

# 3D modelování a vizualizace v geoinformaticce

RNDr. **Lukáš HERMAN**, Ph.D.

Geografický ústav  
Přírodovědecká fakulta  
Masarykova univerzita



# Obsah prezentace

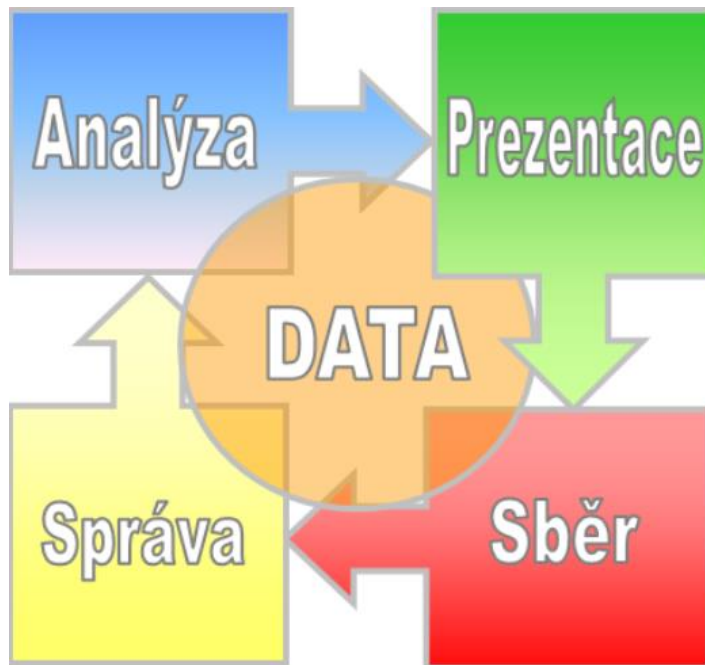
1. **SBĚR** : pořizování 3D prostorových dat
2. **ANALÝZA** : prostorové analýzy a simulace
3. **SPRÁVA** : uložení, transformace a zpracování 3D geodat
4. **PREZENTACE** : kartografická 3D vizualizace
5. Příklady využití & ukázky konkrétních aplikací



## 3D modelování a vizualizace v GIS

- Výpočty objemů a povrchů,
- Množinové operace,
- Analýzy viditelnosti,
- ...

- Transformace dat z 2D do 3D
- Datové formáty a standardy,
- Software

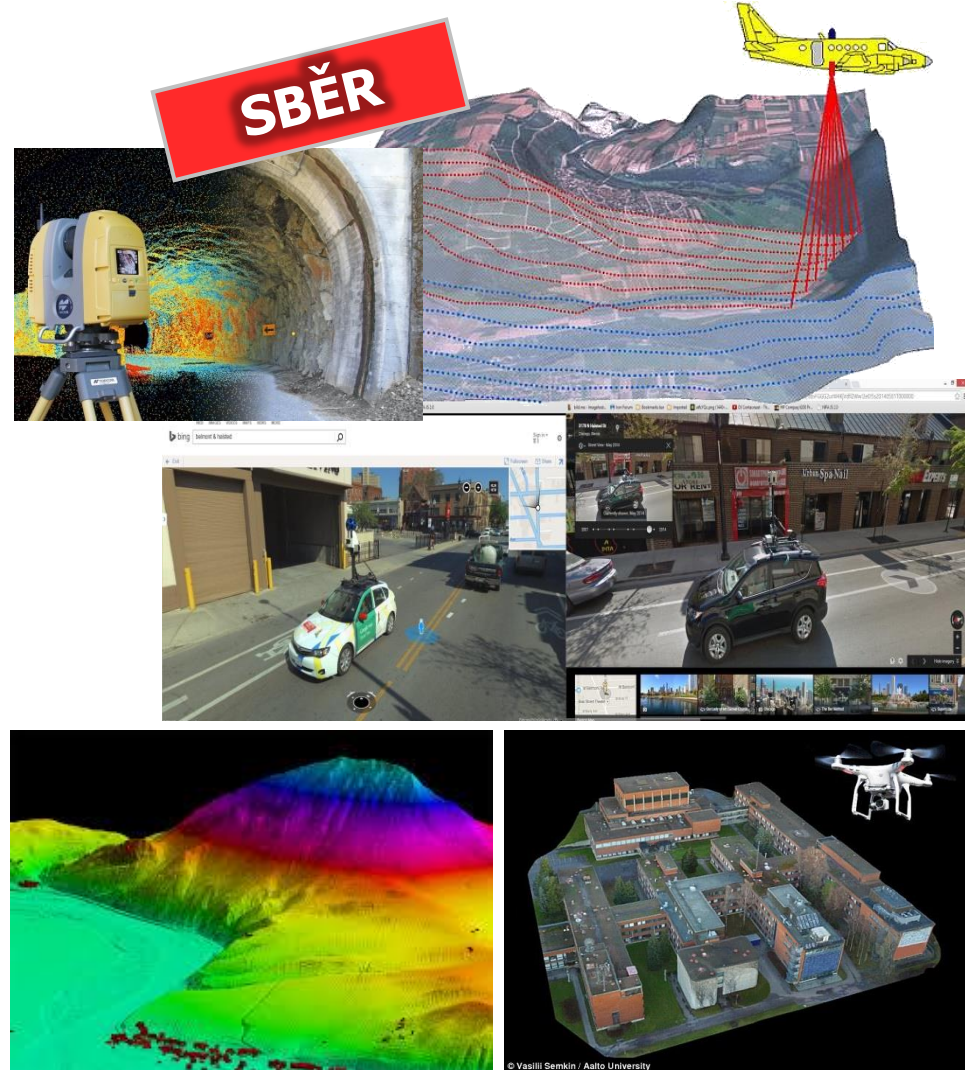


- 3D vizualizace
- Virtuální realita

- Geodetické měření
- Laserové skenování
- Stereofotogrametrie
- ...

# Metody sběru 3D dat

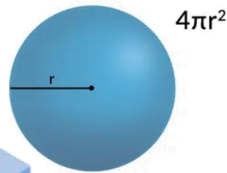
- Geodetické metody měření
  - Včetně GNSS (GPS)
- (Stereo)fotogrammetrie
  - Snímkování z družic, letadel, dronů
- Laserové skenování
  - Letecké nebo pozemní
- Sférické snímkování (Street View)
- ...



# Základní analýzy ve 3D

- Výpočty objemů a povrchů těles
- Množinové operace (3D Overlay Algebra)
- 3D obalové zóny
- Vzdálenosti ve 3D prostoru

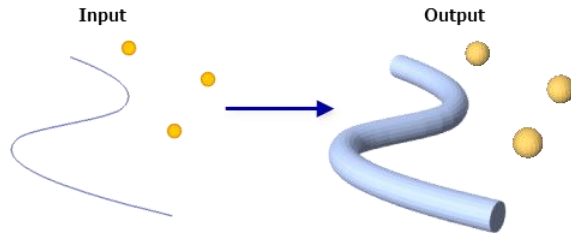
Rozměry,  
objem a  
povrch



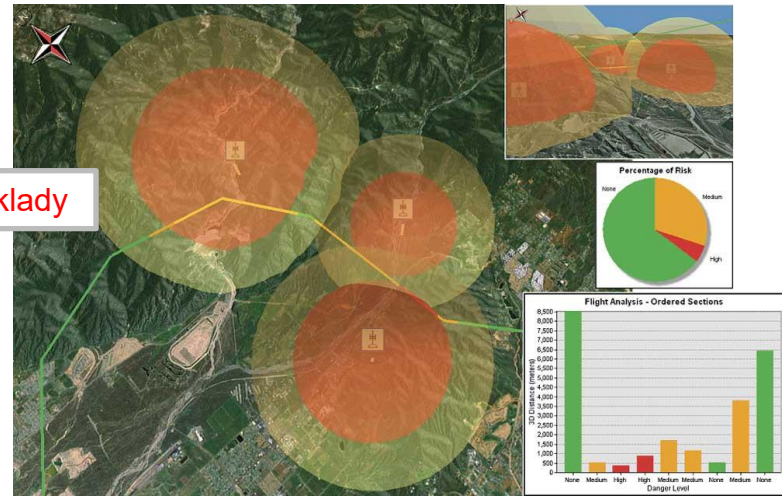
HEIGHT

LENGTH

WIDTH

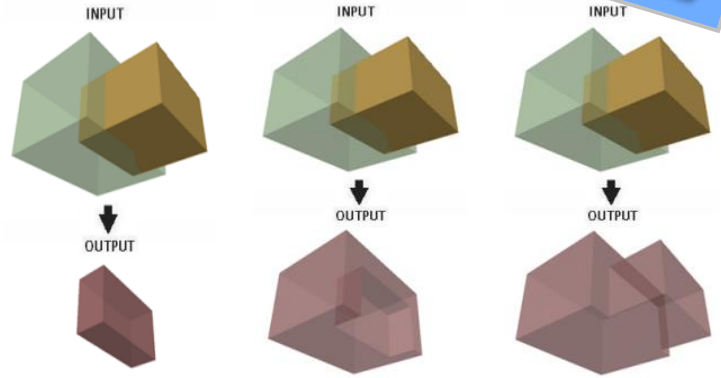


Buffer 3D - příklady



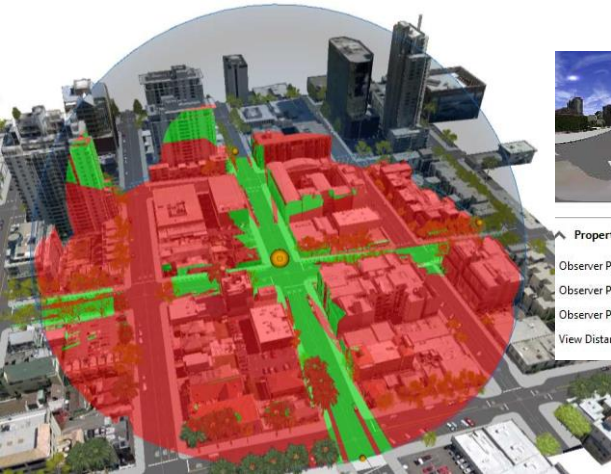
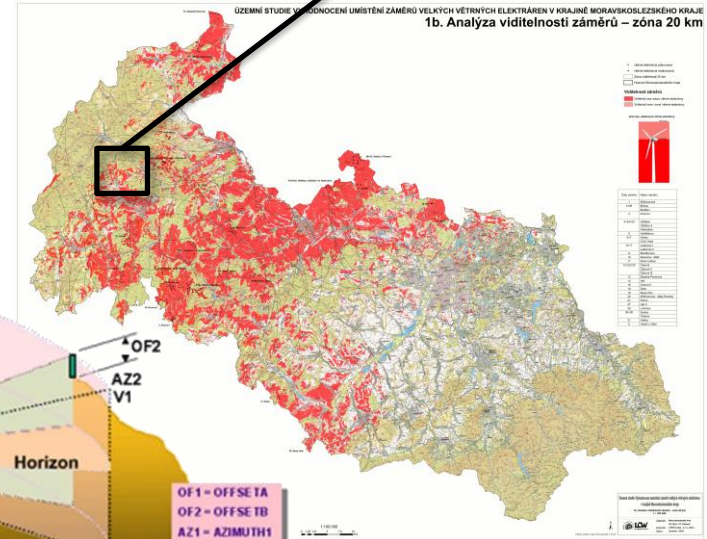
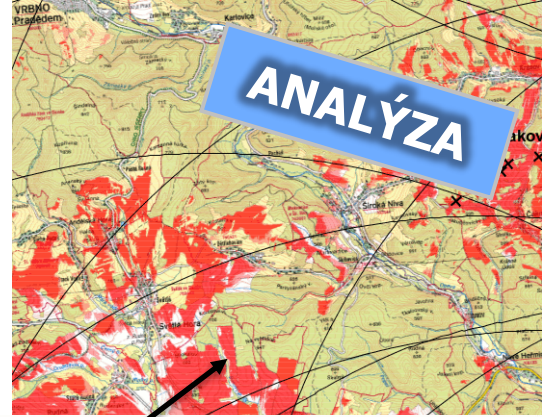
Množinové operace

ANALÝZA



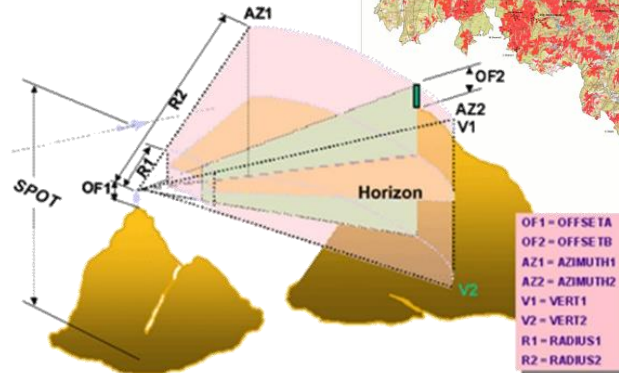
# Analýzy viditelnosti

- Slouží k určení ploch
  - kteřé jsou viditelné z pozorovacího místa (např. z rozhledny)
  - odkud je vidět daný objekt (např. větrnou elektrárnu nebo plánovanou výškovou budovu)



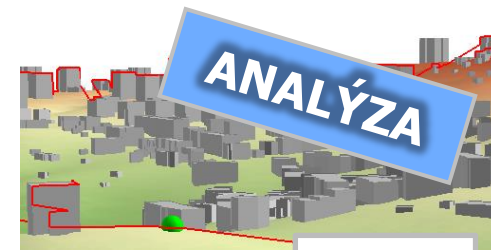
Properties

Observer Point.X	1914003.3336257935
Observer Point.Y	19.4273681640625
Observer Point.Z	-561949.3251876831
View Distance	138.72058

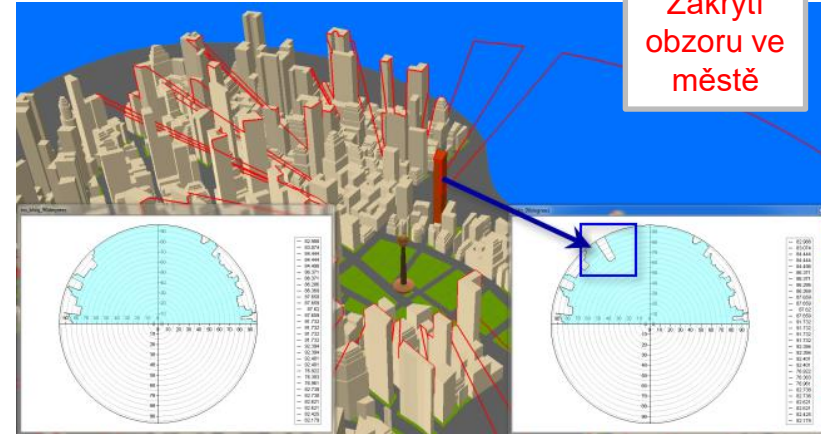


OF1 = OFFSETA  
OF2 = OFFSETB  
AZ1 = AZIMUTH1  
AZ2 = AZIMUTH2  
V1 = VERT1  
V2 = VERT2  
R1 = RADIUS1  
R2 = RADIUS2

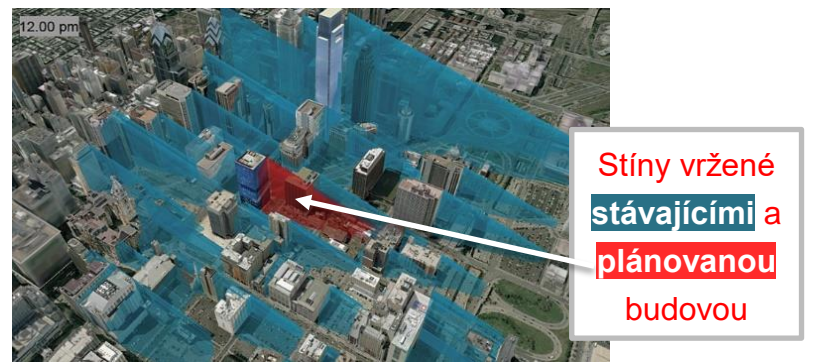
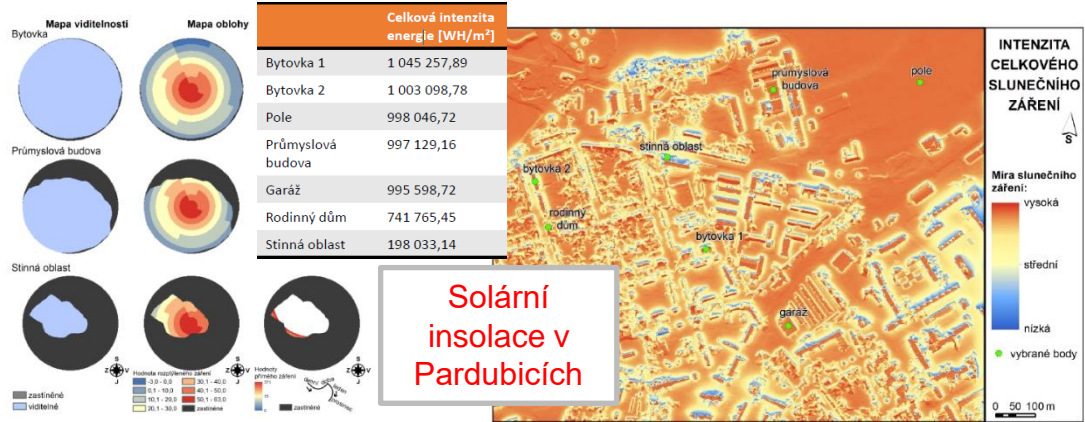
# Analýza zakrytí obzoru, oslunění a zastínění



- Výpočty
  - Solární insolace
  - Zakrytí obzoru
  - Výpočet objemu stínů



Zakrytí obzoru ve městě

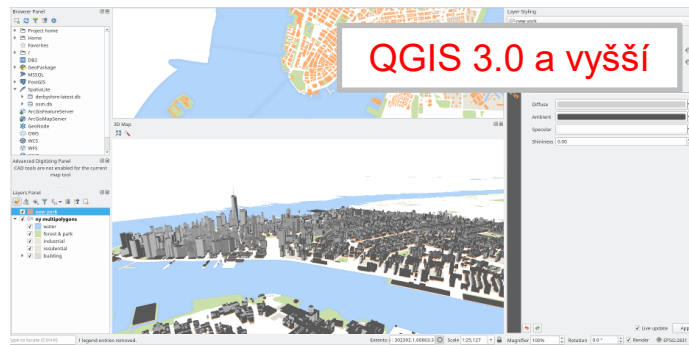
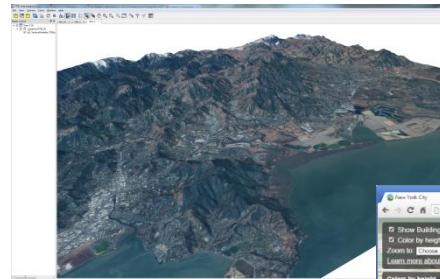
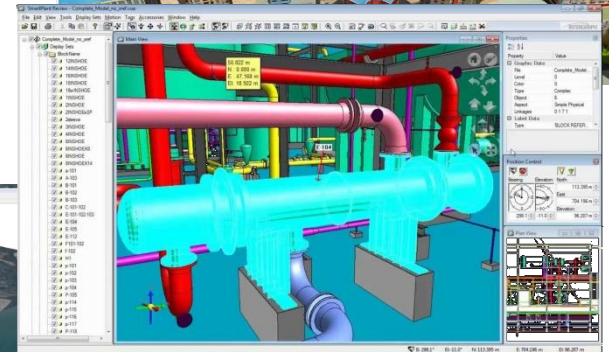
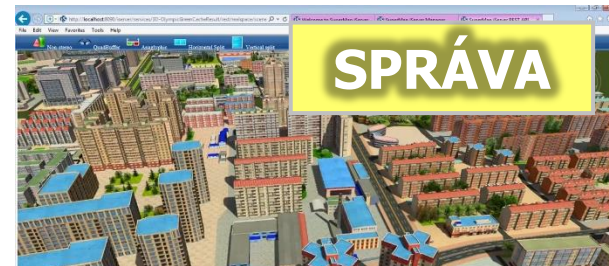


Stíny vržené stávajícími a plánovanou budovou



# Software

- Komerční i open source
- Desktopové programy
  - Grafické programy
  - CAD programy
  - GIS – ArcGIS Pro, QGIS 3+, ...
- Webové technologie
  - Cesium, Deck.gl, Three.js, A-Frame, ...



QGIS 3.0 a vyšší

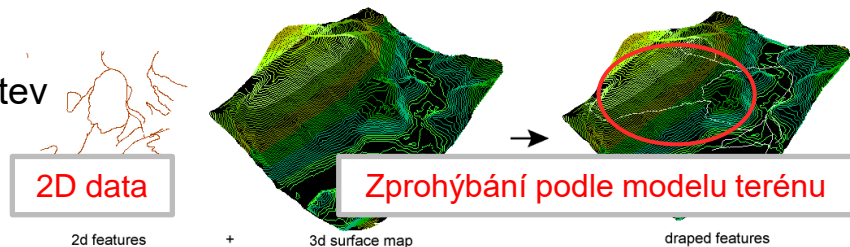
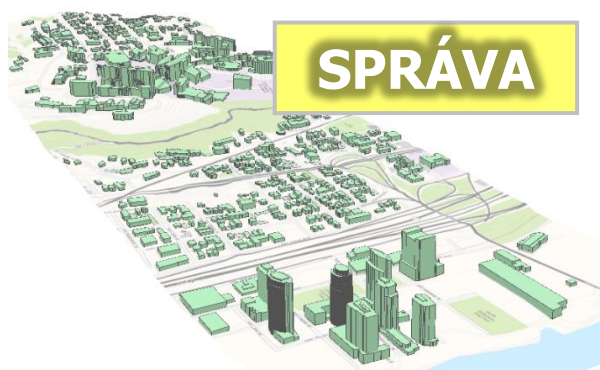


Cesium



## Převod dat z 2D do 3D

- Vytvoření třetího rozměru z atributu(ů)
  - budova má 3 patra, průměrná výška patra je 3 metry – výška budovy = 9 m
- Získání 3. souřadnice z jiných vrstev
  - umístění na model terénu a „zprohýbání“ 2D vrstev
- Data již jsou 3D
  - i v tomto mohou být nutné další úpravy ...
    - ▣ Transformace souřadnicových systémů, např.
    - ▣ Aplikace 3D variant množinových GIS operací (viz slajd „Základní analýzy ve 3D“)



kartézské souřadnice (X, Y + Z)



zeměpisná šířka, zem. délka + **výška nad referenčním tělesem**

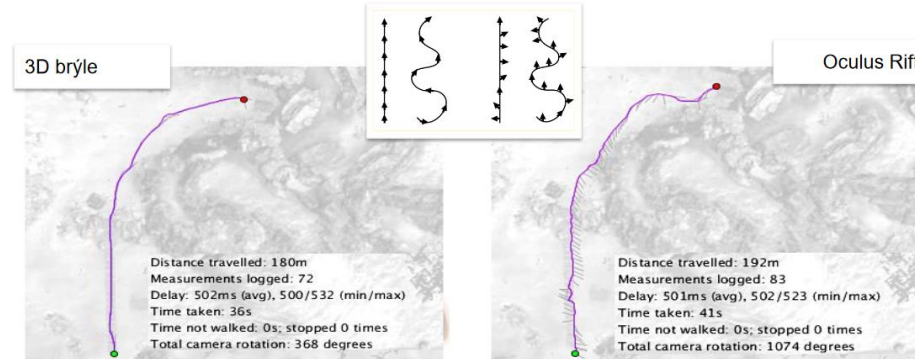
# Virtuální realita

- „High-tech“ systémy
  - CAVE systémy
  - helmy pro virtuální realitu
    - ☒ HTC Vive, Oculus Rift
    - ☒ Oculus Quest
  
- „Low end“
  - Chytrý telefon
  - Klasický počítač (desktop, notebook)
  - Google Cardboard



## 3D vizualizace & uživatelé

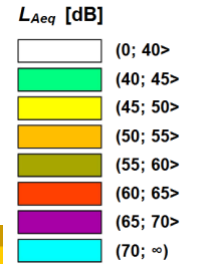
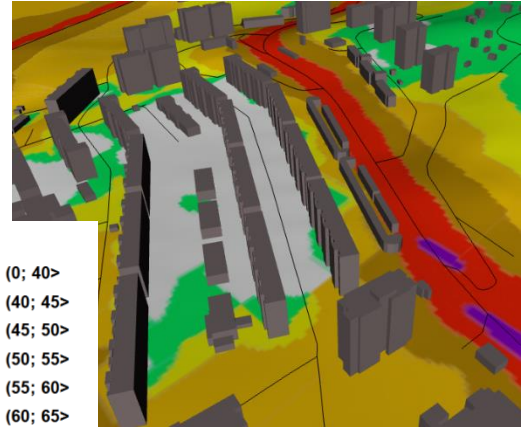
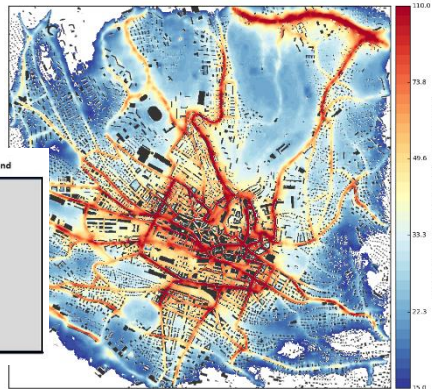
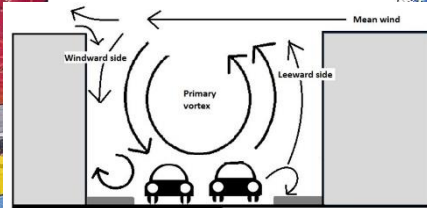
- Existuje mnoho různých potenciálních uživatelé
  - odborníci, státní správa, široká veřejnost, ...
- Proto si kartografové kladu i následující otázky.
  - Rozumí lidé 3D vizualizaci?
  - Dokáží z ní zjistit hledané informace (rychle a správně)?
  - Není lepší „klasická“ 2D mapa, např. na papíře?
  - Jak udělat 3D vizualizaci, co nejsrozumitelnější?



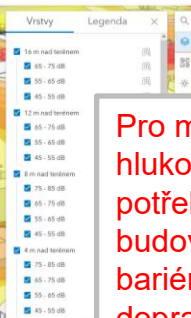
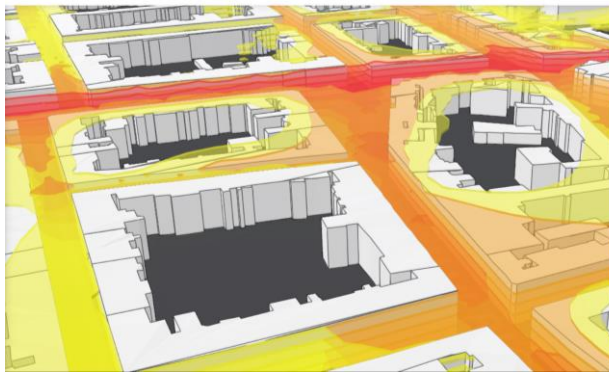
## Příklady využití & ukázky konkrétních aplikací

- 3D modely a 3D vizualizace prostorových dat se využívají v řadě oblastí
  - **Územní plánování** (např. jak plánovaná budova ovlivní panorama města, modelování zastínění – jak plánovaná budova ovlivní distribuci slunečního světla ve svém okolí)
  - **3D katastr nemovitostí**
  - **Modelování znečištění a hlukové mapování**
  - **Energetické simulace a analýzy** (např. určení potenciálu pro umístění solárních elektráren)
  - **Krizové řízení** (celá řada úloh – modelování povodní a eroze, např. sesuvů; simulace výbuchů)
  - **Výuka geografie**
  - **Popularizace a propagace, turistika, ...**
  
- Příklady konkrétních aplikací (*z tuzemska*)
  - **3D v Mapách.cz**
  - **3D model Brna**
  - **Analýzy výškopisu (ČUZK)**

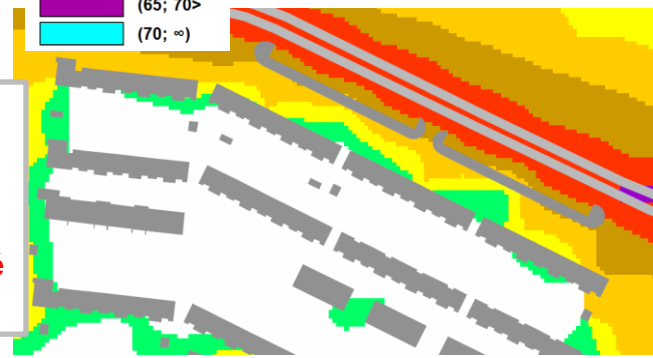
# Možné aplikace – modelování znečištění a hluku



Ar:GIS - Hluk ve 3D - izopásma

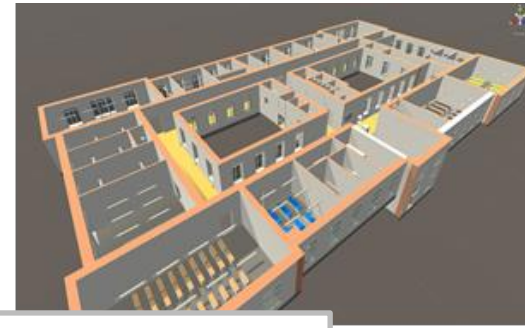


Pro modelování  
hlukové zátěže jsou  
potřeba data o terénu,  
budovách, hlukových  
bariérách ale i intenzitě  
dopravy apod.

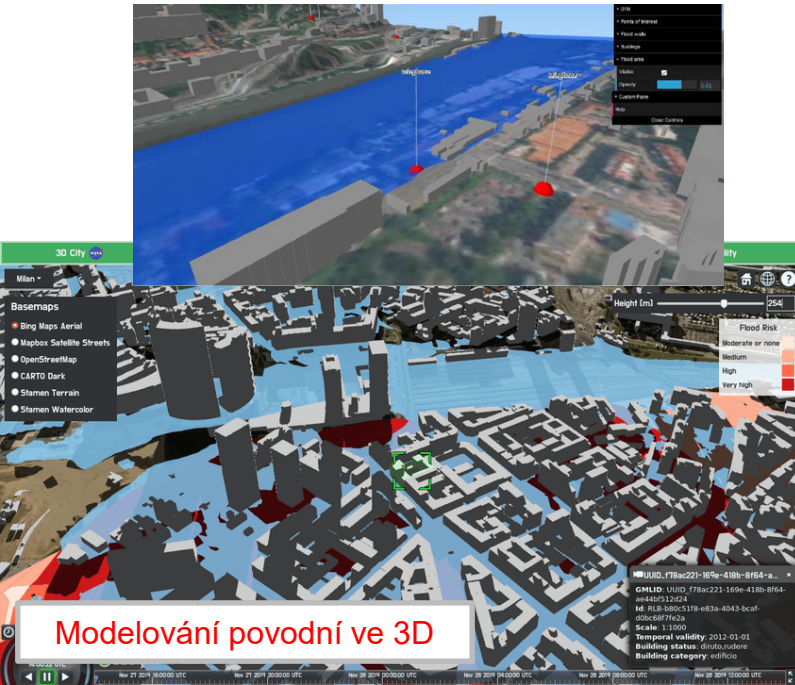




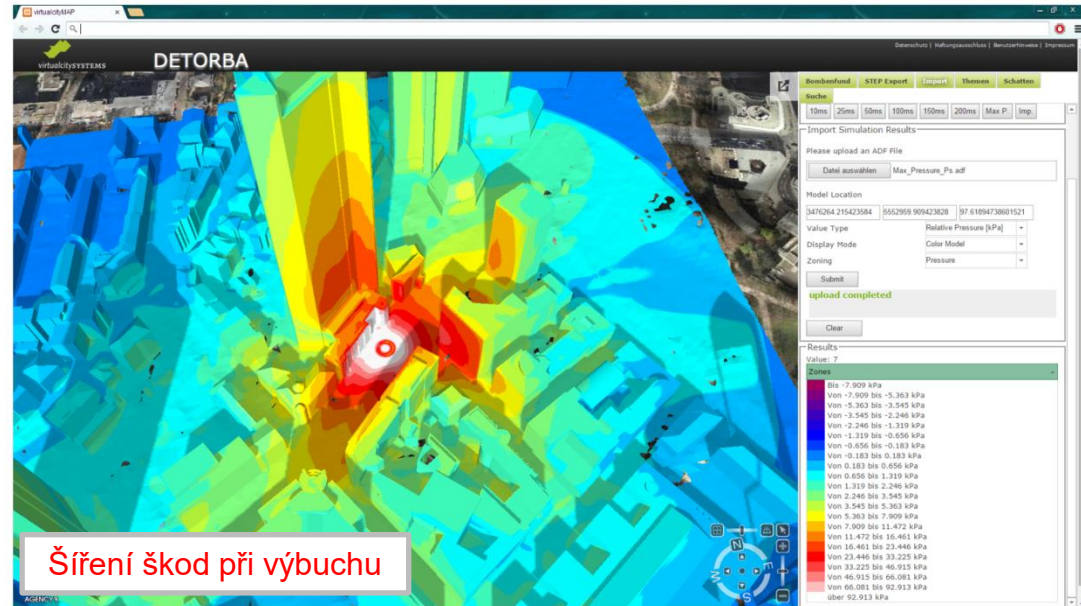
# Možné aplikace – krizové řízení



Výzkum chování osob při evakuaci  
<https://canaveral.sci.muni.cz/>



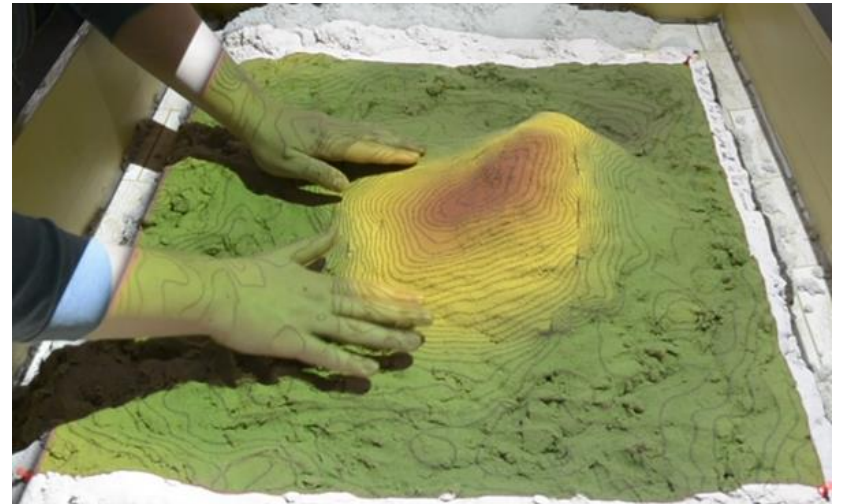
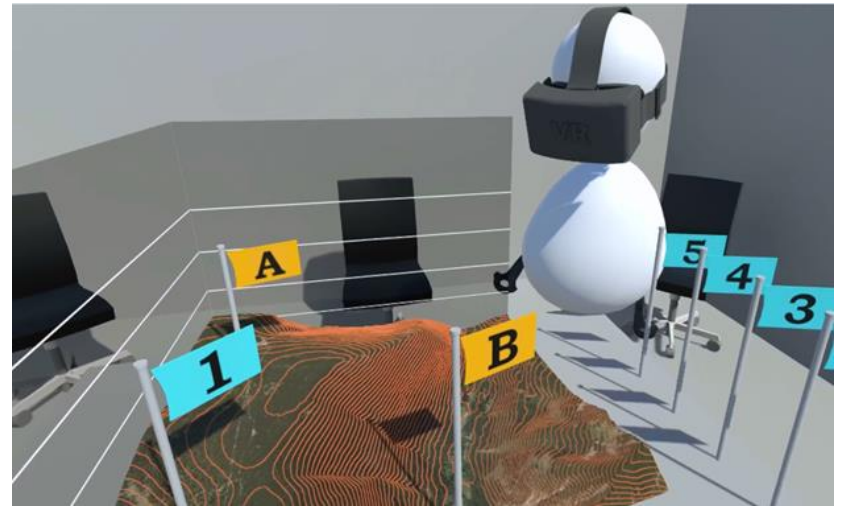
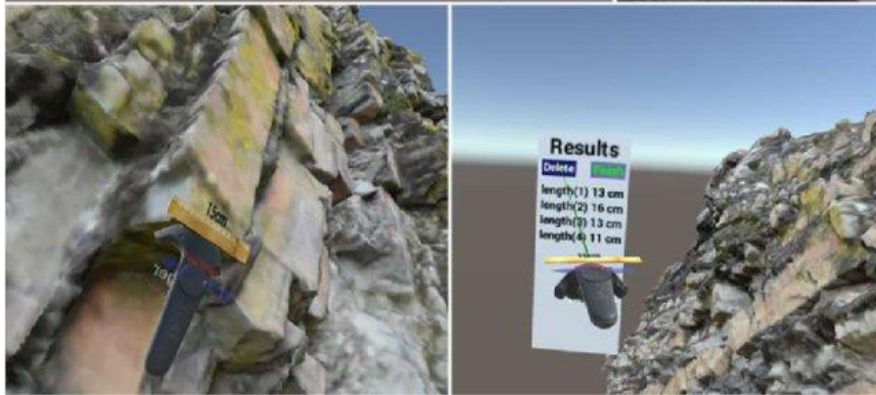
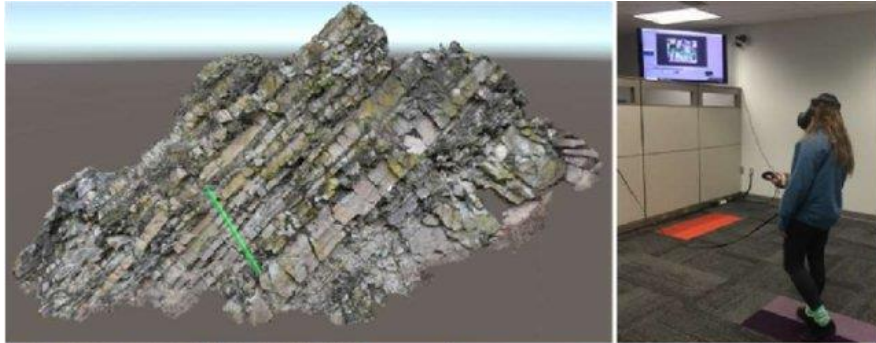
Modelování povodní ve 3D



Šření škod při výbuchu



## Možné aplikace – výuka



## Jak jednoduše využít 3D vizualizaci v hodině zeměpisu?

Učím v 8. ročníku ZŠ.  
Probíráme východní Asii – Japonsko.  
Chci žákům přiblížit charakter tamního  
reliéfu (sopečná činnost, ...).

Zamyslím se ...

Umím pracovat v QGISu.  
Orientuju se v dostupných datových  
zdrojích (SRTM, OSM)

Cca 10 min. času

<http://olli.wz.cz/webtest/fuji/index.html>





## Kterou hora zobrazuje 3D model?



A) Fuji

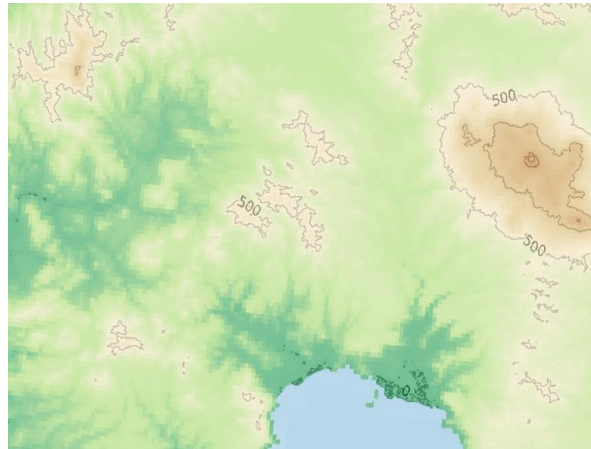


B) Mount Everest

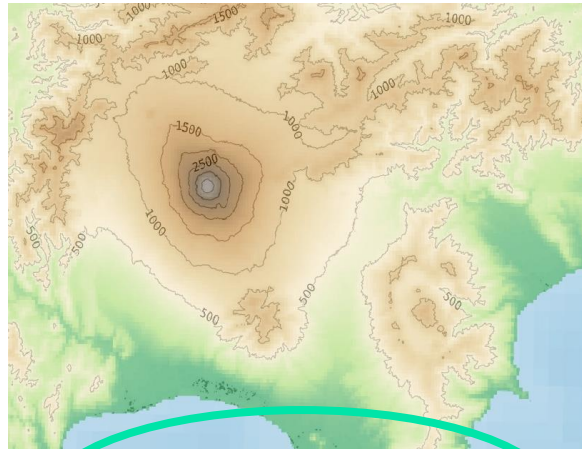


C) Krakatoa

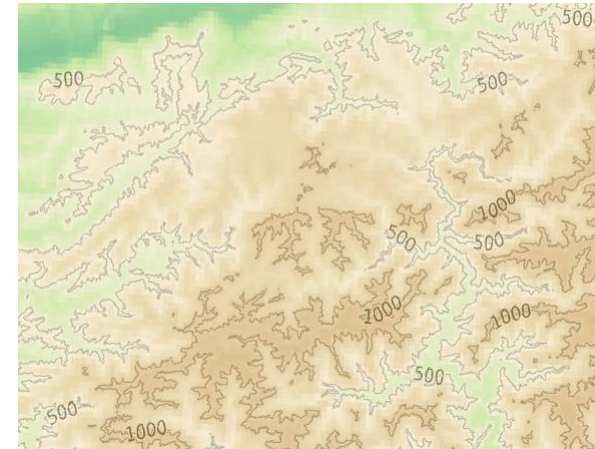
# Která 2D mapa odpovídá 3D modelu?



A)



B)



C)



Zjisti z 3D modelu nadmořskou výšku Fuji.

Jak vznikla hora Fuji?

Přibližně 3650 m n. m.

Sopečná činnost.  
Je to sopka

Je to webová aplikace. Můžu využít i při distanční výuce nebo v rámci samostatné práce doma.

Pracuji s zdarma dostupnými daty a softwarem rovněž zadarmo.

Můžu zaznamenat jak žáci interagují s 3D modelem.



# Aplikace – 3D vizualizace v Mapách.cz

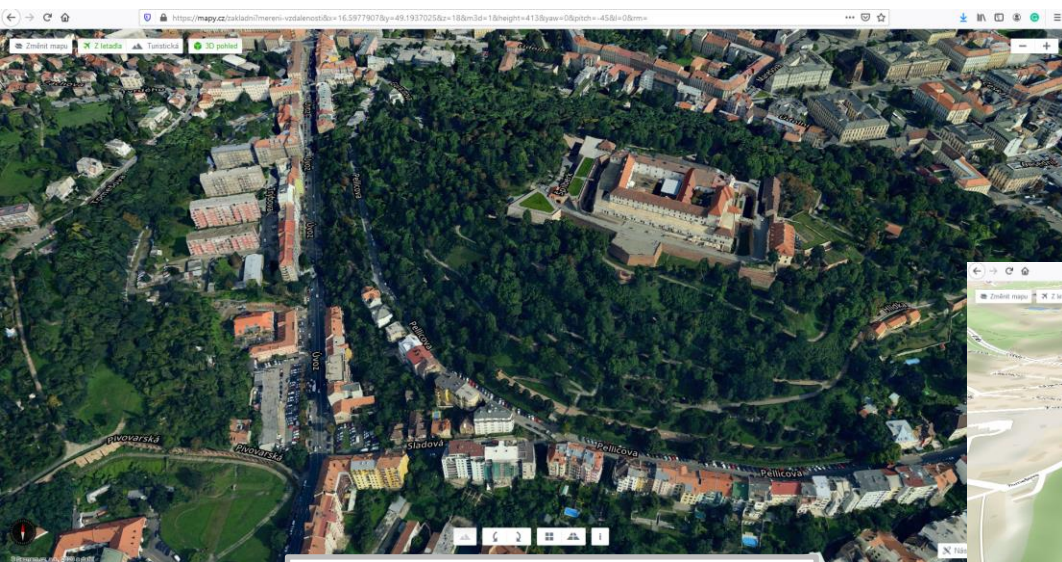
Jednoduchá funkcionalita. Umožňuje defacto jen prohlížet 3D data.

Na zpracování dat se podíle společnost Melown Technologies (<https://www.melowntech.com/>).

Ukázky činnosti firmy Melown Technologies jsou zde:

<https://www.melown.com/maps/>;

<https://www.melown.com/maps/?x=511946&y=5610765&d=90&rx=309&ry=-40&ho=20&rotate=0#frydstejn>



Můžete vyzkoušet zde:  
<https://mapy.cz/s/puzuposoko>

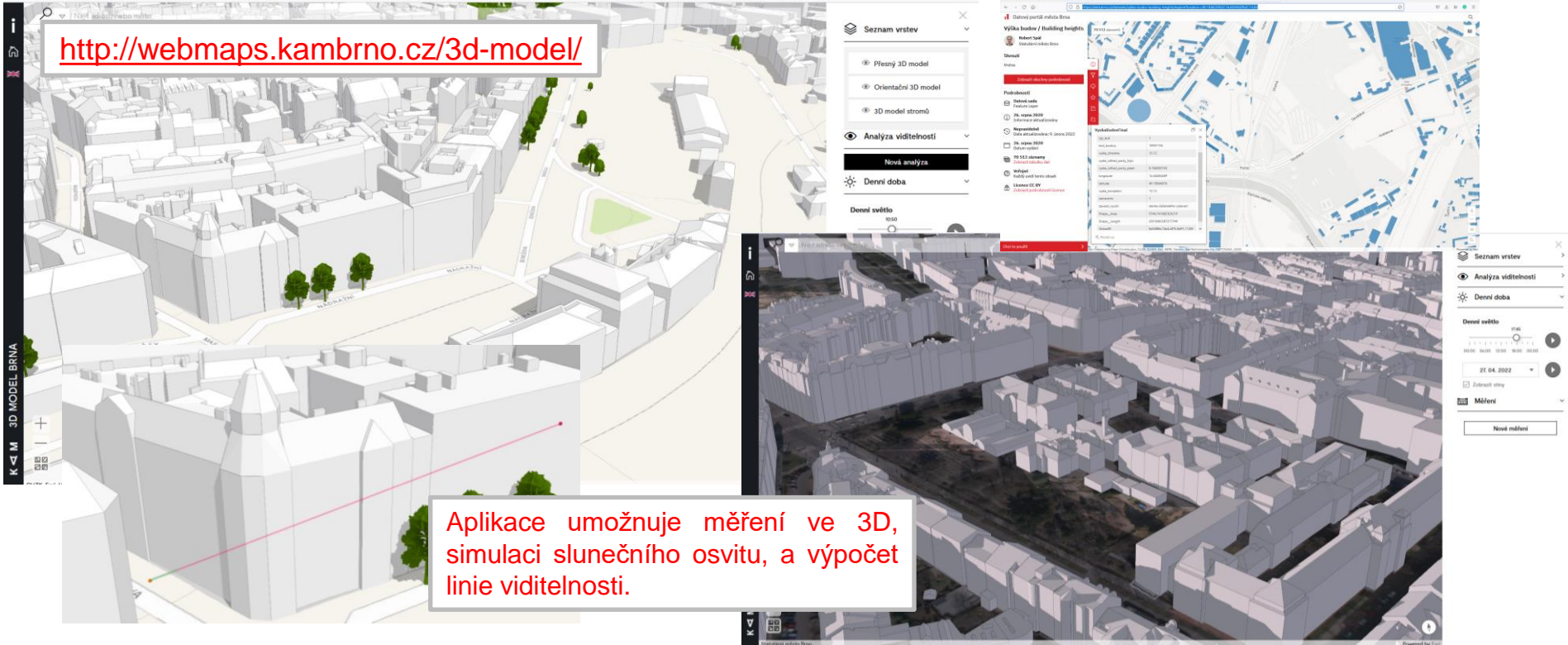
Můžete vyzkoušet zde:  
<https://mapy.cz/s/madafukepa>



# Aplikace – 3D model Brna

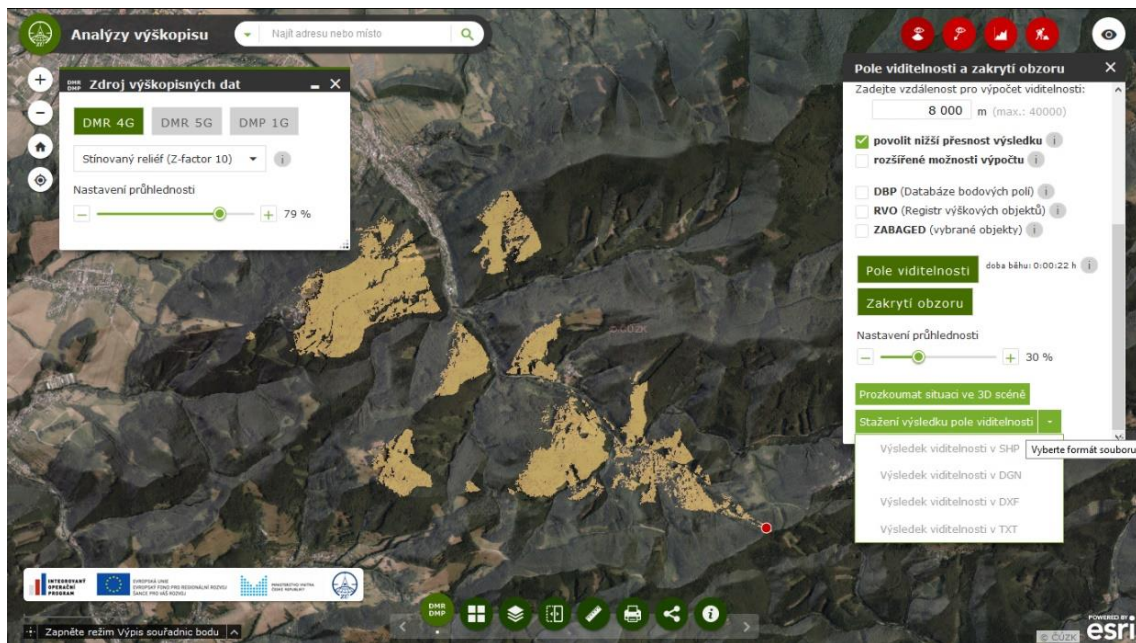
Zjednodušená varianta modelu (LoD1)  
k dispozici ke stažení  
<https://data.brno.cz/maps/mestobrna::krabicov%C3%BD-model-budov-brno-3d-buildings-model-lod1/about>

<http://webmaps.kambrno.cz/3d-model/>



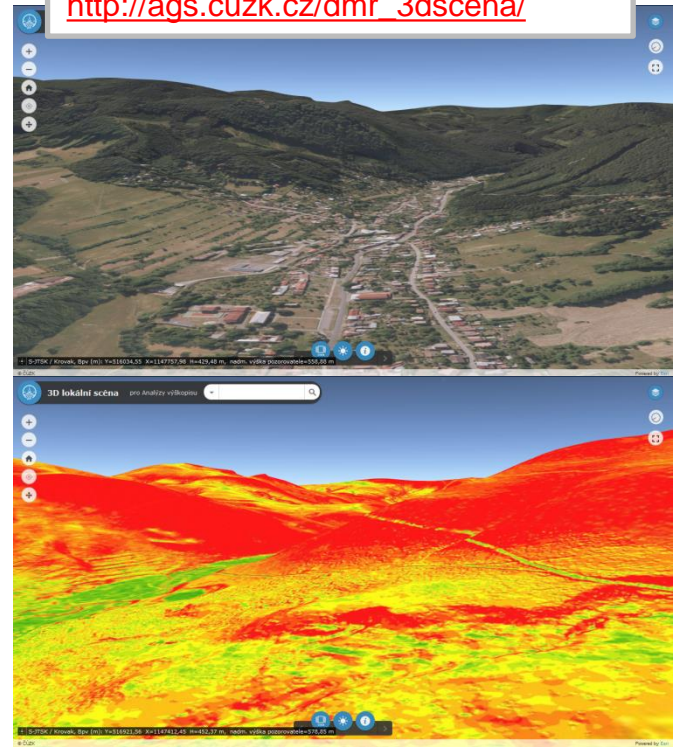
Aplikace umožňuje měření ve 3D, simulaci slunečního osvětlení, a výpočet linie viditelnosti.

# Aplikace – Analýzy výškopisu ČÚZK



Můžete vyzkoušet zde: <https://ags.cuzk.cz/dmr/>  
Lze využít při plánování staveb či turistice

Webová aplikace, která pracuje s daty ČÚZK (DMR 4G, 5G a DMP 1G) a umožňuje analýzy viditelnosti, konstrukci terénních profilů, orientační výpočet objemu apod. Výsledky analýz lze stáhnout (jako Shapefile) nebo zobrazit ve 3D scéně [http://ags.cuzk.cz/dmr\\_3dscena/](http://ags.cuzk.cz/dmr_3dscena/)



## Aplikace 3D GIS – shrnutí & některé aktuálně používané související **termíny**

- 3D modelování a vizualizace může být **nákladné** – zejména pořizování nových dat
- Záleží přitom na účelu výsledného 3D modelu, vizualizace či 3D GISu
- Je proto vhodné uvažovat u **využití 3D modelů ve více různých oblastech**, mimo již zmíněné to jsou také:
  - Územní plánování („**geodesign**“, **participace veřejnosti**)
  - Evidence a správa budov v různých měřících (**facility management**, **Building Information Modeling**, památková péče, ...)
  - „**Chytré budovy**“ (**indoor navigace**, ...) a chytré města („**smart cities**“)
  - Environmentální problematika (**analýzy městského klimatu**, ...)
  - Podpora krizového řízení (evakuace z budov či prostoro jako jsou stanice metra)
  - Propagace, popularizace, „**virtuální turistika**“, „**serious games**“, ...

# „Závěrem ...“

- *Kde se dozvíte víc?*
  - Z8818 Aplikovaná geoinformatika
  - Z8311 3D modelování a vizualizace
  - nebo individuálně při zpracování bakalářský či diplomových prací

## Analýza viditelnosti z Bezručovy a Raškovy vyhlídky

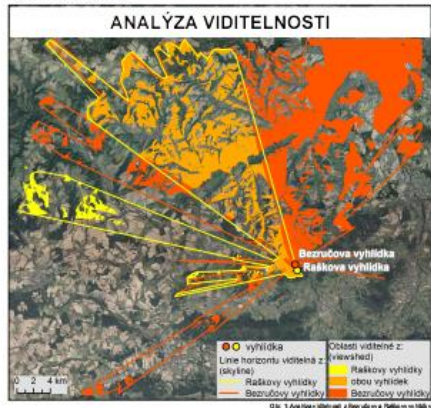
Terazs COUFALOVÁ, Veronika VYBRALOVÁ, Lucie GEHEROVÁ, Jana MORÁVKOVÁ  
Masarykova univerzita, Brno 2014

okres Nový Jičín

Pomocí nástroje GIS (v tomto případě v prostředí ArcMap a ArcScene od společnosti ESRI) je možné analyzovat viditelnost krajiny z konkrétních míst (např. rozhleden) - nebo analogicky viditelnost objektů (např. věžní či elektrárn) z okolního území.

**DATA**  
Vstupními daty byly pouze vektorové vstupy (země, území), vektorové vstupy lesů a souřadnice vyhlídek.

**PŘÍPRAVA DAT**  
Základem bylo očištění vektorů od chyby a interpolace rámečků. Teprve Raškov vyhlídka digitálního modelu terénu (DMT) by rozlišení 10 m. V další fázi byla vygenerována digitální povrchová (DEM), kde je lesy v černošedé paletě pokryty. A to dostalme upravme hranice lesů v tabulce vyhlídek podle WMS celostátní, dále přeměneme tyto vstupy lesů na raster a vektoru přepočítáme viditelnost pomocí 3D viz. je přičteno k DMT. Na základě její souřadnice byly vygenerovány bodové vstupy obou vyhlídek a na základě informací v DMT je bylo získány interpolované rámečkové sítě přepočítané výškové souřadnic.



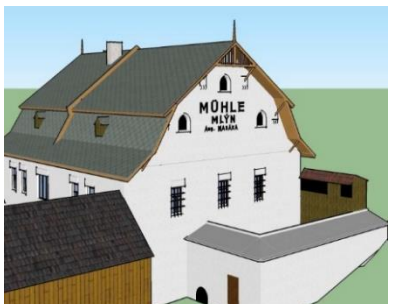
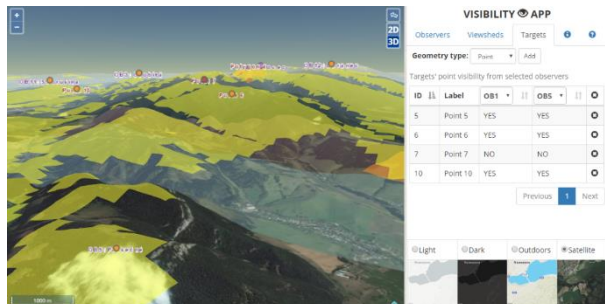
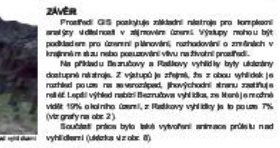
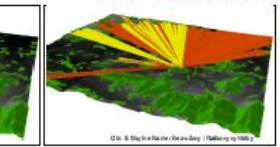
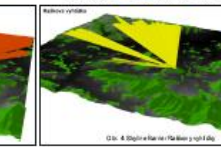
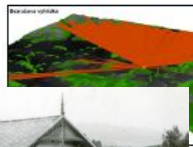
Ob. 1. Analýza viditelnosti z Raškovy a Bezručovy vyhlídky



Ob. 2. Raškovy vyhlídka je místo rekreačního cíle a plněná výhledem na okolí městečka. Území bylo v době od roku 2012 do 2014 (včetně) v držení společnosti Raškovy vyhlídka. Tato společnost byla zrušena a její majetek je nyní v držení společnosti Raškovy vyhlídka. Území bylo v době od roku 2012 do 2014 (včetně) v držení společnosti Raškovy vyhlídka. Území bylo v době od roku 2012 do 2014 (včetně) v držení společnosti Raškovy vyhlídka.



Ob. 3. Tabulka viditelnosti z Raškovy a Bezručovy vyhlídky







# Děkuji za pozornost

RNDr. Lukáš Herman, Ph.D. – [herman.lu@mail.muni.cz](mailto:herman.lu@mail.muni.cz)

Geografický ústav,  
Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita,