



3D modelování a vizualizace v geoinformatice

RNDr. **Lukáš HERMAN**, Ph.D.

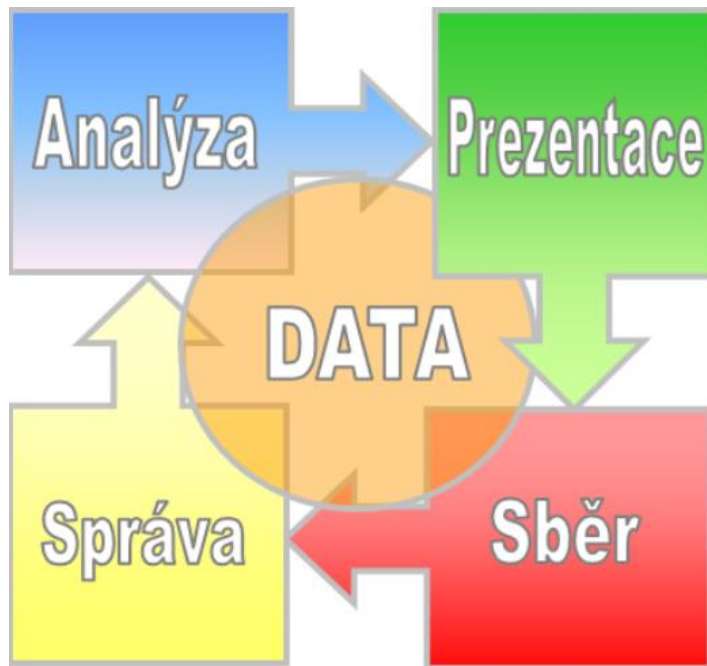
Geografický ústav

Přírodovědecká fakulta Masarykova univerzita

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
- ...

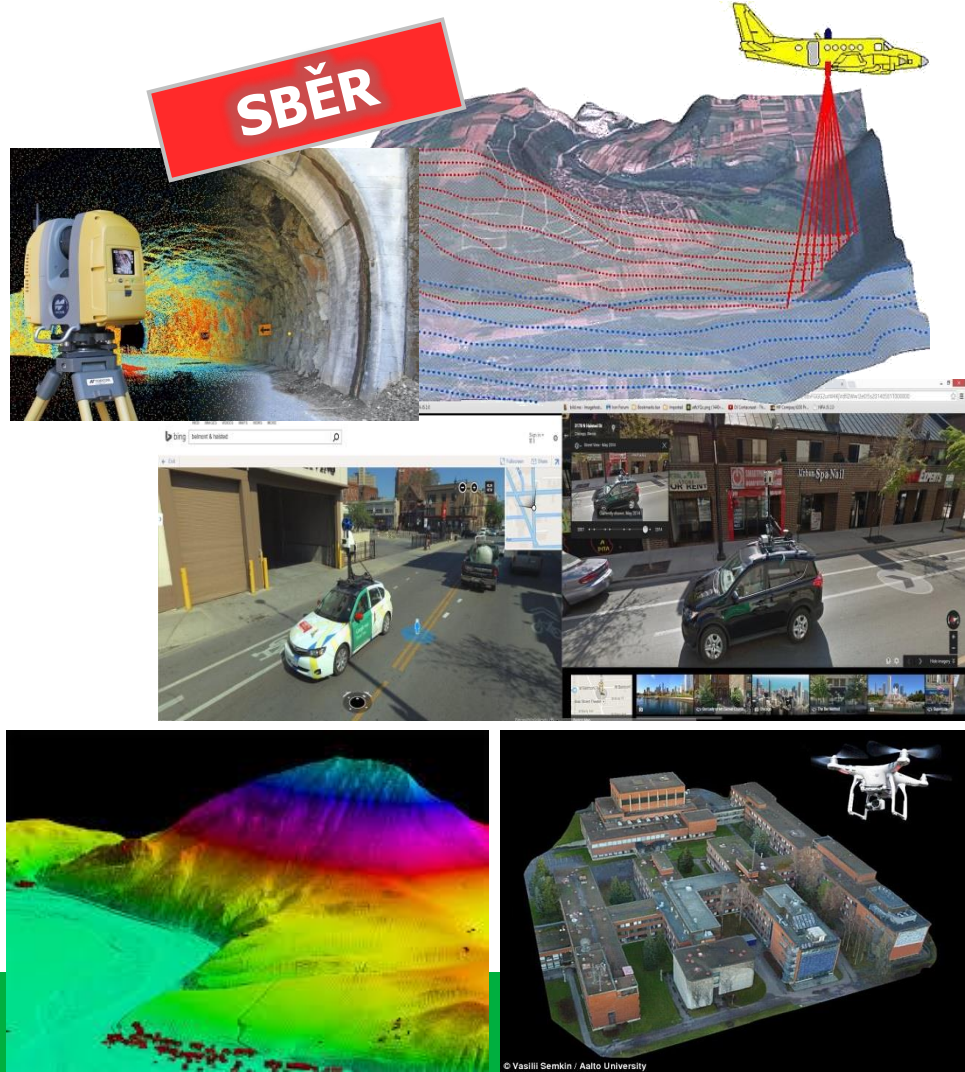
Obsah prezentace



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

Metody sběru 3D dat

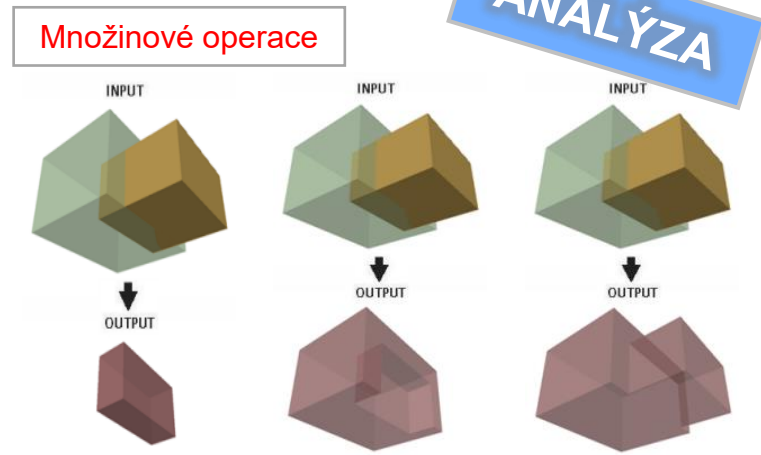
- Geodetické metody měření
 - Včetně GNSS (GPS)
- (Stereo)fotogrammetrie
- Snímkování z družic, letadel, dronů
- Laserové skenování
 - Letecké nebo pozemní
- Sférické snímkování (Street View)
- ...



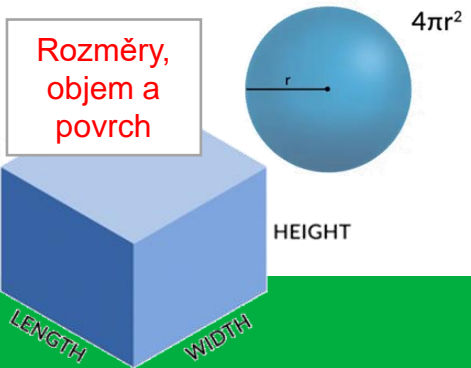
Základní analýzy ve 3D

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

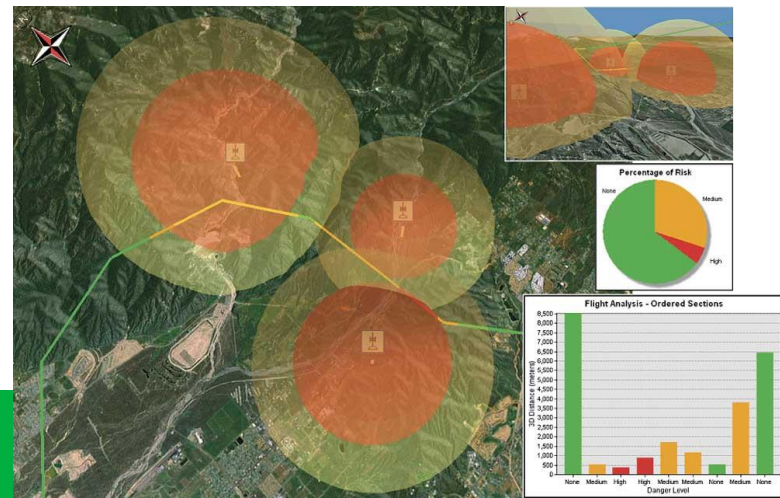
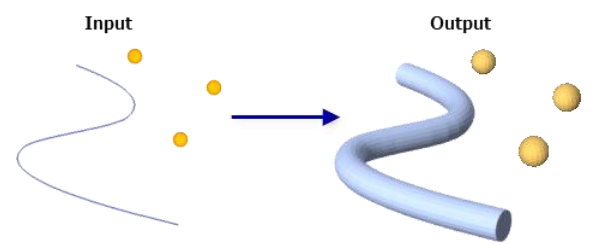
ANALÝZA



Rozměry, objem a povrch

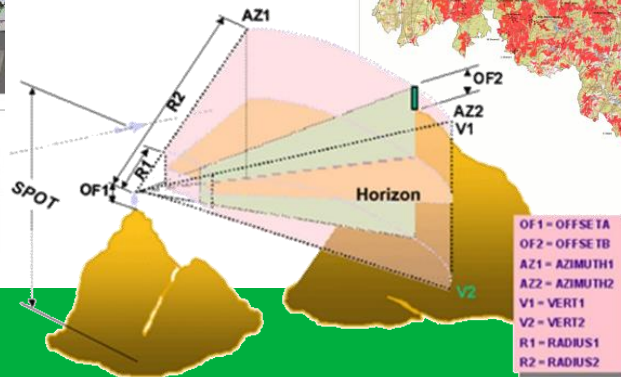
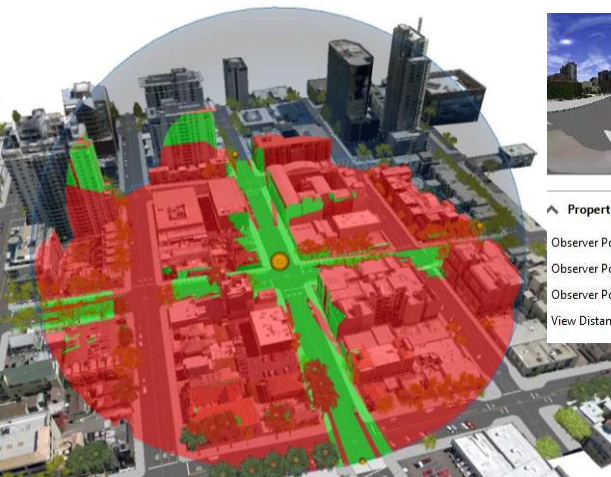
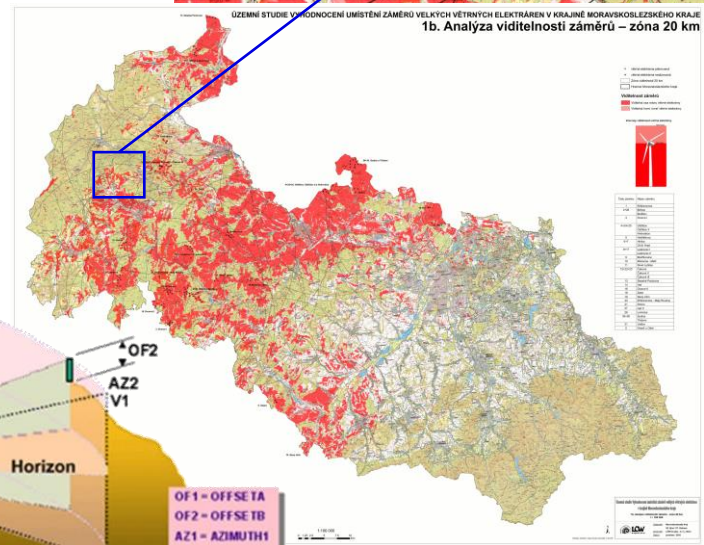
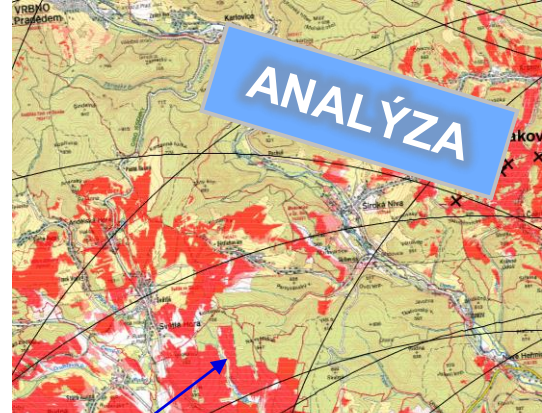


Buffer 3D - příklady



Analýzy viditelnosti

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

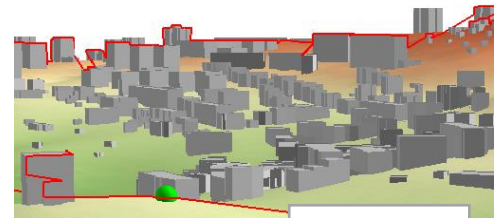


OF1 = OFFSETA
OF2 = OFFSETB
AZ1 = AZIMUTH1
AZ2 = AZIMUTH2
V1 = VERT1
V2 = VERT2
R1 = RADIUS1
R2 = RADIUS2

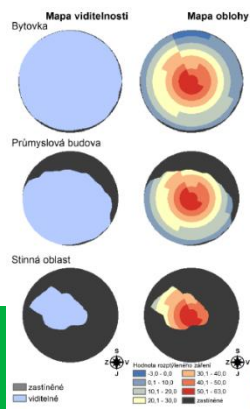
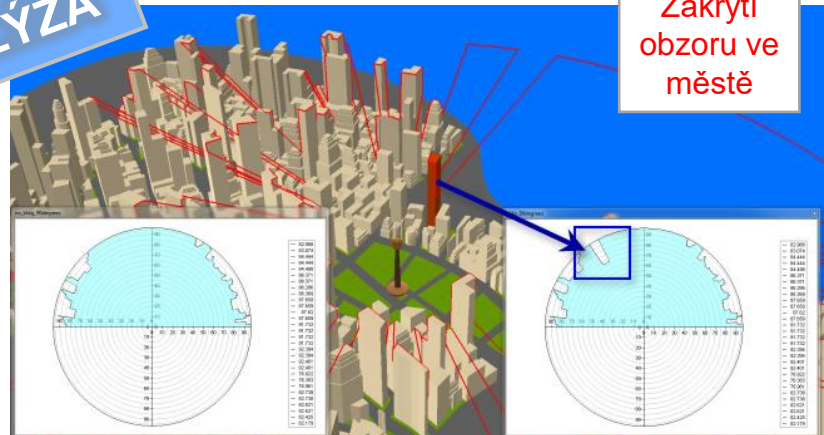
Analýza zakrytí obzoru, oslunění a zastínění

- Výpočty
 - Kam umístit solární panely = potenciální solární insolace
 - Zakrytí obzoru
 - Určení zastínění novými budovami

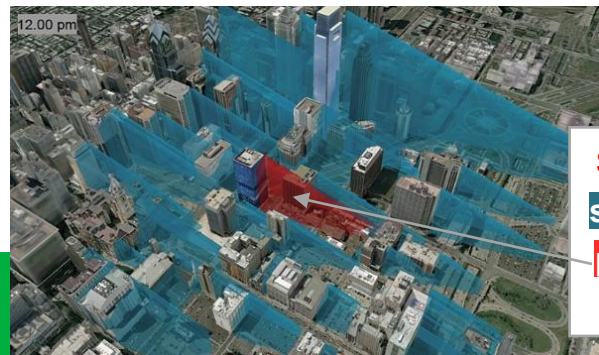
ANALÝZA



Zakrytí obzoru ve městě



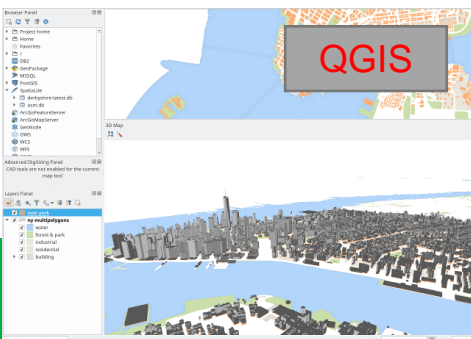
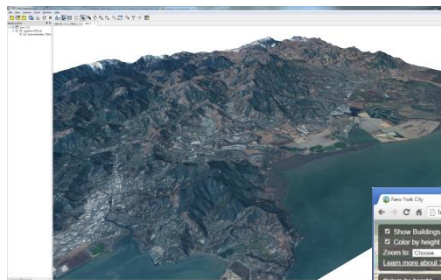
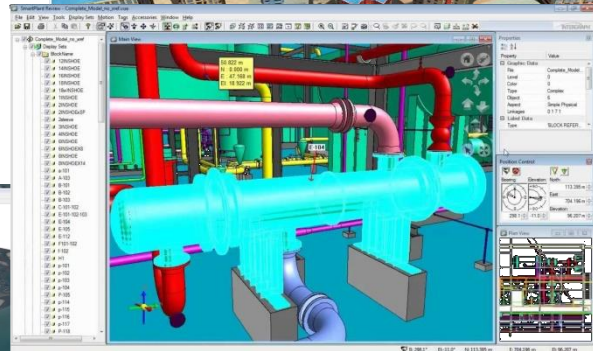
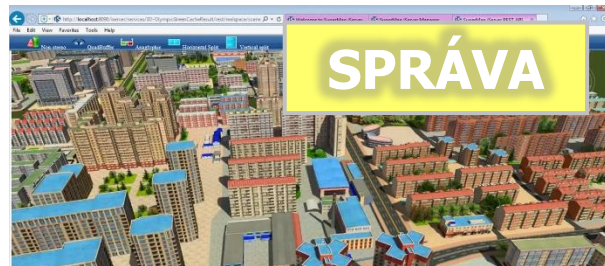
Celková intenzita energie [Wh/m ²]	
Bytovka 1	1 045 257,89
Bytovka 2	1 003 098,78
Pole	998 046,72
Průmyslová budova	997 129,16
Garáž	995 598,72
Rodinný dům	741 765,45
Stinná oblast	198 033,14



Stíny vržené stávajícími a plánovanou budovou

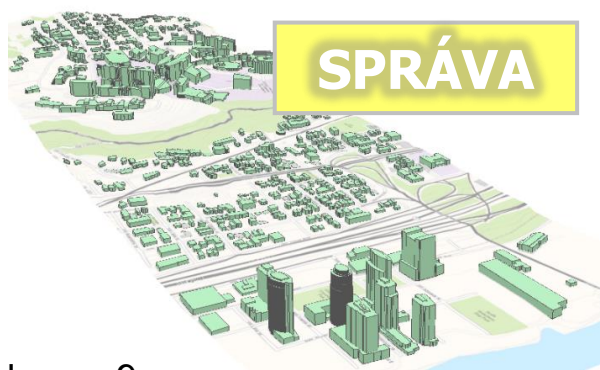
Software

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

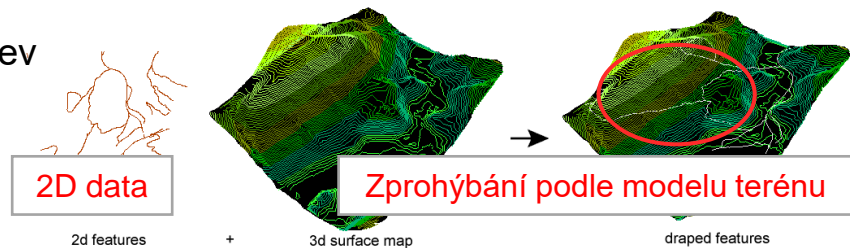


Cesium

Transformace 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**

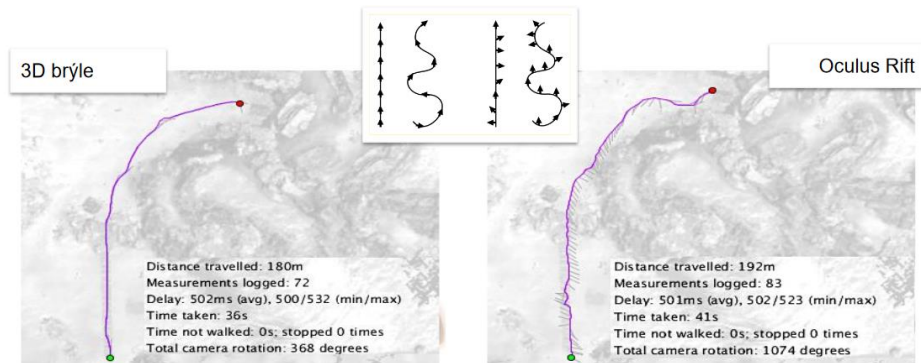
Virtuální realita

- „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

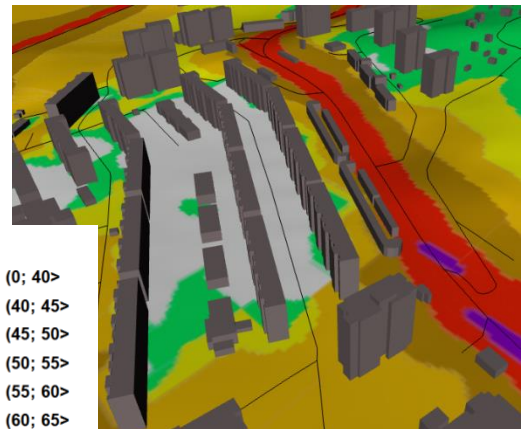
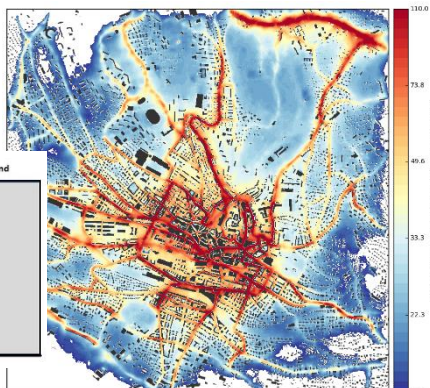
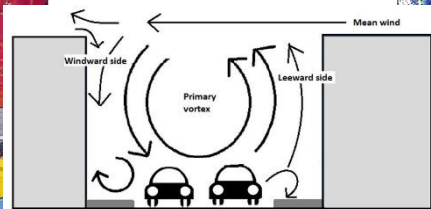


3D vizualizace & uživatelé

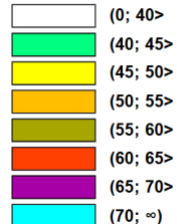
- Existuje mnoho různých potenciálních uživatelé
 - odborníci, státní správa, široká veřejnost, ...
- Proto si kartografové kladu i následující otázky.
 - Rozumí lidé 3D vizualizaci?
 - Dokáží z ní zjistit hledané informace (rychle a správně)?
 - Není lepší „klasická“ 2D mapa, např. na papíře?
 - Jak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



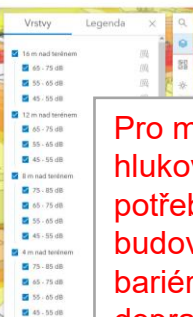
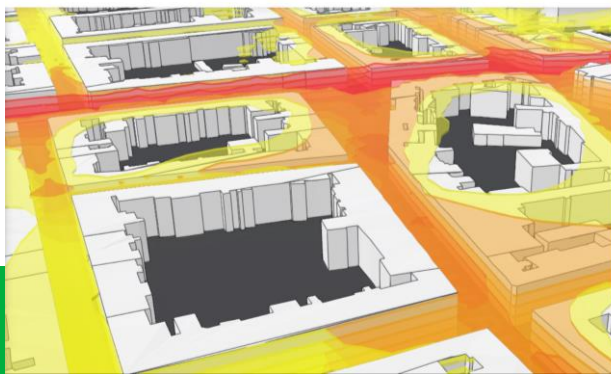
Možné aplikace: modelování znečištění a hluku



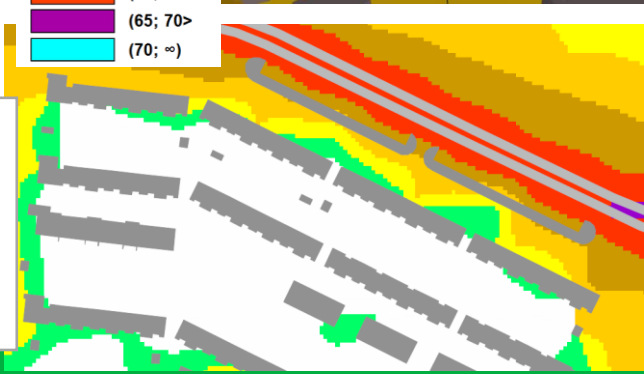
L_{Aeq} [dB]



ArcGIS - Hluk ve 3D - izopásma



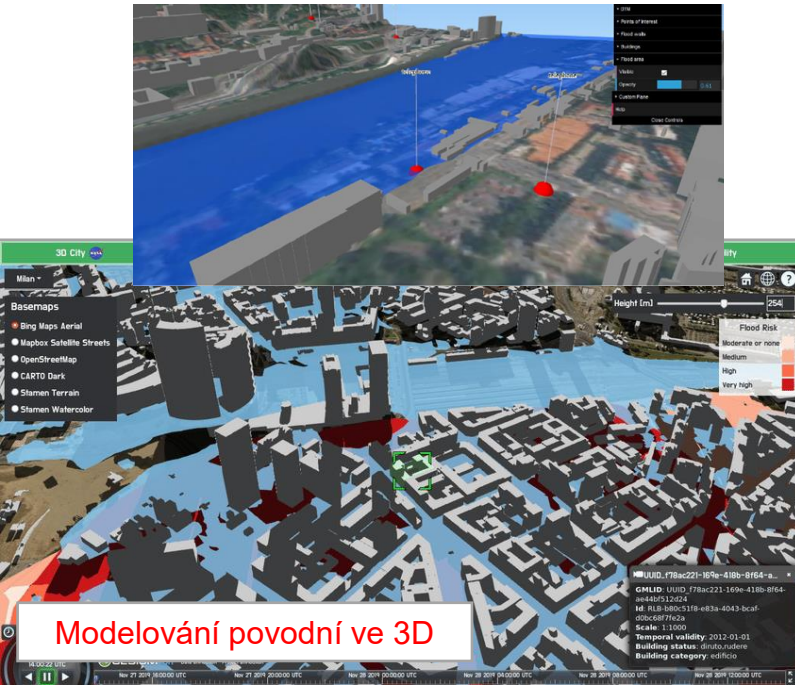
Pro modelování
hlukové zátěže jsou
potřeba data o terénu,
budovách, hlukových
bariérách ale i intenzitě
dopravy apod.



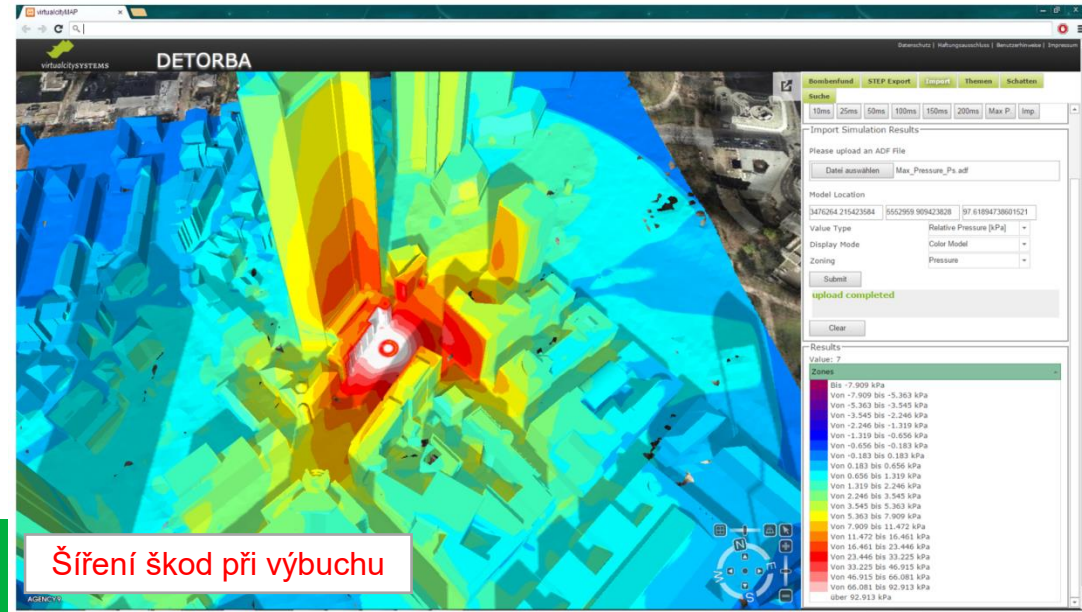
Možné aplikace: Krizové řízení



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

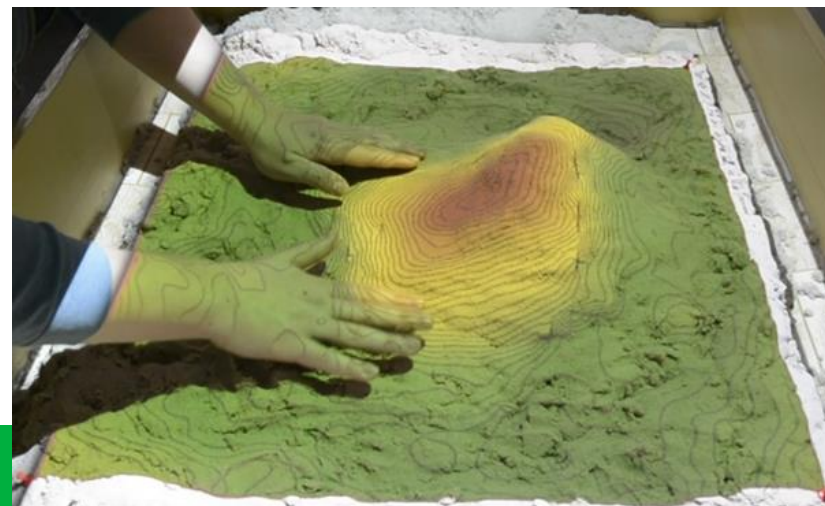
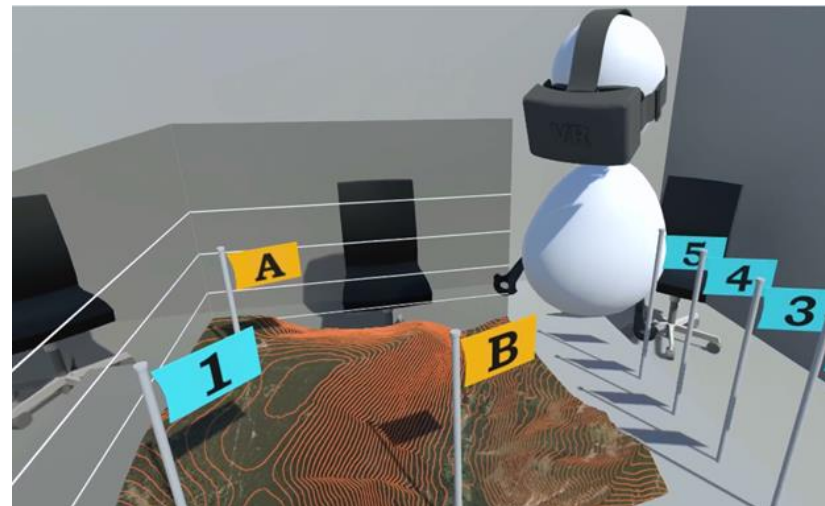
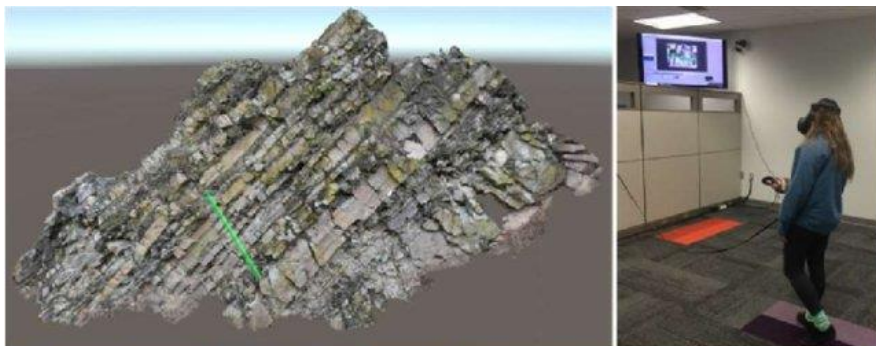


Modelování povodní ve 3D

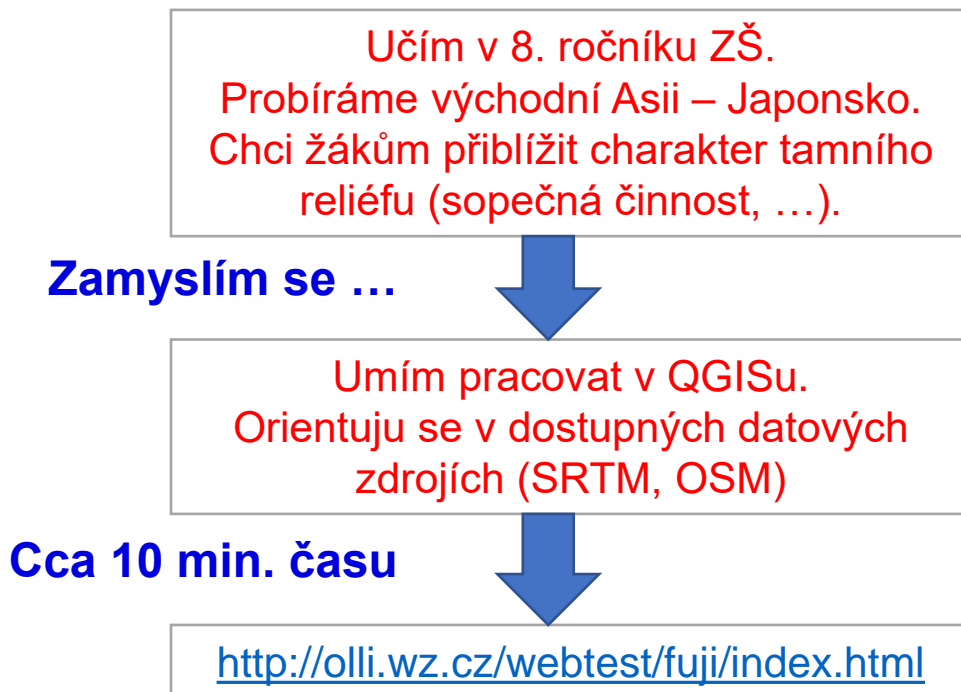


Šíření škod při výbuchu

Možné aplikace: Výuka



Jak jednoduše využít 3D vizualizaci v hodině zeměpisu?



Kterou hora zobrazuje 3D model?



A) Fuji

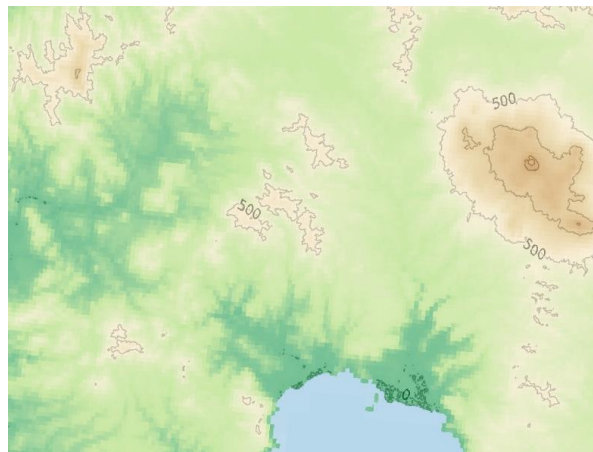


B) Mount Everest

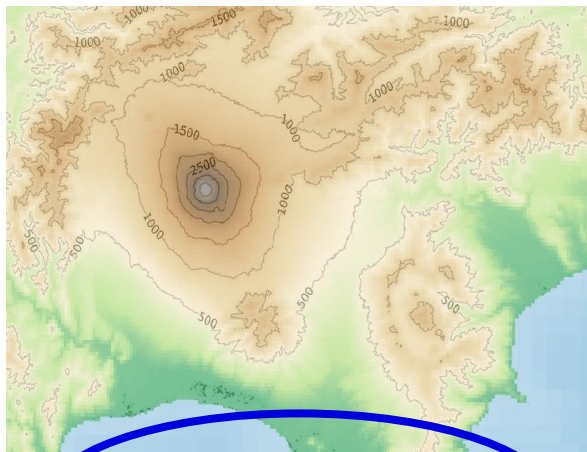


C) Krakatoa

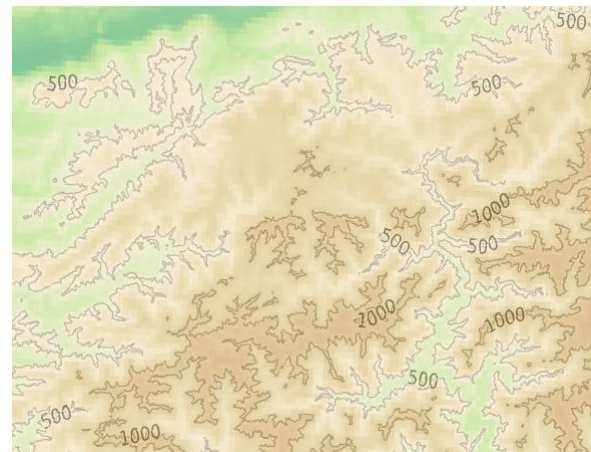
Která 2D mapa odpovídá 3D modelu?



A)



B)



C)

Zjistí z 3D modelu nadmořskou výšku Fuji.

Přibližně 3650 m n. m.

Jak vznikla hora Fuji?





*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.

3D vizualizace a virtuální realita v územním plánování?

	Aktuální stav	Plán
Abstraktní vizualizace	 An abstract 3D visualization of an urban area. Buildings are represented as simple, flat-colored blocks in shades of yellow, orange, and purple. The layout is somewhat irregular, with a prominent road cutting through the scene. The overall style is minimalist and schematic.	 An abstract 3D visualization of the same urban area as in the 'Aktuální stav' image, but representing a planned state. The buildings are more uniform in color and shape, and the layout is more organized and symmetrical, reflecting a more structured urban plan.
Realistická vizualizace	 A realistic 3D visualization of the current state of the urban area. Buildings are detailed with textures, windows, and shadows. A construction crane is visible in the foreground, and the overall scene is more complex and detailed, showing a mix of old and new structures.	 A realistic 3D visualization of the same urban area as in the 'Aktuální stav' image, but representing the planned state. The buildings are more uniform in design and color, and the layout is more organized and symmetrical, reflecting a more structured urban plan. The scene is more detailed and shows a mix of old and new structures.



Desktop PC

ArcGIS Online
360 VR web viewer



VR – HMD
Pico Neo 3 Pro Eye



Mobilní zařízení
Tablety, chytré telefony

<https://www.arcgis.com/apps/360vr/index.html?id=0dac3bd5b4164a20a04e5a141e811c7b>

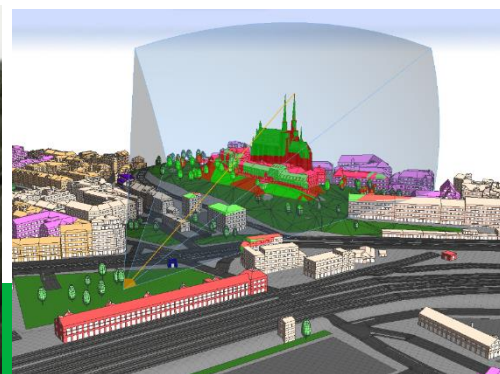
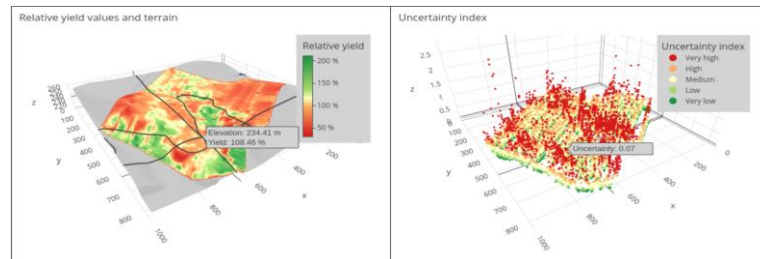
Aplikace 3D GIS – shrnutí

& 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 měřítcích (**facility management**, **Building Information Modeling**, památková péče, ...)
 - „**Chytré budovy**“ (**indoor navigace**, ...) a chytré města („**smart cities**“)
 - Environmentální problematika (**analýzy městského klimatu**, ...)
 - 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



Děkuji za pozornost

RNDr. Lukáš Herman, Ph.D. herman.lu@mail.muni.cz

Geografický ústav,
Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita