční tituly však zvládnou hráče motivovat mnohem lépe, a proto je nutné hledat kompromis mezi zábavností her a jejich výukovým potenciálem. Motivace ke hraní seriózní hry také může být důsledek inovativního a nového přístupu k učení, a ne samotné seriózní hry. Vorel (2013) zmiňuje, že atraktivita modelů je ze značné míry způsobena jejich interaktivitou.

Zatraktivněním činností přidáním herních prvků se zabývá pojem gamifikace. Gamifikací se myslí využití prvků herního designu v kontextu jiném než ve hrách (Deterding a kol, 2011). Herní design je založen na prvcích podněcujících k hraní a jedná se například o body, avatary a jiné odměny. Je nutné rozlišovat hraní si (playing), činnost bez jasného cíle, a hraní (gaming), činnost s předem definovaným úkolem. Obecně lze hry rozdělit na dva druhy: hry postupné (k jasně vytyčenému cíli) a „sandbox“ hry (bez jasně vymezeného cíle). V prvním případě hry intenzivně využívají herních prvků pro zabavení hráče a motivují ho k dosažení cíle. V druhém případě je zábavnost hry založená na prozkoumávání simulací hry a hravém designu. Hravý design, který je typický například pro hračky, nebyl dosud jednoznačně definován. Dle Deterdinga a kol (2011) je hravý design záležitostí kontextu a není proto jednoduše dosažitelný. Příkladem spojení „sandbox“ hry bez jasně vymezeného cíle a herních prvků mohou být scénáře, které uvádějí hráče před určitý problém nutný vyřešit. City-building hry často nemají předem definovaný cíl a podněcují tak prozkoumání všech možností hry místo nejefektivnějšího vítězství. Tento postup je obzvláště ceněný, jelikož pomáhá poukázat na více možných řešení problémů a specifika těchto řešení.

City-building hry jsou často považovány jako první kroky do profese urbanismu. Nejznámější hrou v městském prostředí je SimCity. Tato hra byla použita v mnoha případech pro nastínění problémů urbanismu studentům a ve výuce urbanismu (Minnery & Searle, 2014). Na druhou stranu z důvodu zjednodušených jevů ve hře může dojít k mylné interpretaci reálného světa (Bereitschaft, 2016). Pro dosažení kvalitních dlouhotrvajících znalostí je tudíž nutno zdůraznit roli sebereflexe formou zpětné vazby od třetí osoby, nejlépe učitele (Crookall, 2010). Zpětná vazba může být posílněna sbíráním údajů během samotného hraní, například formou statistik nebo videozáznamů.

Hry a jejich vztah k modelům a simulacím

Hry často používají simulace reálných jevů za cílem dosažení zábavy. Jelikož je prodej hlavním cílem komerčních her, jsou tyto simulace realistické jen do té míry, do které prodeje podporují.

Konkurence v rámci herního průmyslu vyvíjí tlak na tvůrce vytvářet stále lepší simulační hry. Hry tak často využívají pokročilé modelovací techniky jako multi-agent systémy, cellular automata a jiné. Cíl těchto modelů a simulací používaných ve hrách je však možné považovat za zcela opačný oproti akademickým modelům (Rufat, 2012). Akademické modely mají za cíl výslovně následovat metodologii a ověřovat správnost hypotéz tvůrců o chování jevu. V případě her nikdo neočekává zcela realistické chování, a tudíž nejlepším využitím bývá prozkoumávání modelu hry tzv. kritickým hraním (Schouten a kol, 2017). Tato forma interakce s modelem spolu se zábavností hry tak podněcuje spíše k hledání nových možností řešení problému než testování stávajících hypotéz jako u akademických modelů. Je však nutno brát v potaz uzavřenost kódu her znemožňující akademický přístup k modelům používaným ve hrách, jejich pokročilé úpravy, rozbor či validaci.

Řešení problému pomocí modelování v jakémkoliv softwaru má samozřejmě svá vlastní specifika, které vycházejí- z obecné podstaty všech modelů. Pokud jsou hry využity jako nástroje k modelování musíme brát v potaz všechny výhody a nevýhody modelů. Základními dvěma přístupy modelování jsou top-down a bottom-up (Benenson, 1998). Top-down přístup vychází z předpokládaného chování jevu, které se snaží upřesňovat přidáváním faktorů majících na toto chování vliv. Samozřejmě u top-down modelů je nutno počítat s velkou mírou abstrakce, jelikož nikdy nemůže obsáhnout všechny faktory vstupující do výpočtu. Naproti tomu bottom-up modely se snaží o co nejvěrnější simulování jednání jednotlivých faktorů v celku. Jedná se tak například o chování obyvatel. Interakci mezi faktory/agenty u bottom-up přístupů dochází k odhalení vzorců chování, což dopomáhá k formulaci obecných hypotéz. Tento přístup lze přenést i do plánování měst, kdy při „top-down“ přístupu jsou změny následkem rozhodnutí úředníků naproti tomu při „bottom-up“ plánování jsou změny iniciovány občany města.

V případě většiny simulací a modelů je předpokládáno zcela logické chování modelovaných prvků. Tento předpoklad je však zavádějící obzvláště při předvídání společenských jevů. Lidé mají své vlastní preference a vzorce chování, které není možné matematicky kvantifikovat. Tyto například kulturní aspekty je možné v jisté míře zakomponovat do modelování. Agenty by tak kromě čistě ekonomických rozhodnutí měnily své chování i například na základě příslušnosti ke komunitě. Na druhou stranu tento přístup umocňuje hlad modelů po datech. Velké množství modelů je vyvíjeno v Americe a česká datová základna jim není uzpůsobená nebo data podobného zaměření zde vůbec nejsou sbírána (Macková, 2014).

Dle Cechiniho a Rizzi (2001) by modely v urbánním prostředí neměly sloužit k potvrzování hypotéz kvůli značné komplikovanosti vazeb v tomto prostředí. Urbánní modely by proto měly být jednoduché, snadně propojitelné za účelem prozkoumání alternativ řešení a stanovení prahů jejich úspěšnosti. Shouten a kol. (2017) argumentuje, že proces tvorby her či modelů je pro pochopení urbánních vazeb lepší než samotné využívání modelu/hry. V současné době je stále jednodušší vytvořit kvalitní a atraktivní hru v některém herním enginu. Nicméně z důvodu časové náročnosti se nejedná o činnost snadno proveditelnou v podmínkách územního plánování či výuky. Hry také často neumožňují import/export výsledku.

Hry jako podpora participace a dialogu

V USA je celkově 150 milionů hráčů a 60 % Američanů hraje hry denně (*Essential Facts About the Computer and Video Game Industry*, 2018). Hry tak mají velký vliv na společnost a mohou se stát formou pro její zapojení do rozhodovacího procesu. Pro dlouhodobě udržitelnou aktivitu veřejnosti v městském plánování je kromě samotných aktů zapojení veřejnosti např. formou debat zapotřebí zahrnout také efekt učení (Dewisch a kol, 2016). K rozšíření obzorů o urbánních

problémech je často potřeba tyto problémy prezentovat atraktivní formou. Hry v tomto ohledu umožňují vizuálně atraktivní formou umožnit interakci obyvatele s problémem.

Hry mohou být platformou i pro rozvoj komunikace mezi různými odborníky řešící stejný problém (Tan, 2012). Formou promyšlených pravidel a úkolů mohou hry zprostředkovávat motivace za rozhodnutími jednotlivých aktérů bez odborného terminologie, která diskusi často komplikuje. Příkladem takového využití v českém prostředí může byla simulace povodní na řece Ohře za využití sofistikované deskové hry (Martínková, 2012). Dle Tan (2012) správně navržené hry splňují veškeré požadavky města plánovaného odspodu. Těmito požadavky jsou volná komunikace, kolaborace, více aktérů, jednoduchá pravidla, postupná evoluce, neustálé učení se a plodivost.

Zapojení široké veřejnosti do procesu plánování města může díky informacím od komunit vyřešit mnoho problémů. K inicializaci dialogu je však nutné zvolit vhodnou metodu pro přiblížení problematiky. Komunikace by se také měla odehrávat v bezpečném prostředí, kde se komunita nebude cítit ohrožena. Možným řešením je „playful public participation“ za využití simulačních her zasažených do urbánního prostředí (Poplin, 2012). Platformy, které se zabývají shromažďováním informací o seriózních hrách a návrhy jejich implementace jsou například GeoGames Lab, Play the City, Games4Sustainability či Games for change. Kvůli dynamice a velké konkurenci uvnitř herního průmyslu nemůže být žádný výčet kompletní a je třeba brát ohled na fakt, že každá hra má jiné zaměření a není tak možné vybrat jednu hru vhodnou pro všechny formy participace. Příkladem seriózní hry pro participaci veřejnosti může být hra do prohlížeče „B3-Design your Marketplace!“ (Poplin, 2014).

V případě civilní participace formou hry je jednoduché navrhnout celé čtvrti či města. Důležité je si uvědomit, že tyto výstupy jsou výsledkem laické veřejnosti a investoři by je neměli brát jako náhradu za práci profesionálů. Hlavním cílem participace je získání místních informací a podpora demokratického procesu rozhodování.

Z tohoto důvodu by veřejnost měla být zapojena do celkového procesu plánování rozvoje, a nejen s připomínkami k vypracovanému plánu. Obecně je důvěra veřejnosti v pozitivní změnu ve svém prostředí brána jako klíčový předpoklad pro jakékoliv zapojení veřejnosti v procesu urbánního plánování či politiky. Hry v tomto případě mohou nabídnout divácky atraktivní formu mediace mezi odborníky a veřejností.

Zapojení veřejnosti může být také využito při výběru nejvhodnější alternativy. Příkladem je hra Foldit, kdy při zapojení více než 57 000 hráčů byly zjištěny nejstabilnější chemické vazby. Tento proces simulování a hodnocení efektivity milionů kombinací mnohonásobně předčil v té době používané algoritmy.

Případové studie

Případy využití simulačních her pro řešení městských problémů jsou dohledatelné po celém světě. Převážně se jedná o krátkodobé projekty určené k zapojení veřejnosti v diskusi na určité téma. V této části práce jsou popsány významné projekty a projekty spjaté s rešeršovanými hrami.

Block by Block

Block by Block je program Organizace Spojených národů založený v roce 2012. Tento program využívá hru Minecraft jako médium pro zapojení veřejnosti do plánování přestavby veřejných prostranství (Block by Block, 2019). Minecraft v tomto ohledu představuje jednoduchou vizualizační pomůcku s intuitivním ovládáním. Obyvatelé z vybraných lokalit pomocí pokládání kostek ve hře tak můžou postavit zcela nové objekty nebo upravovat již navržené modely. Atraktivitu pro veřejnost lze přiřadit 3D modelu viditelnému z první osoby i intuitivnosti, herním prvkům a masovému úspěchu Minecraftu. Metodika projektu Block by Block je podrobně popsána programem OSN pro lidská sídla (*MANUAL: Using Minecraft for community participation*, 2015).

Projekt je převážně zaměřen na oblasti v rozvojovém světě kvůli absenci profesionálních programů. Z důvodu popularity Minecraftu existuje mnoho hráčsky namodelovaných měst po celém světě. Takovými příklady mohou být Chicago v měřítku 1:4 či New York 40. let. Také došlo k vytvoření celého Dánska v Minecraftu z tamních otevřených geodat. Cílem této akce bylo seznámit veřejnost s dánskými geografickými daty a jejich možnostmi.



Obrázek 1 - Vytvoření New Yorku 40. let v počítačové hře Minecraft

zdroj: <https://www.planetminecraft.com/project/new-york-city-1940s/>

City game

City game není jednou hrou ale pojmem zastřešující více deskových her od nizozemské společnosti Play the City. Hlavní osobností společnosti je Ekim Tan. Tyto deskové hry jsou jiné pro každý městský problém a jejich hlavním cílem je podpora komunikace a identifikace klíčových příčin problému. Hráči těchto her jsou zástupci veřejnosti, odborníci a politici.

Příklady mohou být: Play van Oude Wester – hra kde studenti architektury zpovídali obyvatele vyloučené lokality a následovně ve hře reprezentovali jejich zájmy. Hra probíhala formou diskuze, kde každý student přednesl návrh na zlepšení čtvrti a musel ho obhájit před ostatními studenty a porotou. Byly tak navrženy zásahy pro zlepšení kvality veřejného prostranství této čtvrti. Přínosem této hry může být podpora dialogu mezi původními obyvateli čtvrti a radnicí, která původně plánovala čtvrt nahradit novou výstavbou a gentrifikovat.

Games for Change

Program založený roku 2004 mající za cíl podporovat nadšence a herní vývojáře ve vytváření her zabývajících se celospolečenskými problémy jako například deprese. Games for change spojuje odborníky na tato témata s herními vývojáři při pravidelných konferencích, při kterých jsou navrhovány a tvořeny nové seriózní hry (Games for change, 2019). Vývojáři i konzumenti her tak získávají užitečný náhled do problematiky znázorněné ve hře.

V rámci těchto konferencí bylo vyvinuto i mnoho her zabývajících se urbánními problémy jako například ElectroCity. V současné době však ElectroCity již není k dispozici.

Block'hood

Jedná se o seriózní simulační hru zasazenou do městského prostředí. Vytvor studia Plethora Project. Hlavním tvůrcem hry je architekt a urbanista Jose Sanchez. Hra si dává za cíl vést hráče k uvědomělým rozhodnutím v rámci ekologie, urbanizace i průmyslu. V budoucnu je plánováno umožnit modifikace a vlastní aplikace založené na hře (Plethora-project, 2017).

SimCity

SimCity je světově známá a úspěšná série budovatelských strategií. První verze této hry vyšla v roce 1989 a nejnovější iterace pro mobilní telefony roku 2014. V SimCity se hráč ujímá role téměř všemocného starosty a má vliv na fungování města. Z důvodu popularity se SimCity stalo předmětem akademických výzkumů například v polích vzdělávání (Adams, 1998) či modelování reálných jevů (Bereitschaft, 2016).

Poslední verze SimCity pro PC, která vyšla v roce 2013, nezaznamenala úspěch. Na pozici nejprodávanější městské budovatelské hry bylo SimCity nahrazeno titulem Cities: Skylines vyvinutým finským studiem Colossal Order.

Hämeenlinna

Finské město Hämeenlinna plánující výstavbu nové čtvrti se v roce 2016 rozhodlo nechat hráče a komunitu vytvořit tuto novou čtvrť ve hře Cities: Skylines. Hráči dostali od radnice vytvořenou mapu s importovaným terénem a cestami pomocí modu Cimtographer. Správce projektu Juuso Heinisuo v e-mailové komunikaci dodává, že následně bylo nutno ručně upravit silnice a terén.

Hráči následně na připravené herní mapě vybudovali novou čtvrť za použití základních či uživatelsky vytvořených komponent. Na základě originality a proveditelnosti pak komise složená z odborníků vybrala nejlepší návrh.

Norra Djurgårdsstaden

Dalším příkladem využití Cities: Skylines je nová plánovaná čtvrť ve švédském Stockholmu Norra Djurgårdsstaden. Cílem urbanistů bylo pro tuto čtvrť o předpokládaných 12 000 bytech a 35 000 pracovních místech realizovat přepravu bez fosilních paliv. Zapojení veřejnosti pro zprostředkování dialogu o nových nápadech na toto téma bylo zajištěno formou aktivního hraní Cities: Skylines během dvoudenního workshopu.

Hráči měli za úkol omezit automobilovou dopravu na zjednodušeném modelu čtvrti ve hře. Tohoto hráči dosáhli efektivním rozmístěním zastávek hromadné dopravy a smícháním zón zástavby. Pro větší realismus herní sekce bylo použito několik modů upravující simulace. Na druhou stranu nebylo dosaženo geografické přesnosti i přes snahu organizátorů (Gaming the real world, 2016).

NMBU Oslo project

Zapojení simulační hry Cities: Skylines do výuky využila Norská univerzita *Norwegian University of Life Science*. Pro vytvoření modelu města a návrhu jeho použití byl pozván nizozemský hráč

a streamer¹ Silvarret. Cílem projektu bylo zvýšit povědomí o urbanismu a jeho problémech. Vedlejším cílem byl návrh optimálního rozmístění služeb, od záměru ale bylo upuštěno z důvodu nerealistických simulací hry.

Model města Oslo ve hře měl ztvárnit urbanistické řešení města v co nejdělejší vizuální podobě. Po vytvoření města byli vybráni studenti různých oborů univerzity a ve skupinách měli prezentovat své vize pro urbanismus města. Metodou „think aloud“ tak učitel získal představu o vizích studentů a mohl s nimi nadále pracovat a usměrňovat je (Grande, 2019).

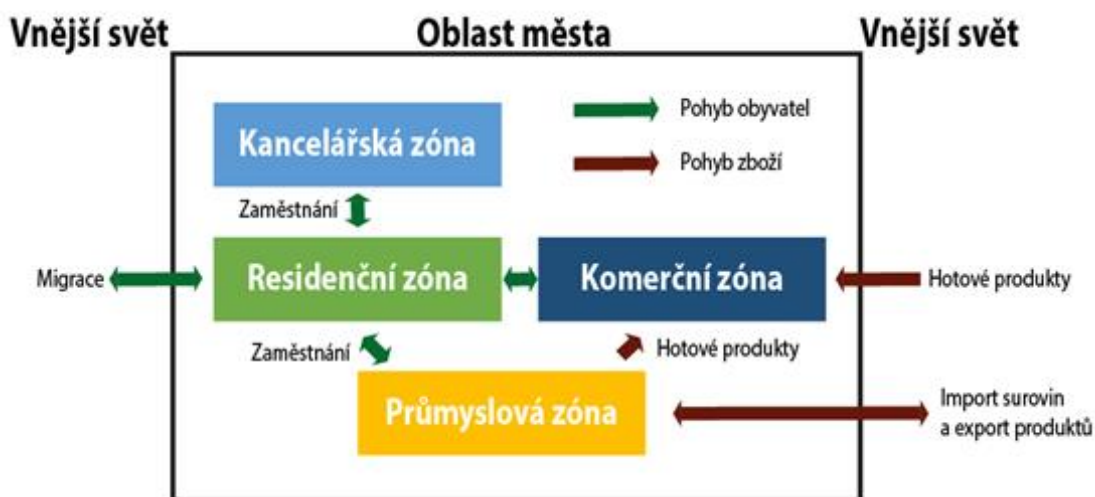
¹ Streamer je osoba sdílející videoobsah na populárních internetových platformách.

3 SIMULAČNÍ HRA CITIES: SKYLINES

Cities: Skylines je simulační budovatelská hra zaměřená na stavbu vlastního města. Hráč se ujímá role pomyslného starosty. Hra nemá jasný cíl a k interakci s hráčem slouží mimo jiné fiktivní sociální síť, přes který s hráčem komunikují simulovaní obyvatelé města.

Velký důraz je kladen na individuální simulování každého obyvatele, agenta, s cyklem aktivit, vlastními potřebami a vlastnostmi. Existují dva typy atributů agentů: zobrazené (jméno, věk, vzdělání, bydliště, zaměstnání, cíl cesty) a skryté (zdraví, spokojenost, příjem, rodinná příslušnost). Většina těchto atributů má vliv na chování agentů ve hře a jsou ovlivnitelné chováním hráče. Maximální počet agentů simulovaných hrou je 65 536.

Ve hře existují 4 základní typy zón. Residenční, komerční, industriální a kancelářské. V těchto zónách jsou pak na základě simulované poptávky automaticky stavěny instance herních objektů, budov, které slouží jako start a cíl pro pathfinding agentů. Plochy pro tyto zóny automaticky vznikají u vhodných komunikací a starosta manuálně volí typ zóny pro danou plochu. Residenční zóny slouží jako ubytování, tj. počáteční a koncová zóna jednoho cyklu občana. Komerční, industriální a kancelářská zóna slouží jako zaměstnání či nákup, tj. místa, které agent navštíví v průběhu svého cyklu. Mezi industriální a komerční zónou kromě pohybu obyvatel dochází také k pohybu zboží, vyprodukovaného na místě nebo dováženého pomocí vnějších spojení.



Obrázek 1 - schéma přesunů v C: S

Dalším typem zásahu hráče do fungování města je rozmístění budov služeb. Tyto budovy slouží k úpravě atributů agentů a tím pádem mají zásadní vliv na veškeré simulace. Jedná se o stavby zajišťující vzdělávání, policejní a požární ochranu, vody a kanalizace, zdravotnictví, elektřinu a další. Efektivita těchto budov je dána dojezdovou vzdáleností.

Doprava je v Cities: Skylines simulována multi-agent systémem na topologické síti cest. Agent je reprezentován vozidlem/chodcem na síti cest snažící se dostat z bodu A do bodu při použití algoritmu nejrychlejší cesty. Cesty jsou reprezentovány zlomy, segmenty a křižovatkami i s mimoúrovňovým křížením. Cesty i křižovatky ovlivňuje mnoho jejich vlastností. Je tak možné upravit chování agenta při cestě například změnou povolené rychlosti či přidáním semaforů na křižovatkách. Mezi laiky je možné již sledovat snahu o odvození optimální konstrukce křižovatek pro dosažení maximální propustnosti (Traffic flow measured on 30 different 4-way junctions, 2017).

3.1 Hrací pole

Celé hrací pole o hraně 17 280 pixelů je rozdělené na 81 čtverců o hraně 1 920 pixelů. Začátkem hry má hráč přístup pouze k jednomu čtverci a postupem hraní odemyká další hrací čtverce, maximálně však 25.

Buňky o délce hrany 8 m jsou vytvářeny kolem silnic. Tyto buňky jsou použity pro reprezentaci velikosti budov. Budova velikosti šířky 4 metry bude tak obsazovat jednu buňku stejně jako budova 8 m.

3.2 Formát podporovaného terénu

Tabulka 1 - Stručný popis podporovaného terénu

Vstupní data		Herní reprezentace
8/16bit grayscale PNG	≅	Vertikální rozlišení 1 024 m
1 081×1 081 pixelů	≅	horizontální rozlišení 17 280×17 280 m

Tabulka 2 - Převod terénu

Reálná výška		PNG soubor		Reprezentace ve hře
Minimální hodnota	≅	0	≅	40 m pod hladinou moře
Maximální hodnota	≅	65 536	≅	984 m. n. m.

Unity Engine, na kterém je Cities: Skylines postavené používá pro reprezentaci terénu rastrový 8bit nebo 16bit grayscale ve formátu PNG. Maximálním rozlišením vstupního PNG souboru je 1 081×1 081 pixelů. Jelikož herní plocha má rozměry 17 280×17 280 m, nejlepší možné horizontální rozlišení je tedy přibližně 16 m na pixel.

Maximální vertikální rozlišení umožněné hrou je 1 024 m. Ze základu je hrou nastavena pobřežní čára na výšce 40 m nad nejnižším bodem herní výšky. Vstupní formát 16bitový integer má rozsah hodnot od 0 do 65 536. Unity Engine převede vždy nejnižší hodnotu nadmořské výšky na číslo 0 (-40 m. n. m. herní výšky) a nejvyšší hodnotu nadmořské výšky terénu hodnotě 65 536 (984 m. n. m. herní výšky). Při vyšším výškovém rozdílu dochází ke vzniku Z faktoru.

Absolutní hodnota nadmořské výšky nemá na hratelnost kromě hladiny moře žádný vliv. Důležité jsou relativní rozdíly ve výšce z důvodu spádu simulovaného toku a restrikcí na umístování budov do svahů.

4 SOUČASNÉ METODY NAHRÁVÁNÍ DAT

4.1 Terrain.party

Terrain.party (terrain.party, 2019) nabízí možnost stažení výškových dat pomocí vlastního webového rozhraní. Po vybrání vhodné oblasti umístěním čtvercového bounding boxu dochází k nastavení nejnižší polohy terénu na výšce 40 metrů nad mořem ve hře a převod na PNG.

Dochází ke stažení textové dokumentace a 4 výškových modelů ve formátu PNG:

1. ASTER 30m. Zdrojem těchto dat je digitální model ASTER s rozlišením 30m

2. Merged. Sloučení rastrů SRTM30+, ASTER a USGS NED. Tento výstup je tak vhodnější pro oblasti Spojených států a přímořské lokality, jelikož slučuje podrobnější datové zdroje pro Spojené státy a batymetrická data z sady SRTM30+
3. SRTM3 v4.1. Výstup převedený z SRTM v4.1.
4. SRTM 30 Plus. Výstup nabízí nejmenší rozlišení, ale zahrnuje i podvodní oblasti.

Textový výstup README.txt popisuje stažené získané výstupy a principy převedení do formátu PNG. V tomto dokumentu jsou také souřadnice tzv. bounding boxu v pořadí souřadnic East, North, West, South. Nejedná se o standardní formát bounding boxu OSM, který používá například i Cimtographer.

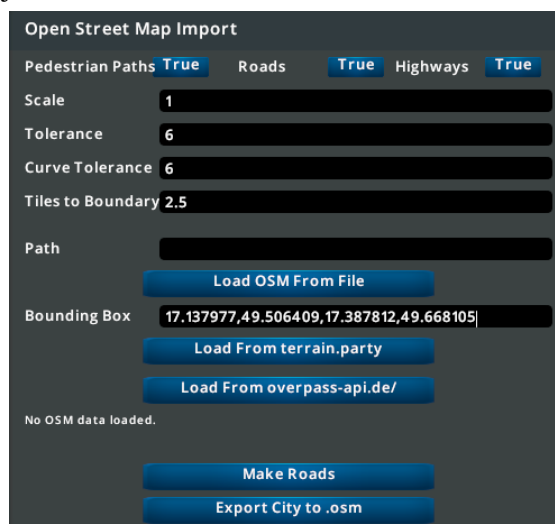
Webová aplikace terrain.party neumožňuje nastavit délku hrany požadovaného území na 17,28 km, pokaždé tak dochází ke zkreslení území. Nejbližší nastavitelná hodnota délky hrany čtverce je 17 km, dochází proto ke zkreslení minimálně o 1,6 % v každém směru. Automatizace stahování a vlastní nastavení podle souřadnic bounding boxu tudíž ve správném formátu je možné přes API ve formě viditelné níže.

[http://terrain.party/api/export?name=&box=East,North,West,South](http://terrain.party/api/export?name=*&box=East,North,West,South)*

Jelikož terrain.party přebírá data ze SRTM a ALOS, ve výsledných výškových mapách nejsou ztvárněny menší terénní prvky jako řeky a mohou obsahovat chyby jako např. šum či mraky. Tyto problémy vyžadují zásah a opravení terénu v editoru map dodávaného společně se hrou.

4.2 Cimtographer

Jedná se o existující skript, který převádí silnice z OSM pomocí rozhraní Overpass API nebo z vlastního souboru *.osm na silnice ve hře. Rozsah území je nastaven v sekci Bounding box ve formátu South, West, North, East používaným u OSM Overpass API. Po nastavení vstupních parametrů mod vykreslí silnice na hrací pole. Mod přebírá i atributy silnic z OSM a to hlavně tag *highway* a *bridge*. Topologie je vyřešena přebíráním nodů a tagu layer z dat OSM. Dle nich jsou vytvořeny segmenty a nody komunikací ve hře.



Obrázek 2 - Rozhraní modu Cimtographer

Cimtographer umožňuje upravit výstup nastavením několika atributů. Pomocí těchto atributů by mělo být možné zjednodušit či vyčistit geometrie vytvořených komunikací. V době testování však úprava jejich hodnot nevedla k žádné změně vytvořených komunikací. Výsledky

dokazovalo pouze filtrování na typy komunikace (dálnice, běžné komunikace a pěší cesty), kde je možné vypnout jejich vytváření.

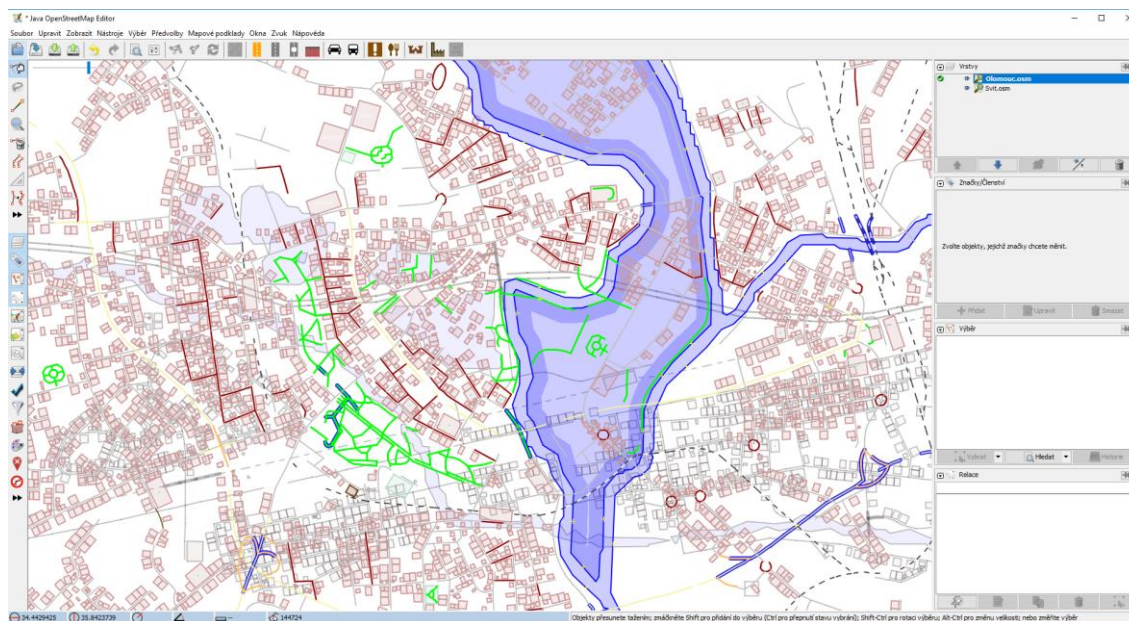


Obrázek 3 - Výstup modu Cimtographer



Obrázek 4 - Výstup modu Cimtographer

Další funkcí, kterou Cimtographer disponuje je export vytvořeného města do formátu *.osm. Cimtographer přiřadí podle nezveřejněného klíče herní objekty na objekty OpenStreetMap včetně některých atributů a tagů jako například způsob využití budovy či třída komunikace. Veškeré data jsou umístěny do oblasti na blízkém východě se středem v souřadnicích 34,451N, 35,839E. Stejně jako při importu i v expertu dochází k chybám a některé objekty nejsou správně/plně importovány.



Obrázek 2 – výsledek exportu v prostředí JOSM

Chybějící dokumentace, problémová funkčnost a návaznost na problémová data OSM činí z modu Cimtographer nástroj vhodný především pro importování malého množství silnic v rovinných oblastech. V jiných případech nastává příliš mnoho chyb a výhody ručního modelování převládají nad výhodami automatizace modem Cimtographer.

5 VLASTNÍ METODA

5.1 Práce s terénem

Existuje velmi málo digitálních modelů terénu, které dostatečně znázorňují řeku. Pro import do hry a zajištění dostatečného průtoku je tedy nutno řeku v terénu dodatečně vymodelovat. GIS řešením tohoto problému může být mimo jiné odečtení určité hodnoty výšky od digitálního modelu v bufferu kolem vektorové reprezentace řeky. Následný postup popisuje modelování řeky nad daty DIBAVOD a digitálním modelem reliéfu DMR 5G.

Po získání dat je nutné tato data nejprve převést do stejného souřadnicového systému. Herní plocha je reprezentována kartézským souřadnicemi, kde jeden pixel reprezentuje jeden metr. Pro potřeby této práce byl tudíž zvolen metrický souřadnicový systém používaný v ČR, UTM 33N. Při převádění mezi rastry digitálních modelů terénu se používá metoda bilineární nebo kubické interpolace.

Terén i vodní toky byly oříznuty na rozměr 17,28 km v Severojižním směru a 17,28 km v západovýchodním směru. Základní operací při hydrologickém modelování je *Fill* totiž odstranění bezodtokých prohloubenin v digitálním modelu. U velmi přesných digitálních modelů je také vhodné odstranit antropogenní relikty modelu jako např. vyvýšené části dálnic zahlazením. Tyto relikty je mnohem jednoduší identifikovat v mapovém editoru hry, kde došlo k jejich zahlazení v této práci.

Pro modelování řeky byl vytvořen buffer kolem hrubých úseků vodních toků o šířce 15 m. Následovalo přidání atributového pole hloubky vodním plochám a těmto bufferům. Hrubým úsekům, jemným úsekům, vodním plochám byly přiřazeny hloubky 15, a 20 m respektive. V případě vlastnictví dat s informací o šířce úseku vodního toku a její hloubce se doporučuje použít pouze informaci o šířce. Hloubku toku je ale vhodné nadhodnocovat z důvodu udržení simulované vody v korytě řeky.

Dalším krokem je převedení rasterizace bufferů, kde hodnota pixelu se rovná hloubce úseku. V prostředí rastrového kalkulátoru následuje odečtení hodnot hloubek vodních toků a ploch od hodnot nadmořských výšek digitálního modelu. Grafická podoba práce v Arcgis ModelBuilder je dostupná jako příloha 1.

Vzhledem k omezeným možnostem exportu Arcmapu byla pro převod z TIFF souboru do PNG použita knihovna GDAL za použití následujícího kódu.

```
gdal_translate -scale 0 1024 0 65536 -ot UInt16 -of PNG [cesta_puvod].tif  
[cesta_cil].png
```

Kód přetransformuje TIFF soubor do 16bitového PNG a přiřadí hodnotám nadmořských výšek ekvivalent pro hru čitelného formátu. Pro oblast Olomouce za použití tohoto kódu dojde k transformaci výšek 1:1. V případě jiné oblasti je nutné se řídit charakteristikami převodu terénu v kapitole 3.2.

5.2 Image Overlay

Hra umožňuje na herní plán nahrát rastr jako šablonu a pomocí ní trasovat reálné umístění prvků. Pro převod rastru na herní plochu existuje mod OverLayer v2 uživatele Princekolt. Tento mod podporuje nahrávání pouze ve formátu PNG. Z podstaty těchto předpokladů je proto nutné geodata upravit a znázornit formou mapy s příponou PNG. Aby byla zajištěna geografická přesnost je třeba tuto mapu orientovat na sever a zajistit, aby zabírala oblast 17,28 km na 17,28km. Jelikož hra umožňuje ztvárnit cokoli v poměru 1:1 je nutné zvolit správné rozlišení a měřítko. Čím větší je rozlišení tím menší je nutná generalizace. Naopak dochází k pomalejšímu načtení z paměti a vykreslení na herním plánu.

Herní plocha je reprezentována v kartézském systému souřadnic a reprezentuje rozlohu 298,5978 km². Za použití délkojevného zobrazení je tudíž nutné počítat se zkreslením úhlů a ploch. Důležité je pracovat se stejným se stejnou transformací souřadnic a kartografickým zobrazením jako v případě topografických dat, tak tematického Image Overlay. Výsledný Overlay je nutné uložit do složky níže. Důležité je dbát na umístění aplikace Steam.

[umístění Steam]\Steam\steamapps\common\Cities_Skylines\Files

6 MODOVÁNÍ

Velké množství her v současné době umožňuje přidávání uživatelem vytvořeného obsahu formou modů. Modem se rozumí část kódu upravující herní prvky, jejich chování, simulace či vzhled (Scacchi, 2010). Jedná se tak o ekvivalenty extenzí profesionálních softwarů v herním prostředí. Mody her jde rozdělit do několika kategorií:

1. Mody upravující uživatelské rozhraní hry – personifikace vzhledu uživatelského rozhraní hry umožňující například sledování jinak skrytých parametrů hry či barevné zvýraznění vybraných herních prvků.
2. Mody upravující simulace hry – Tyto mody upravují chování hry jinak, než bylo původně zamýšleno. Pro vytváření těchto modů je potřebná znalost programování a použití API vývojáře či znalost zdrojového kódu hry.
3. Tvorba nových textur a vzhledu – Jedná se o změnu textur či modelu vztaženého k již existujícímu hernímu objektu. Vesměs se jedná o grafické úpravy v žádné míře neovlivňující hratelnost či simulace hry.
4. Tvorba nového obsahu map a scénářů – Tvorba nových map a scénářů se většinou odehrává v dedikovaných editorech za použití komponentů (stromů, budov aj.), které lze najít v základní hře. Mody map se používají k zasazení hry do jiného prostředí. Účel scénáře je požadovat po hráči splnění specifického úkolu v limitujících podmínkách hry. Se správným designem scénáře lze dosáhnout pozitivního efektu učení (Haahtela 2015). Do scénářů se také často komponuje limitující prvek například časový limit.

Mody jsou vytvářeny na základě nástrojů poskytnutých vývojářem a jsou tudíž přímo závislé na zmiňované hře. Není proto možné distribuovat mod mimo vývojářem určenou platformu či přepsat mod pro jinou podobnou hru. Tyto nástroje jsou buď formou editoru ve hře nebo zpřístupnění části zdrojového kódu k úpravám. Omezují tak hráčsky generovaný obsah do předem definovaných kategorií. Modování jako činnost někteří označují jako vytváření jakéhokoliv obsahu pro hry či úpravu jejich chování. Na druhou stranu člověk upravující chování hry musí být znalý v programování, ale člověk tvořící v nástrojích pro vytváření obsahu tzv. editorech nikoli.

6.1 Modování Cities: Skylines

Cities: Skylines podporuje modování čtyřmi vlastními editory, internetovou dokumentací a zpřístupněním části zdrojového kódu formou API. Mody jsou metody, jak upravit chování hry pro různé účely. Kvůli otevřenému API a silným editorům se hra Cities: Skylines stala předmětem mnoha nadšenců měnících chování hry k nepoznání. Lze tak dosáhnout obejití herních mechanik a přizpůsobení hry vlastním účelům.

V rámci společnosti hry Cities: Skylines je pro ukládání dat používán formát CRP. Podle struktury a umístění CRP souboru hra pozná o jaký prvek se jedná a implementuje ho do hry.

6.1.1 Editory

Editory jsou nástroje dodávané společně se hrou, které umožňují měnit některé její vlastnosti. Většinou se jedná o editory map, ve kterých hráč mění vzhled a vlastnosti map, tj. herních ploch. Většinový názor je, že v editorech jsou vytvářena odvozená díla, nikoliv však mody. Modem se rozumí kód upravující chování hry.

Map editor

Editor map slouží pro přípravu herních map. Umožňuje import a export mapy z/do PNG souboru. Dále obsahuje nástroje pro úpravu terénu, rozmístění surovin, rozmístění vodních zdrojů, stromů a tzv. „prop“ neboli okrasných prvků. Úprava terénu probíhá nástroji zvyšování, snižování, sklonu, absolutního a relativního zarovnávání. U každého z těchto nástrojů jde zvolit jeho sílu a rozsah.

Theme editor

Editor témat se zaměřuje na vizuální vzhled hry. Jedná se například o upravení vzhledu textur terénu či nastavení atmosférických jevů. Také umožňuje manuálně zadat seznam jmen podle kterých jsou ve hře pojmenovávány např. obyvatelé či čtvrtě.

Asset editor

Editor objektů umožňuje transformaci vzhledu a základních vlastností téměř všech herních objektů. Za pomoci tohoto editoru je tak možné přesně vizualizovat reálný objekt a doplnit ho o herní atributy. Je tak například možné nahrát digitální model domu a doplnit ho atributem o počet obyvatel v něm žijícím.

Při importu vlastních modelů je vstupujícím formátem FBX s nutností tzv. „atlasu textur“, tudíž jednoho obrázku obsahující všechny textury modelu v jednom souboru. K modelovacímu programu SketchUp existuje extenze upravující model pro potřeby Cities: Skylines (ThomThom, 2017). Bohužel se u této extenze vyskytují nedoladěné chyby a nutnost vytvoření výše zmíněného atlasu textur.

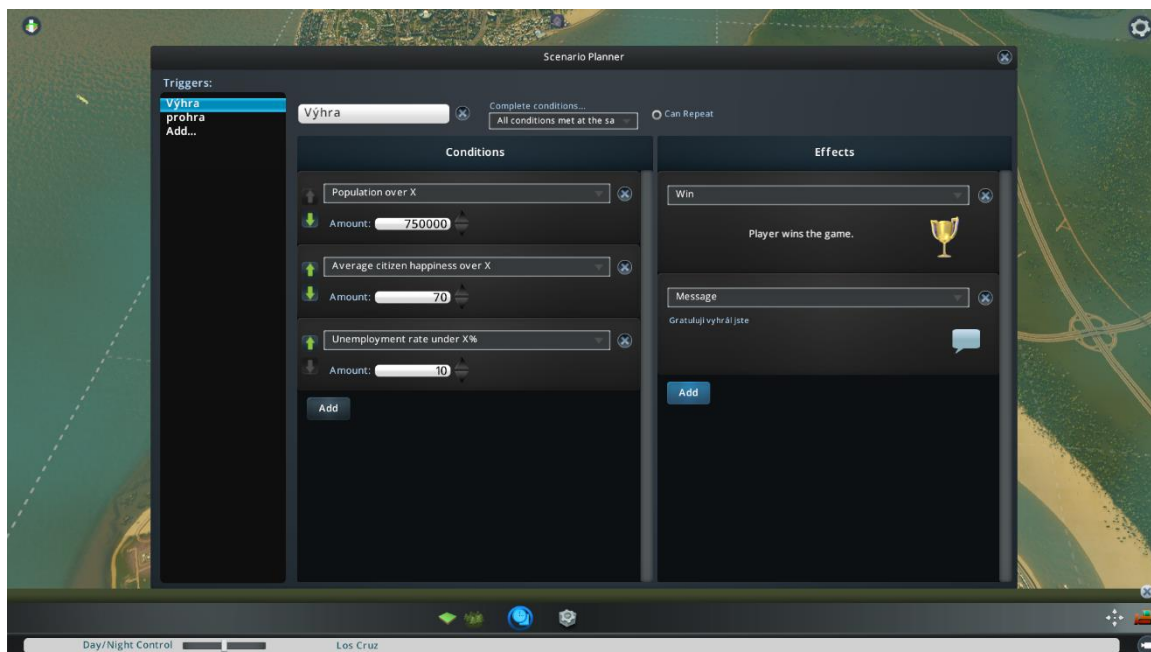


Obrázek 3 - budova filozofické fakulty Univerzity Palackého v prostředí Cities: Skylines

Scenario editor

Editor scénářů má za úkol směřovat hráče k určitému cíli. Tento editor určuje chování hry formou podmínka > efekt. Podmínky lze libovolně kombinovat a pokud jsou splněny nastane jeden z možných efektů.

Podmínky, které hra nabízí jsou však zaměřené na herní aspekty, a ne na reálné podmínky. Velmi by proto prospělo přidání dalších podmínek či možnost naprogramovat si své vlastní. Příkladem vhodné podmínky by například byl zákaz bourání budov, jelikož reálný starosta tyto pravomoci nemá.



Obrázek 5 – Editor scénářů

6.1.2 API

Pomocí API (paradoxwiki, 2019) může uživatel napsat skript v C# a kompilovat ho k změně chování hry. Po kompilaci zdrojového kódu dojde k vytvoření DLL souboru přepisujícího chování hry. Jelikož je hra založená na herním engine Unity je pro pokročilé mody nutná znalost tohoto softwaru a objektů ve hře.

6.2 Existující mody Cities: Skylines

Všechny mody a mapy k Cities: Skylines jsou dostupné na platformě Steam workshop. V případě některých modů je k nim dostupný odkaz na platformu Github umožňující samotný mod pozměnit. Uživatelé platformy Steam také mohou mody slučovat do kolekcí a tím pomoci v orientaci. Podpora uživatelských modifikací však není vydavatelem zajištěna a je možné že v budoucnu nebudou zcela kompatibilní. Nicméně vývojáři podporují modifikace zveřejněním nové verze hry v předstihu a dovolují tak modderům svůj mod upravit. Některé mody mohou spolu mohou kolidovat z důvodu úpravy stejné funkcionality.

6.2.1 Kontrola simulací

Traffic manager: President edition

Jedná se o mod skupiny autorů zásadně upravující možnosti dopravních simulací. Tento mod nejenže vylepšuje AI chování agentů řídících vozidla a vynucuje parkování aut (v základní verzi hry auta mohou po dojetí cíle zmizet), ale také přidává nové možnosti interakce. Patří mezi ně například časování semaforů, změna přednosti v jízdě či dedikování pruhu jednomu typu vozidla. Mod lze také využít pro časování semaforů a nastavení povolené rychlosti, čehož lze využít pro vizualizaci a simulaci plynulého projetí městem.

Real time

Mod upravuje plynutí času ve hře, aby docházelo ke pravidelnému střídání dne a noci. Také je upraveno chování agentů podle jednoduchých, ale logických pravidel.

Realistic population and consumption

Upravuje atributy herních objektů, aby lépe odpovídaly skutečnosti. Základní hra značně zkrsluje například počty obyvatel v budovách. Tento mod rektifikuje atributy počtu obyvatel a spotřeby na základě typu a velikosti budovy k podobnosti městem Perth.

Any outside connection; Configure outside connection

Mody umožňují postavit více komunikací opouštějící herní plochu a nastavit počty vozidel, které tyto komunikace využívají. Lze s nimi dosáhnou konkrétního čísla vozidel přijíždějících do města.

RICO; Custiomize it

Mody upravující atributy herních objektů dle vlastního nastavení. Lze tak dosáhnout multifunkčních budov nebo dramaticky změnit efekt budovy na své okolí. Příkladem může být nastavení počtu hasičských aut dostupných jednotlivým hasičským zbrojnicím.

Road Anarchy, Building anarchy

Mody přepisující omezení umísťování budov a cest. Převádí datový model z topologického na špagetový. Lze tak obejít topologická pravidla stanovená hrou a například překrývat dvě silnice bez nodu (křížovatky mezi nimi).

81 tiles

Mod zpřístupňuje celou herní plochu 17 280×17 280 m. Ze základu je dovoleno stavět město pouze na ploše 25 herních čtverců (viz kapitola 4.1).

No abandonment; No fires; Remove need for waterpipes; Remove need for power lines; Pollution, Death; Garbage and Crime Remover Mod aj.

Tyto mody obcházejí některé herní mechaniky. Při zakázání mechanik jako např. požárů či kriminality se lze potom soustředit na požadované vlastnosti modelu ať už jimi jsou vizualizace či simulace jiných jevů.

Zoning toolset

Mod zakazuje či dovoluje zónování kolem uživatelsky vybraných silnic. Toto může sloužit k docílení nazónování velkých ploch budov ve hře při zachování vybraných cest bez budov kolem nich.

Super demand

Mod nastavuje poptávku po budovách na maximální hodnotu. Hrou tak budou generovány budovy i přes nepoměr v zastoupení jejich funkcí.

6.2.2 Mody pro manuální stavění budov

Tyto mody jsou nutné pro stavění budov odsazených od silnic. Jsou tedy nutné pro realistické vizualizace. Mezi komunitou je metoda manuálního umísťování budov známá jako „*plopping*“.

Move it

Mod umožňuje pohybovat s herními objekty dle libosti. V základní verzi hry tato funkcionalita není, nejde tedy umísťovat budovy jinde než kolem cest.

Find it

Mod vyhledává a filtruje herní objekty a umožňuje je manuálně umístit. Je tak možné vybrat požadovaný objekt a umístit ho dle požadavků hry (budovy většinou kolem cest).

Plop the growables

S tímto modem nedochází k okamžitému zmizení některých budov po manuálním umístění.

6.2.3 Quality of life mody

Precision engineering

Mod zobrazuje úhly a délky při stavbě cest.

Parraler road tool

Mod zjednodušuje vytváření rovnoběžných cest. Hráč zvolí odstup a rozestup obou cest.

Roundabout builder

Mod výrazně zjednodušuje vytváření kruhových objezdů.

Tree brush

Tento mod slouží k umístění velkého množství stromů s výběrem typu stromu a hustoty.

6.2.4 Mody pro vizualizaci

Mody upravují chování a vzhled celkové hry. Pro věrné vizualizace je potřeba spíše změnit vzhled jednotlivých herních objektů. Tato část se proto zabývá mody, které jsou univerzálně prospěšné pro vizualizace. Změnou vzhledu herních objektů se zabývá Asset Editor.

Ultimate Eye-candy

Mod nastavuje grafické parametry a barevné odstíny hry. S použitím tohoto modu lze například i docílit vzhledu typu art-deco a podobných.

Procedural Objects

Mod přímo pracuje s nody herních objektů. Umožňuje tak tyto nody upravovat bez použití editoru objektů.

Prop-it up

K herním objektům přidává podpůrné zkrášlovací herní objekty (props). Je tím rozuměno přidání například stromu k budově školy.

Painter

Mod umožňuje manuálně nastavit barvu herních objektů jako budov či aut.

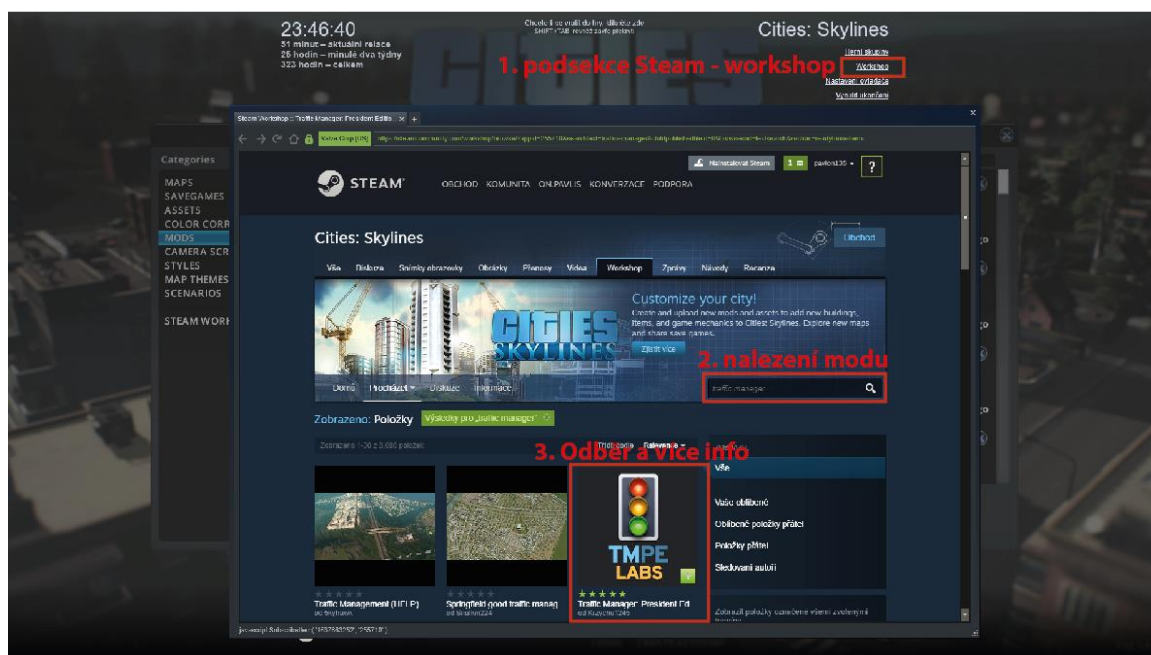
Surface Painter

Upravuje vzhled textur terénu na imitaci dlažby, kamení aj.

7 MODEL OLOMOUCE

Modelovaným územím bylo území o rozloze 92 km² se středem v souřadnicích 49,596938N, 17,249454E. Pro modelování tak rozsáhlého území byla zvolena metoda přiřazení zón převedených z funkčních ploch pro město Olomouc. Cesty a umístění budov služeb bylo převzato z dat OSM. Na vybraných místech byl model zpřesněn manuálním umísťováním budov. Manuální umísťování budov je velmi časově náročné, s přidáním importem vlastních budov lze však dosáhnout téměř 100% vizuální věrnosti s realitou.

Hráči vytvořené mody a herní objekty je možné stáhnout přes Steam Worskhop. Mezi hrou a rozhraním platformy Steam potažmo jeho částí Steam Worskhop může uživatel přepínat pomocí Shift+Tab. Ve hře v záložce *Content Manager* lze pak mody spravovat společně s dalším dodatečným obsahem jako mapami, uloženými hrami aj.



Obrázek 4 - nalezení modu v rozhraní platformy Steam

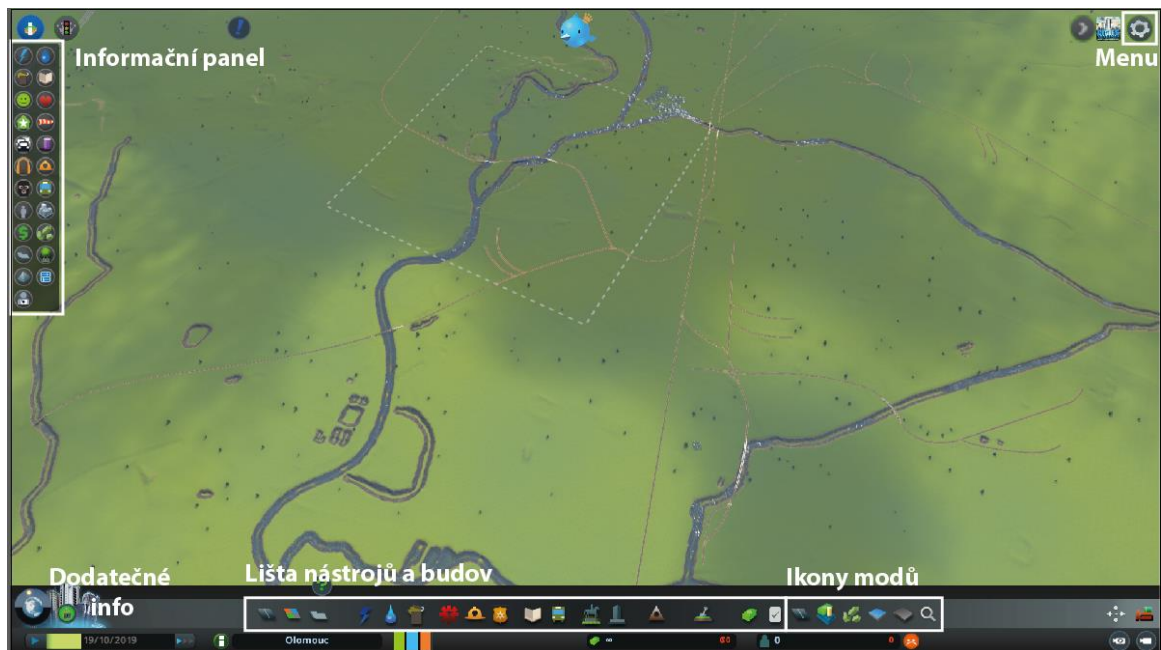
Po nastudování ovládání modů může uživatel začít s prací s herními objekty či terénem v editorech. Po vytvoření mapy a nahrání vlastních budov je nutno se přesunout do sekce nová hra, kde již plnohodnotně probíhají veškeré simulace hry.

Model i mapa k bakalářské práci jsou dostupné přes Steam workshop. Mapa je dostupná na adrese:

<https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=1781913481>

Model města společně se seznamem povinných a použitých modů je dostupný na:

<https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=1765088924>



Obrázek 5 - rozhraní Cities: Skylines

7.1 Práce v Map Editoru Cities: Skylines

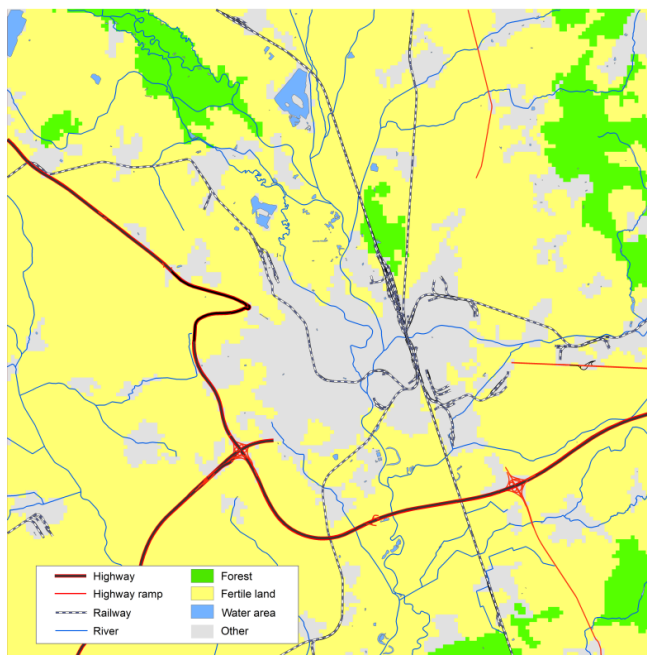
Všechny nástroje editoru se nacházejí v dolní liště. Je mezi nimi i možnost *Import Heightmap*. Umístění souborů pro import terénu je na disku umístěno:

`C:\Users\[Name]\AppData\Local\Colossal Order\Cities_Skylines\Addons\MapEditor\Heightmaps`

Importovaný terén ještě může projít úpravami v nástroji obsaženými v editoru map hry. V případě importování GIS dat by mělo dojít jen ke drobným úpravám chyb, které nebylo možné identifikovat při práci v GIS softwarech.

Dalším důležitým krokem v editoru je přidání zdrojů vody. Tyto zdroje musí být umístěny co nejvýše proti proudu a do oblastí vodních ploch. Jelikož není možné nijak převést reálný průtok vody do průtoku ve hře je nutné se při umísťování těchto zdrojů řídit podle vizuálně přijatelného objemu vody. Za použití hloubky řek 20 metrů byla použita hodnota průtoku vyjádřeného hrou jako 0,2.

Pro práci v mapovém editoru byla připravena vrstva znázorňující prvky upravitelné v tomto editoru. Jako dálnice byla znázorněna data cest OSM pod tagem: motorway, primary a trunk mimo primární hrací oblast. V primární hrací oblasti to byly pouze silnice s tagem motorway a trunk. V tomto editoru je pak možné umísťovat krajinné prvky typu les, úrodná půda či naleziště prvotních surovin.



Obrázek 6 - předpřipravená šablona pro práci v Map Editoru

7.2 Práce na herní ploše

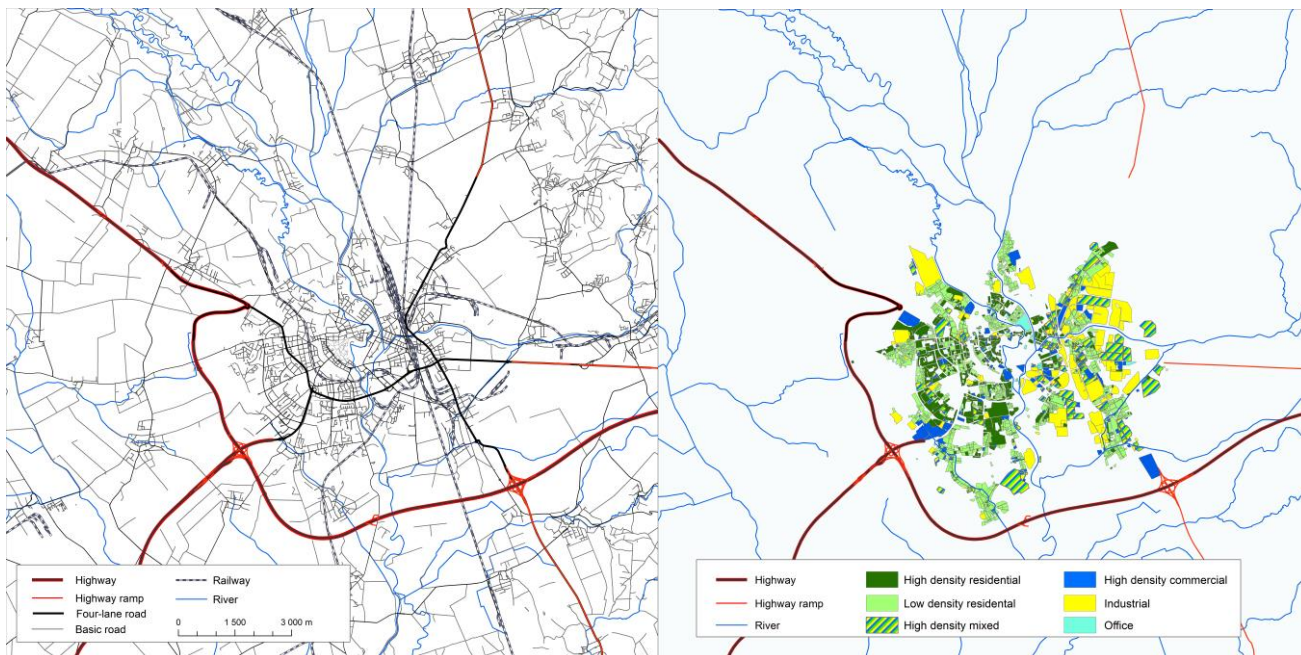
Nejprve byly v prostředí ESRI ArcMap vytvořeny šablony reprezentující komunikace a zóny zástavby. Cesty byly převzaty z OSM. Kromě standartního ořezání funkcí *Clip* byla data nejdříve upravena pomocí *Merge Divided Roads*. Tato funkce spojuje paralelní linie do jedné linie na základě zvoleného atributu a vzdálenosti. Pomocí této funkce lze omezit jednu ze základních chyb OSM dat, a to nejednoznačnost zakreslování. Datům byla přiřazena symbologie podle tagů OSM. Na základě druh cest ve hře (viz příloha 1) byla tagu *Highway* přiřazen druh cesty *Highway*, druhu *Primary* byl přiřazen *Four-Lane Road* a ostatním byl přiřazen typ cesty *Basic road*. Cesty s tagy, které nejsou určeny automobilové dopravě nebyly vizualizovány. Více typů cest, než je viditelných v příloze lze získat dokoupením jistých DLC od výrobce nebo nainstalováním modů.

Šablona pro zóny byla vytvořena z dat o funkčních plochách města Olomouce. Funkční plochy města Olomouc představují ideální vhodnou datovou sadu pro převedení do systému zón v C: S, jelikož obsahují informace, jak o využití území, tak o hustotě zástavby. Následující tabulka představuje možnost interpretace dat z funkčních zón jako zón ve hře.

Tabulka 3 - Převedení Funkčních ploch na zóny v C: S

Funkční plochy - Typ_zastav	Funkční plochy - Funkc_zast	Cities: Skylines - Zone type
RD	Obytná	Low density residential
Bytová	Systém bytových domů	High density residential
Ostatní	Obchodní	High density commercial
	Administrativní	Office
	Smíšená	Mixed*
	Produkční	Industrial
	Technická	
	Prům. oblast, sklady	

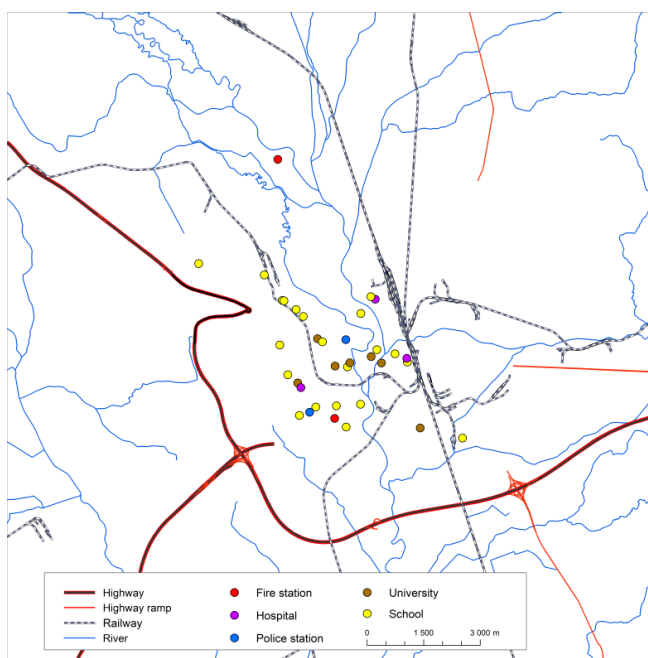
*smíšená komerční, residenční a industriální zóna



Obrázek 7 - předpřipravená šablona cest

Obrázek 9 - předpřipravená šablona zón

Dalším vytvořenou šablonou bylo umístění budov služeb. K tomuto účelu byly použity data Points of interests z OSM. Jako atributy pro výběr z dat OSM byly použity tagy *College*, *Fire station*, *Hospital*, *Police*, *School* a *University* jakožto tagy označující typy budov mající svůj ekvivalent ve hře.



Obrázek 8 - předpřipravená šablona budov služeb

7.3 Kritika modelu

Při vytváření modelu města Olomouc na odpovídající reprezentaci terénu a za použití reálných geografických dat nastalo několik problémů, které vylučují simulace na celoměstském měřítku. Tyto problémy jsou vesměs dány cílem hry učinit městskou simulaci poutavou a komplexní, ale zároveň svou náročností neodrazující běžné hráče.

Budovy služeb mají svoji zónu obslužnosti například velmi podhodnocenou. Například je potřeba minimálně 10 budov hasičských záchranných sborů, aby ochránili Olomouc před vyskytujícími se požáry, kdežto skutečná Olomouc má hasičské sbory čtyři. Obdobně je také třeba umístit mnoho budov skládek/spaloven, aby byla obsloužena celá Olomouc.

Problémem realistického terénu je se simulacemi vody, kdy je nutné značně nadhodnocovat velikost koryta, aby docházelo k odtoku vody z území. Terén také nemá vliv na hratelnost kromě zákazu stavění na příliš příkrém svahu.

Umístováním herních zón dochází ke generování herních objektů budov jen do vzdálenosti 40 m od silnice. Z tohoto důvodu jsou některé oblasti prázdné i přes přiřazenou zónu. Manuální umístování budov pro realistické vizualizace je sice možné ale velmi časově náročné. V případě evropských měst není možné zónováním dosáhnout realistických vizualizací tak jednoduše jako v případě amerických měst s jejich monotematickými zónami a gridovou strukturou. Agenti z manuálně umístěných budov také mají problém s výpočtem optimální trasy.

8 VÝSLEDKY

Autor jako jeden z přínosů spatřuje seskupení informací o hře Cities: Skylines do jednoho textu. Případný čtenář by tak měl získat ucelenou představu o možnostech a nástrahách využití této hry. Čtenář po přečtení získá také informace, jak zpracovat geografická data, ať je v rámci Cities: Skylines používá k jakémukoliv účelu.

8.1 Využití simulačních her

Na základě rešerše literatury byly identifikovány současné a potencionální možnosti využití simulačních her. Ve většině případů hry slouží jako nástroj pro zapojení veřejnosti do veřejné debaty, vizualizace a učení. Vyskytují se i akademické práce, kde využívají Cities: Skylines pro simulace (Juraschek, 2017). Autor práce však simulační využití nemůže doporučit kvůli černé skřínce simulací a jejich zjednodušení pro účely hry.

8.2 Výsledky testování nahrávání dat

Současné metody nahrávání dat do Cities: Skylines jsou dostatečné pro základního uživatele. Pro pokročilejší uživatele však již ztrácí na atraktivitě. Terrain.party vychází dat dostupných pro celý svět tudíž nedisponují dostatečnou kvalitou a znázorněním terénních prvků. Mod Cimtographer automatizující tvorbu silnic je často chybový, a navíc je navázaný na data OSM, která jsou ve své základní formě problematická a chybová. Tento mod nenabízí žádnou dokumentaci, a tudíž pro pokročilejší práci je nevyhovující. Velkým přínosem není ani export do formátu *.osm, jelikož je polohově nepřesné a atributově nezdokumentované. U pokročilejších uživatelů převládá ruční modelování, které vyžaduje šablon, jejichž tvorba je také popsána.

8.3 Vlastní metoda nahrávání dat

Výstupem této práce je postup zpracování terénních dat DMR 5G a databáze DIBAVOD pro účely hry C: S. K těmto účelům byl vytvořen i model v prostředí ArcGIS ModelBuilder. V práci jsou zmíněny i principy převodu terénu do prostředí hry, je tak možné vyvodit univerzální postup pro jakékoliv vstupní data.

Dalším výstupem je postup tvorby tematických šablon sloužící jako předloha pro ruční modelování. Tyto šablony je nutné použít spolu s modem Overlayer v2.

8.4 Mody Cities: Skylines

Práce prozkoumává i možnosti vytváření autorského obsahu v editorech hry a poukazuje na API sloužící k vytváření modů určených ke změně simulací hry. Součástí této práce je i seznam nejrozšířenějších modů upravující hru Cities: Skylines a zařazující tyto mody do kategorií.

8.5 Model města Olomouc

Naposledy byla autorem vyvinuté metody a tematické šablony použity k tvorbě modelu Olomouce. Nejprve byly manuálně dle dat OSM vytvořena silniční síť. Přiřazením využití území a manuálním umístěním budov služeb došlo k vytvoření modelu města Olomouc. Model se ukázal pro simulování jevů na tak velké ploše jako nedostatečný. Nicméně i pro tak velkou simulovanou plochu má model vizualizační potenciál a lze ho tudíž použít k aktivizaci společnosti.

9 DISKUZE

V české ani zahraniční literatuře není pojem simulační hra zakořeněný. Autor si uvědomuje, že každý žánr her je v jisté míře použitelný v řešení problémů urbánního prostoru. Z důvodu nepřehledného množství her a dynamiky uvnitř herního průmyslu byla pozornost této práce věnována městským budovatelským hrám (city-building). V současnosti je hra Cites: Skylines nejpopulárnějším příkladem žánru city-building se silnou komunitou hráčů i modderů, a dokonce se začíná objevovat jako předmět zájmu akademiků. Na atraktivitu této hry poukazuje i to, že je považována za nejlepší na trhu, což se může samozřejmě s vydáním nového titulu změnit. Atraktivita v očích veřejnosti je pouze jednou z hlavních výhod použití her v urbánním prostředí.

V případě návaznosti her na geografická data je každá hra specifická a nelze z ní vyvozovat obecná pravidla. Toto je velký problém, jelikož nejde ani jednoduše převádět výsledky mezi podobnými softwary. Obzvláště by bylo vhodné vytvořit nástroj pro export do GIS podporovaných formátů pro další analytické zpracování. Bez pokročilé znalosti programování, herních objektů (u každé hry jiných) a herních enginů není vytvoření takového nástroje možné.

Přestože hra s použitím modů nabízí pokročilé možnosti modelování, byl vytvořen pouze základní model. Tento model by teoreticky bylo možné donekonečna zpřesňovat a kalibrovat. Z důvodu uzavřeného kódu a nerealistického přístupu v současných simulacích hry, by tato činnost zpřesňování modelu byla téměř zbytečnou. Ačkoliv přesnost simulací by šlo zpřesnit vlastními mody, jejich vývoj požaduje pokročilé znalosti programování a hry samotné. Proto v současné době z hlediska simulování je hra vhodná používat jako demonstraci mechanik znázorněných hrou pro publikum ne-expertů. Do budoucna je možné se zaměřit na simulace hry postačující pro tuto činnost a vyvinout profesionální materiály zaměřující se na síly hry, interaktivitu a vizuální stránku, ale zároveň poukazující na zjednodušení v simulacích.

S nepřehledným množstvím uživatelsky vytvořených herních objektů je C: S mnohem silnější jako vizualizační nástroj. Do této stránky věci však silně vstupuje autorské právo a ochrana veškerých herních objektů, ať už poskytnutých vývojářem či uživatelem přes Steam. Licenční ujednání umožňuje využití C: S v nekomerčním prostředí. Použití jednotlivých her jako vizualizačních nástrojů při participaci může být tolerováno, jestli je však právně ošetřeno je otázka každé hry. Z důvodu velkého množství uživatelsky vytvořených herních objektů je náročné se v nich orientovat. Mnoho objektů není pro konkrétní vizualizaci relevantní a vyskytuje se velké množství duplikátů. Steam workshop sice umožňuje třídít podle typu herního objektu nikoliv však podle podrobnějších atributů jako například barvy či počtu podlaží. Řešením jsou pouze tzv. kolekce, kde hráči seskupují objekty podle osobních kritérií. Kromě těchto problémů při vizualizaci v C: S nastává také problém hardwarové náročnosti.

Participační akce by mohli vyřešit časovou náročnost pokročilých vizualizací, v současné době však neexistuje možnost kolaborace na více počítačích kromě předávání jedné uložené hry. Zde vidí autor velký potenciál a společně s vytvořením nástroje pro export dat by se z C: S mohl stát pokročilý pro sbírání dat, vizualizaci a participaci v rámci komunit.

10 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo prozkoumat možnosti simulačních her při řešení problémů urbánního prostoru. Tento cíl se podařilo splnit rešerší literatury a podařilo se identifikovat potenciál těchto her při participaci veřejnosti, výuce a vizualizaci. Dalším potencionálním využitím je použití jejich simulačního jádra, herního enginu k simulování jevů. Tento přístup však nejde doporučit bez otevření kódu her. Jako předmět prozkoumání všech těchto potencionálních možností využití her byla zvolena hra Cities: Skylines z důvodu rozsáhlé komunity, možností přizpůsobení a vlivu na žánr městských budovatelských her.

Cíl práce v prozkoumání současných metod nahrávání geografických dat do Cities: Skylines se podařilo splnit v plné míře. Současné metody automatizace formou Cimtographer a terrain.party však splňují požadavky pouze nenáročných uživatelů. Vytvoření vlastních nástrojů pro automatizaci se prokázalo jako příliš náročné pro rozsah bakalářské práce. Z tohoto důvodu byla vytvořena alespoň metoda zpracování a předpřípravy dat pro potřeby hry za použití stávajících editorů a modu Image Overlayer v2.

První metodou bylo vytvoření postupu zpracování terénních dat. Konkrétně došlo k úpravě dat DMR 5G doplněných o vodní plochy a toky z databáze DIBAVOD. Právě pro tyto zdroje dat byl připraven model v prostředí Arcgis ModelBuilder. Dále byly vytvořeny šablony cest, zón a budov služeb pro oblast Olomouc. Je také popsán princip těchto šablon a je z něj možné odvodit postup vytvoření šablony pro vlastní účely použití hry.

Na upravených terénních datech a šablonách byla vytvořena mapa pro oblasti Olomouce. Na této mapě byl vytvořen model Olomouce použitím metody zónování a umístěním budov služeb, co nejbližše jejich skutečné lokalitě. Tento model se však ukázal jako nedostatečný pro účely simulace. Pro náročnější vizualizační účely by v prostředí evropských měst bylo nutno umístit většinu budov ručně, což je velmi časově náročné.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ABT, Clark C. *Serious games*. Lanham, MD : University Press of America, c1987. ISBN 0-8191-6148-9.

ADAMS, P.c. Teaching and learning with simcity 2000. *Journal of Geography* [online]. 1998, **97**(2), 47 - 55 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1080/00221349808978827. ISSN 17526868.

BENENSON, Itzhak. Multi-agent simulations of residential dynamics in the city. *Computers, Environment and Urban Systems* [online]. 1998, **22**(1), 25-42 [cit. 2019-04-05]. DOI: 10.1016/S0198-9715(98)00017-9. ISSN 01989715.

BEREITSCHAFT, Bradley. Gods of the City? Reflecting on City Building Games as an Early Introduction to Urban Systems. *JOURNAL OF GEOGRAPHY* [online]. 2016, **115**(2), 51-60 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1080/00221341.2015.1070366. ISSN 00221341.

Block by Block [online]. 2019 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.blockbyblock.org>

CECCHINI, Arnaldo; RIZZI, Paola. Is Urban Gaming Simulation Useful?. *Simulation & Gaming* [online]. 2016, **32**(4), 507-521 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1177/104687810103200407. ISSN 1046-8781.

Cimtographer - rebuild for 1.10.1-f3. [Online] Bellevue WA: Valve, 2018. [cit. 2019-04-20] Dostupné z: <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=14>

Cities: Skylines Wiki [online]. 2019 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://skylines.paradoxwikis.com/Cities:_Skylines_Wiki

COLLOSAL ORDER, *Cities: Skylines* [program]. Verze 1.11. Stockholm: Paradox Interactive, 2015

Corine Land Cover 2018, *Copernicus Land monitoring service* [online] Verze 20 Dostupné z: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=download>

CROOKALL, David. Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. *Simulation & Gaming* [online]. 2010, 41(6), 898-920 [cit. 2019-04-21]. DOI: 10.1177/1046878110390784. ISSN 1046-8781.

DETERDING, Sebastien; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. Du game design au gamefulness: définir la gamification [From game design to gamefulness: defining gamification]. *Sciences du jeu* [online]. 2014, [cit. 2019-04-21]. DOI: 10.4000/sdj.287. ISSN 2269-2657. (ve francouzštině)

DEVISCH, Oswald; POPLIN, Alenka; SOFRONIE, Simone. The Gamification of Civic Participation: Two Experiments in Improving the Skills of Citizens to Reflect Collectively on Spatial Issues. *Journal of Urban Technology* [online]. 2016, **23**(2), 81-102 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1080/10630732.2015.1102419. ISSN 10630732.

DIBAVOD, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.. 2019

DMR 5G, Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2019

EINHART, Bärbel; POPLIN, Alenka. Games in urban planning – a comparative study. In: SCHRENK, Manfred; POPOVICH, Vasily; ZEILE, Peter; ELISEI, Pietro (eds.) *Plan it Smart. Clever Solutions for Smart Cities - REAL CORP 2014, 19th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society* [online]. Wien : CORP – Competence Center of Urban and Regional Planning, 2014 [cit. 2019-04-20]. ISBN 978-3-9503110-7-5. ISSN 2521-3938.

Gaming the real world. [film]. Režie: Anders EKLUND. Sweden : Lucky Day, 2016.

Essential Facts About the Computer and Video Game Industry 2018 [online], Washington DC: Entertainment software association, 2018. Dostupné z: http://www.theesa.com/wp-content/uploads/2018/05/EF2018_FINAL.pdf

Funkční plochy města Olomouc, *Magistrát města Olomouce*, 2019

Games For Change [online]. c2019 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.gamesforchange.org/>

GRANDE, Tove Rømo. Se studentene bygge fremtidens Oslo! [See the students build the future of Oslo!]. In: *Nmbu.no* [online]. 2019. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/34528> (v norštině)

HEINISUO, Juuso. 2019. E-mailová komunikace

INGRAM, Jay; CANGEMI, Joseph. VIDEO GAMES: MOTIVATION, EFFECTS, AND CLINICAL IMPLICATIONS ON SELF-ESTEEM. *College Student Journal* [online]. 2019, **53**(1), 1-12 [cit. 2019-05-21]. ISSN 01463934. Dostupné z: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=27b8e898-38cc-49df-906c-c89e4ad52c50%40pdc-v-sessmgr01>

MACKOVÁ, Markéta. *Diplomová práce: Markéta Macková* [online]. Olomouc, 2014 [cit. 2019-04-21]. Aplikace programu UrbanSIM pro modelování vývoje regionu. Dostupné z: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/mackova14/download.html>.

MARTÍNKOVÁ, Marta. *Simulation games on flood operational management: a tool for the integrated strategy of flood control.* Prague: T.G. Masaryk Water Research Institute, 2012. ISBN 978-80-87402-18-4.

MINNERY, John; SEARLE, Glen. Toying with the City? Using the Computer Game SimCity™4 in Planning Education. *Planning Practice* [online]. 2014, **29**(1), 41-55 [cit. 2019-05-21]. DOI: 10.1080/02697459.2013.829335. ISSN 02697459.

Overlay v2 [online] Bellevue WA: Valve, 2018 [cit. 2019-04-20] Dostupné z: <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?id=662933818&searchtext=Image+overaly>

Plethora-project [online]. 2019 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.plethora-project.com/>

POPLIN, Alenka, 2014. Digital serious game for urban planning: "B3-Design your Marketplace!". *Environment and Planning B: Planning and Design* [online]. **41**(3), 493 - 511 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1068/b39032. ISSN 14723417.

POPLIN, Alenka. Playful public participation in urban planning: A case study for online serious games. *Computers, Environment and Urban Systems* [online]. 2012, **36**(3), 195-206 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2011.10.003. ISSN 01989715.

Mapová Data OSM, *Přispěvatelé OpenStreetMap*. [online] 2015 [cit. 2019-04-20] Dostupné z: <https://www.openstreetmap.org>

RUFAT, Samuel; TER MINASSIAN, Hovig. Video games and urban simulation: new tools or new tricks?. *Cybergeo* [online]. 2012 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.4000/cybergeo.25561. ISSN 1278-3366.

SCHOUTEN, Ben, Gabriele FERRI, Michiel DE LANGE a Karel MILLENAAR. Games as Strong Concepts for City-Making. NIJHOLT, Anton, ed. *Playable Cities* [online]. Singapore: Springer Singapore, 2017, 2017-10-15, s. 23-45 [cit. 2019-05-24]. Gaming Media and Social Effects. DOI: 10.1007/978-981-10-1962-3_2. ISBN 978-981-10-1961-6. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-1962-3_2

TAKEUCHI, Lori; VAALA, Sarah. *Level up learning: A national survey on teaching with digital games* [online]. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop, 2014 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED555585.pdf>

TAN, Ekim. Negotiation and Design for the Self-Organizing City. Gaming as a method for Urban Design. *A BE: Architecture and the Built Environment* [online]. 2014, (11), 1-454 [cit. 2019-05-22]. DOI: 10.7480/abe.2014.11. ISSN 22123202.

Terrain.party [online] 2015 [cit. 2019-04-21] Dostupné z: <https://terrain.party/>

THOMTHOM. *Cities Skylines Tools* [online] 2017 [cit. 2019-04-22] Dostupné z: <https://extensions.sketchup.com/en/content/cities-skylines-tools>

Traffic flow measured on 30 different 4-way junctions [online] 2017 [cit. 2019-04-21] Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=yITr127KZtQ>

MANUAL: Using Minecraft for community participation [online]. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme, 2015 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://unhabitat.org/books/manual-using-minecraft-for-community-participation>

VOREL, Jakub. The application of simulation models in educational and research activities in urban design and spatial planning. Praha: České vysoké učení technické, c2013. ISBN 978-80-01-05231-0.

YANG, Ya-Ting Carolyn. Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers & Education* [online]. 2012, **59**(2), 365-377 [cit. 2019-04-20]. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.01.012. ISSN 03601315.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy

- Příloha 1 – Úprava terénu v prostředí ArcGIS ModelBuilder
- Příloha 2 – Šablona pro editor map
- Příloha 3 – Šablona cest
- Příloha 4 – Šablona budov služeb
- Příloha 5 – Šablona herních zón
- Příloha 6 – Snímky obrazovky z modelu města Olomouce
- Příloha 7 – Snímky obrazovky z modelu města Olomouce
- Příloha 8 – Snímky obrazovky z modelu města Olomouce
- Příloha 9 – Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce
- Příloha 10 – Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce
- Příloha 11 – Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce
- Příloha 12 – Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce
- Příloha 13 – Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce
- Příloha 14 – Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce

Volné přílohy:

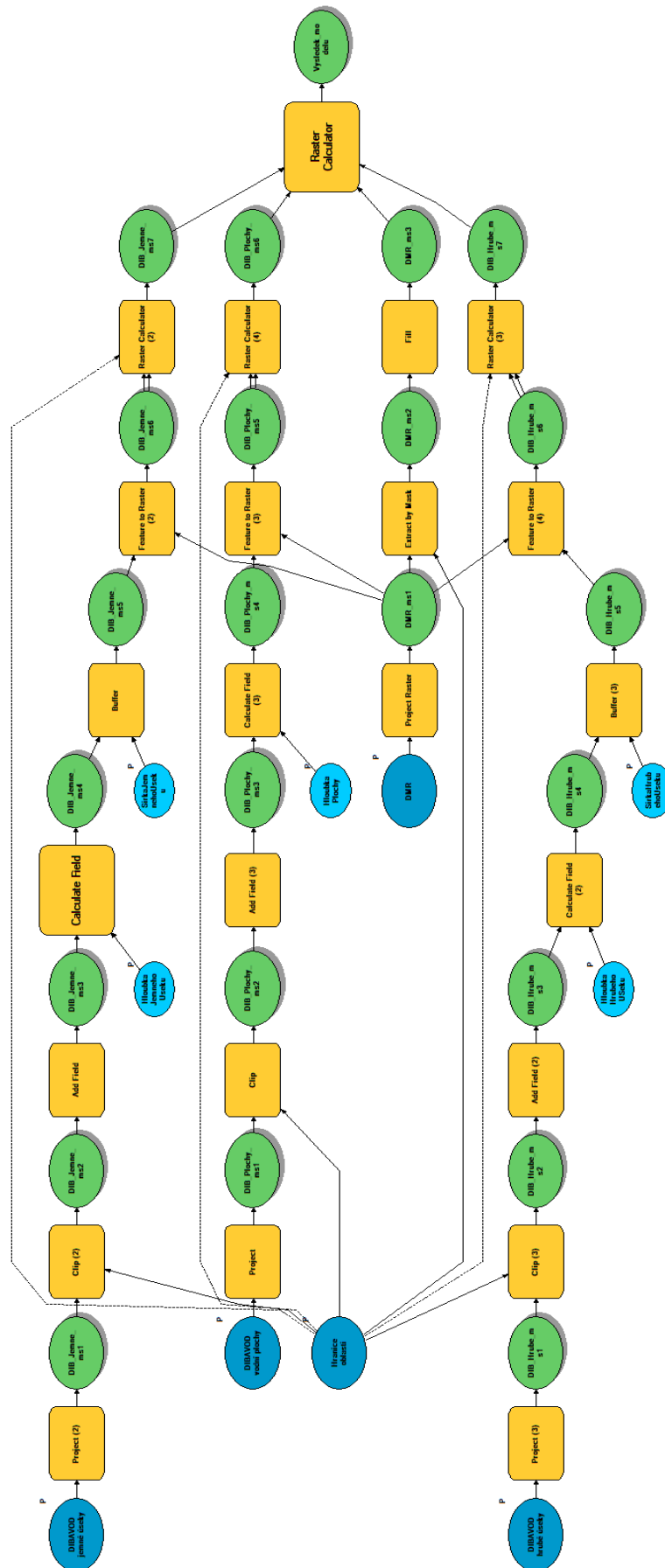
- Příloha 15 - Poster
- Příloha 16 – USB Flash disk
 - Struktura USB Flash disku
 - CS_tables.xlsx
 - DMR_upravene.png
 - Model_Builder.png
 - PAVLIS_BP_2019.pdf
 - PAVLIS_POSTER_2019.pdf
 - Sablona_cesty.png
 - Sablona_editorMap.png
 - Sablona_sluzby.png
 - Sablona_zony.png
 - /Web
 - /PAVLIS_BP_2019.gdb
 - /Vstupni_data
 - A02_Vodni_tok_JU
 - A03_Vodni_tok_HU
 - A05_Vodni_nadrze
 - gis_osm_pois_free_1
 - gis_osm_railways_free_1
 - gis_osm_roads_free_1
 - zastavba_olomouc
 - /Vystupni_data
 - DIB_hrubeUseky_upraveno
 - DIB_jemneUseky_upraveno

DIB_vodniPlochy_upraveno
Funkci_plochy_zastavba_upraveno
Hranice_oblasti
OSM_Cesty_mapEditor_upraveno
OSM_cesty_upraveno
OSM_POIs_upraveno
OSM_zeleznice_upraveno
Stred

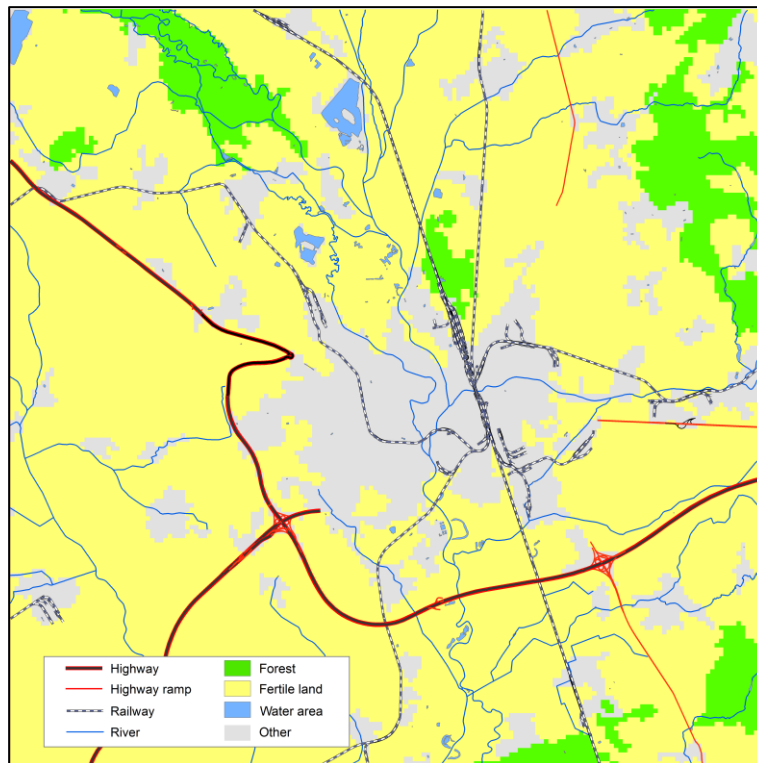
/Toolbox

Uprava_terenu
clc2018_clc2018_V2018_20b2
Corine_land_cover_upraveno

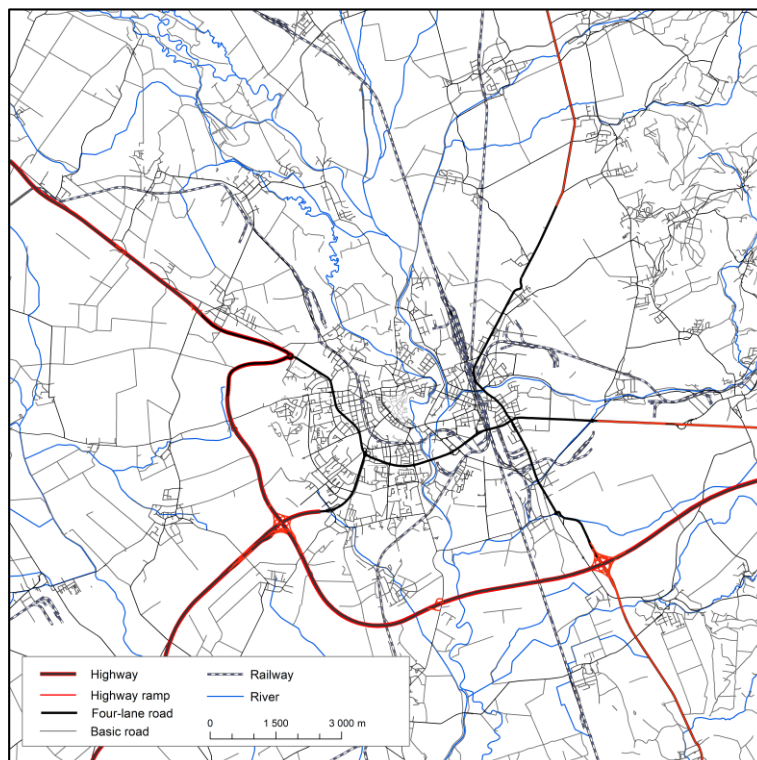
Příloha 1 - Úprava terénu v prostředí ArcGIS ModelBuilder



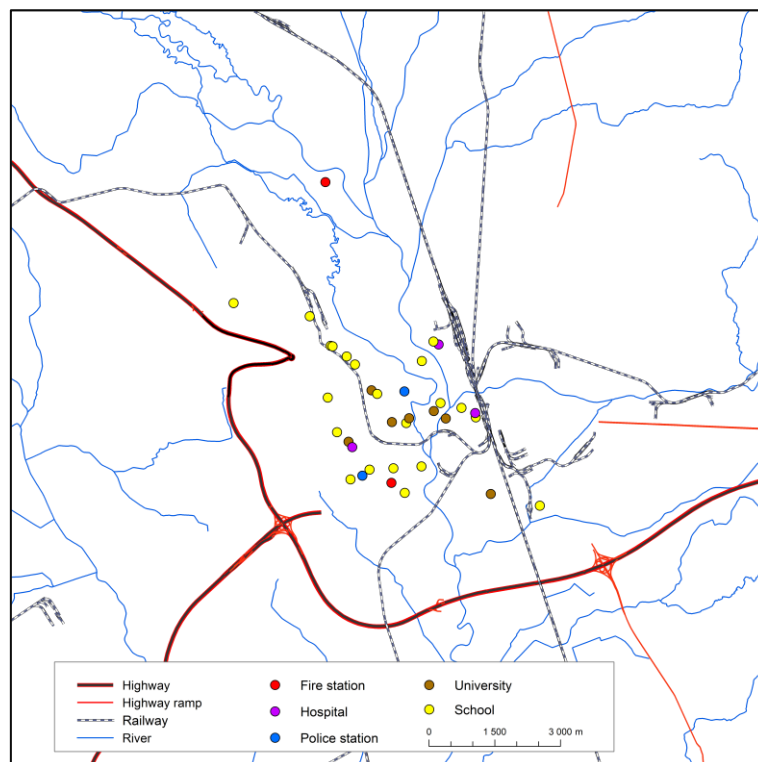
Příloha 2 - Šablona pro editor map



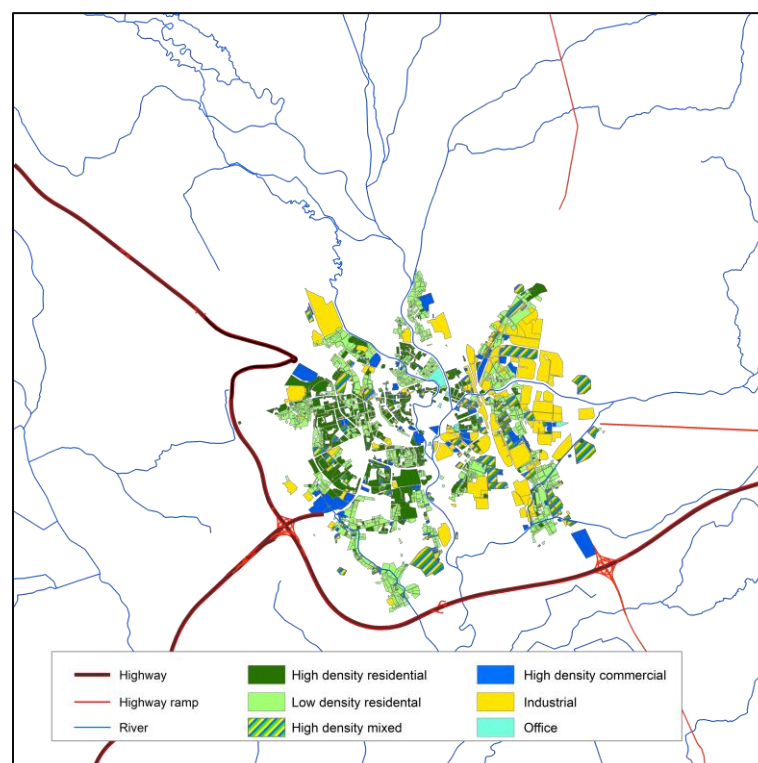
Příloha 3 - Šablona cest



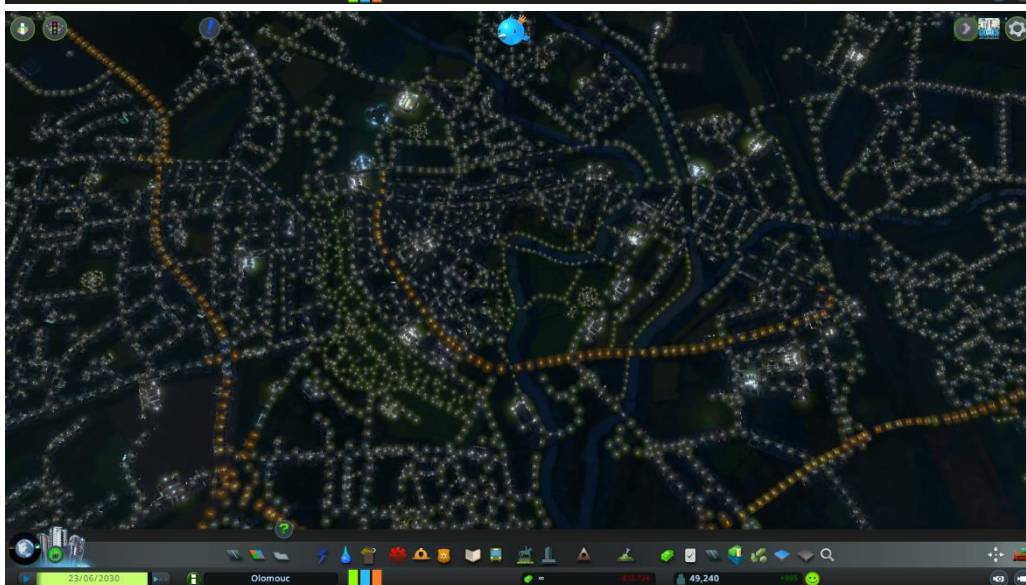
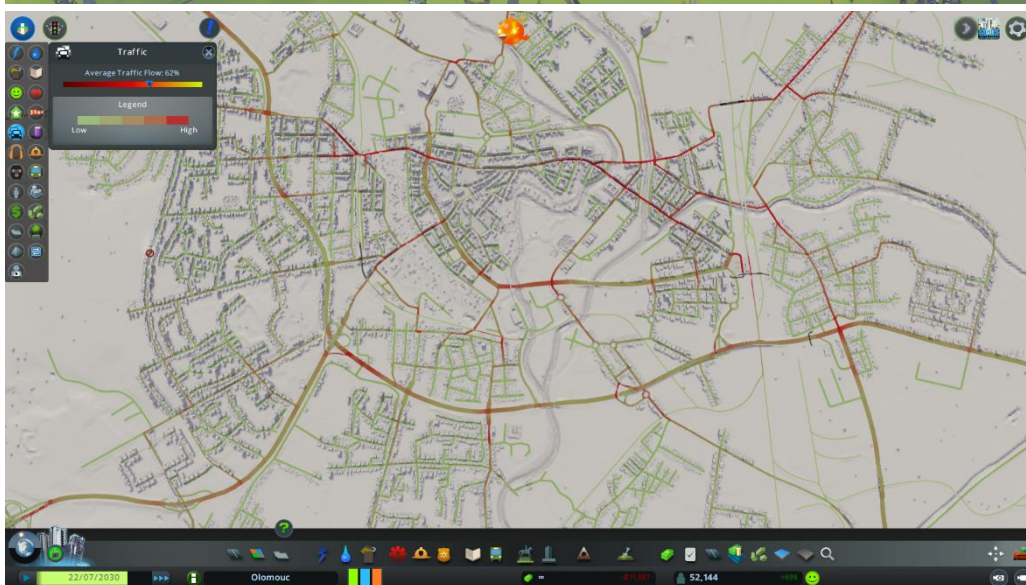
Příloha 4 - Šablona budov služeb



Příloha 5 - Šablona herních zón



Příloha 6–8 - Snímky obrazovky z modelu města Olomouce



Příloha 9-14 - Snímky obrazovky z detailu modelu města Olomouce

