

# WebGL Earth

## Virtuální glóbus v internetovém prohlížeči

Petr Sloup <sloup@mail.muni.cz>

Vedoucí: Mgr. Petr Přidal

Fakulta informatiky,  
Masarykova univerzita

14. ročník studentské konference GISáček,  
10. května 2011



- 1 Úvod
  - HTML5 a WebGL
  - Cíle projektu WebGL Earth
  - Zdroje dat
- 2 Metody správy obrovských texturových dat
  - Identifikace problému
  - Existující metody
  - ClipStack
- 3 Implementace
  - SegmentedPlane
  - Volná kamera
- 4 Výsledky práce
- 5 Budoucnost projektu
  - Detailní elevační data
  - 3D budovy
  - Vektorová data

# HTML5 a WebGL

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*)



# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení
  - 2D context

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení
  - 2D context
  - **WebGL** – 3D

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení
  - 2D context
  - **WebGL** – 3D



- Khronos Group

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení
  - 2D context
  - **WebGL** – 3D



- Khronos Group
- Založeno na OpenGL ES 2.0

# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení
  - 2D context
  - **WebGL** – 3D



- Khronos Group
- Založeno na OpenGL ES 2.0
- Přímý přístup k operacím grafické karty



# HTML5 a WebGL



- W3C/WHATWG
- Poslední revize standardu HTML – stále ve vývoji
- Standard zaměřený na modernější, dynamičtější web
- Vylepšená sémantika: `<header>`, `<article>`, ... + Microdata
- Offline Storage (*Cookies++*), Drag-and-drop, Geolocation, ...
- `<canvas>` pro hardwarově akcelerované kreslení
  - 2D context
  - **WebGL** – 3D



- Khronos Group
- Založeno na OpenGL ES 2.0
- Přímý přístup k operacím grafické karty
- Programmable Pipeline – GLSL shadery

# Cíle projektu WebGL Earth

- 3D vizualizace Země přímo v internetovém prohlížeči

# Cíle projektu WebGL Earth

- 3D vizualizace Země přímo v internetovém prohlížeči
  - Elevační data

# Cíle projektu WebGL Earth

- 3D vizualizace Země přímo v internetovém prohlížeči
  - Elevační data
  - Budovy

# Cíle projektu WebGL Earth

- 3D vizualizace Země přímo v internetovém prohlížeči
  - Elevační data
  - Budovy
- **WebGL Earth API**

# Cíle projektu WebGL Earth

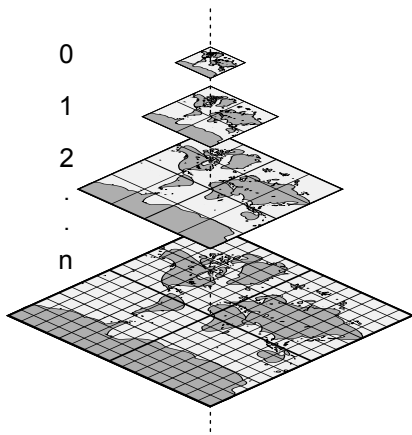
- 3D vizualizace Země přímo v internetovém prohlížeči
  - Elevační data
  - Budovy
- **WebGL Earth API** (*open-source* alternativa ke Google Earth API)

# Cíle projektu WebGL Earth

- 3D vizualizace Země přímo v internetovém prohlížeči
  - Elevační data
  - Budovy
- **WebGL Earth API** (*open-source* alternativa ke Google Earth API)
  - V blízké době bude mít více uživatelů *WebGL-enabled* prohlížeč než *Google Earth Plugin*.

# Zdroje dat

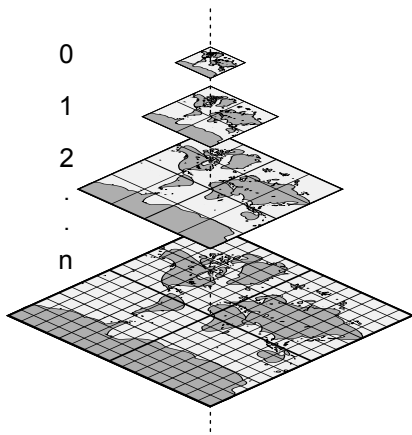
- Oblíbené Mercator dlaždice





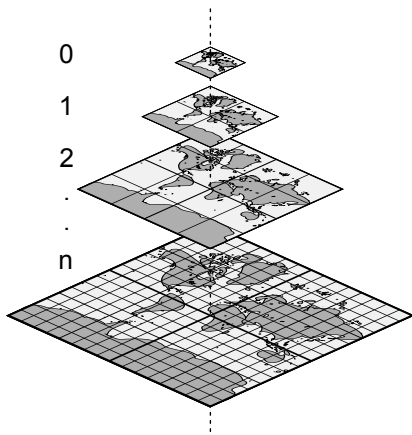
# Zdroje dat

- Oblíbené Mercator dlaždice
- Sady  $256 \times 256$ px obrázků



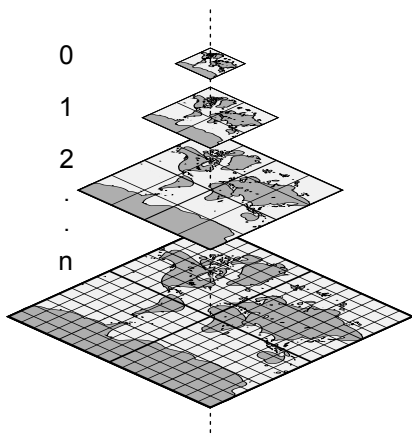
# Zdroje dat

- Oblíbené Mercator dlaždice
- Sady  $256 \times 256$ px obrázků
- Volně dostupné projekty



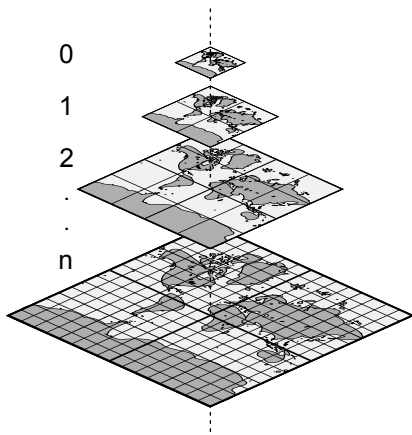
# Zdroje dat

- Oblíbené Mercator dlaždice
- Sady  $256 \times 256$ px obrázků
- Volně dostupné projekty
  - OpenStreetMap (18 úrovní přiblížení)



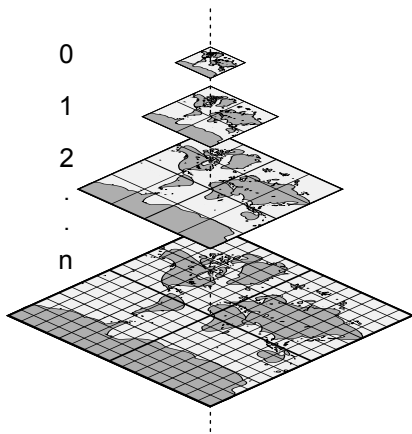
# Zdroje dat

- Oblíbené Mercator dlaždice
- Sady  $256 \times 256$ px obrázků
- Volně dostupné projekty
  - OpenStreetMap  
(18 úrovní přiblížení)
  - Bing Maps  
(včetně leteckých snímků)



# Zdroje dat

- Oblíbené Mercator dlaždice
- Sady  $256 \times 256$ px obrázků
- Volně dostupné projekty
  - OpenStreetMap  
(18 úrovní přiblížení)
  - Bing Maps  
(včetně leteckých snímků)
  - MapQuest
  - CloudMade
  - ...



# Identifikace problému

# Identifikace problému

- Správa obrovských texturových dat

# Identifikace problému

- Správa obrovských texturových dat
  - až 23 úrovní přiblížení



# Identifikace problému

- Správa obrovských texturových dat
  - až 23 úrovní přiblížení
  - 4 EB (4 294 967 296 GB) surových dat

# Identifikace problému

- Správa obrovských texturových dat
  - až 23 úrovní přiblížení
  - 4 EB (4 294 967 296 GB) surových dat
  - 2 miliardy × 2 miliardy pixelů

# Identifikace problému

- Správa obrovských texturových dat
  - až 23 úrovní přiblížení
  - 4 EB (4 294 967 296 GB) surových dat
  - 2 miliardy × 2 miliardy pixelů
- Optimalizace pro relativně pomalý JavaScript – přesun zátěže na GPU

# Existující metody

# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures

# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS

# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS
  - Špatná škálovatelnost

# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS
  - Špatná škálovatelnost
  - Prakticky použitelné na textury maximálně  $128k \times 128k$  pixelů (9 úrovní přiblížení)



# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS
  - Špatná škálovatelnost
  - Prakticky použitelné na textury maximálně  $128k \times 128k$  pixelů (9 úrovní přiblížení)
- ClipMapping

# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS
  - Špatná škálovatelnost
  - Prakticky použitelné na textury maximálně  $128k \times 128k$  pixelů (9 úrovní přiblížení)
- ClipMapping
  - Pokročilá metoda práce se **souvislou** podmnožinou textury

# Existující metody

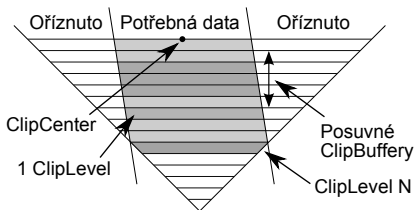
- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS
  - Špatná škálovatelnost
  - Prakticky použitelné na textury maximálně  $128k \times 128k$  pixelů (9 úrovní přiblížení)
- ClipMapping
  - Pokročilá metoda práce se **souvislou** podmnožinou textury
  - Vyšší nároky na CPU

# Existující metody

- Virtual Texturing / MegaTextures
  - Přebírá základní myšlenky virtualizace paměti z OS
  - Špatná škálovatelnost
  - Prakticky použitelné na textury maximálně  $128k \times 128k$  pixelů (9 úrovní přiblížení)
- ClipMapping
  - Pokročilá metoda práce se **souvislou** podmnožinou textury
  - Vyšší nároky na CPU
- Důkladné analýzy ukázaly, že existující metody nejsou vhodné

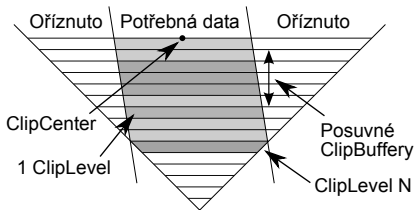
# ClipStack

- Nová metoda



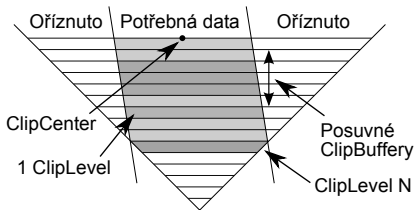
# ClipStack

- Nová metoda
- Vycházíme z ClipMappingu



# ClipStack

- Nová metoda
- Vycházíme z ClipMappingu
- Optimalizovaná pro prostředí JavaScript + WebGL



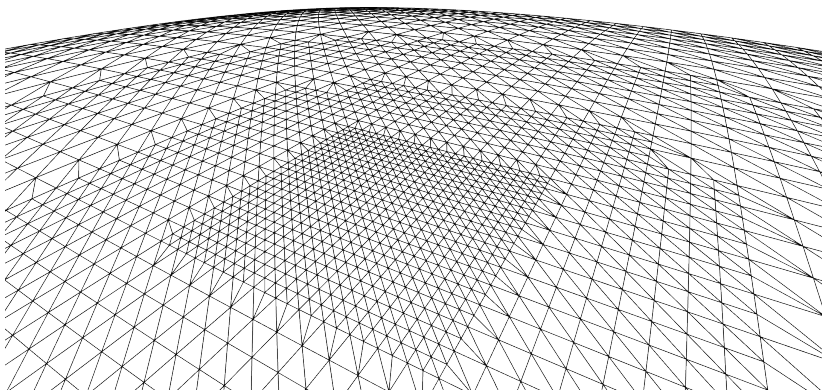
# SegmentedPlane

- Strukturu pro správu geometrie



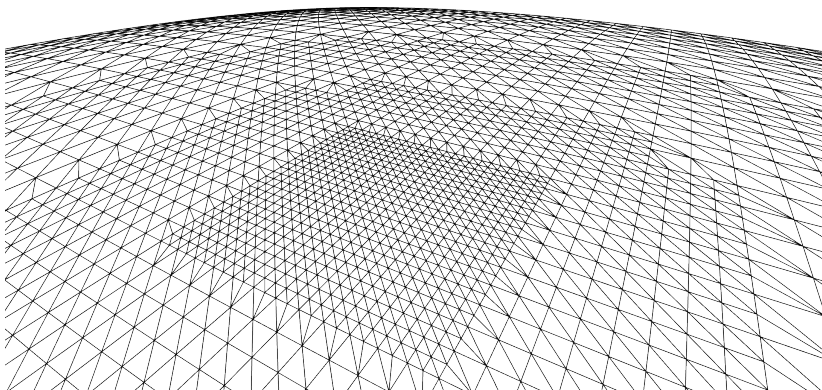
# SegmentedPlane

- Strukturu pro správu geometrie



# SegmentedPlane

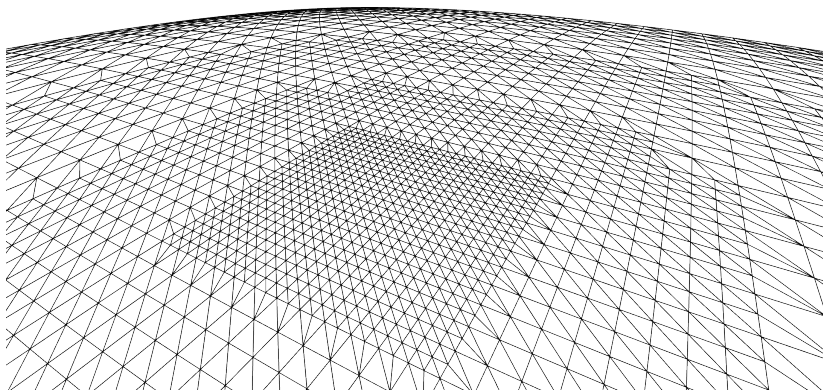
- Strukturu pro správu geometrie



- Omezené množství neměnných vektorových dat

# SegmentedPlane

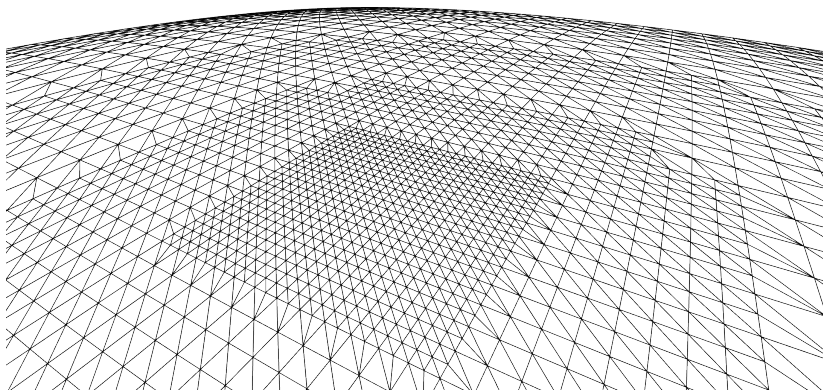
- Strukturu pro správu geometrie



- Omezené množství neměnných vektorových dat
  - Posun společně s kamerou tak, aby nebylo vidět "prázdnou"

# SegmentedPlane

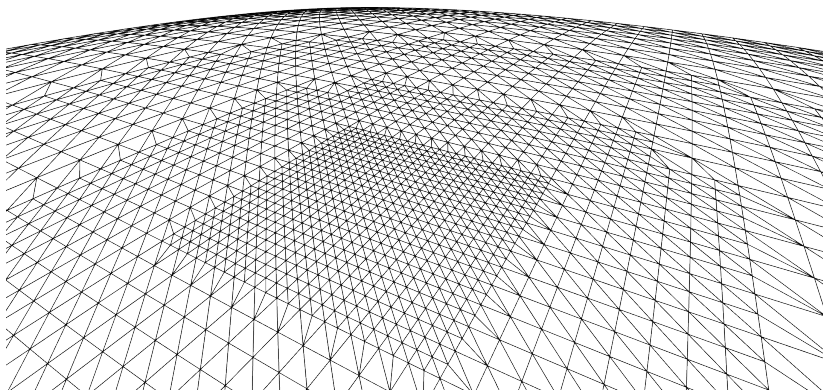
- Strukturu pro správu geometrie



- Omezené množství neměnných vektorových dat
  - Posun společně s kamerou tak, aby nebylo vidět "prázdkno"
- Dostatečně rozsáhlá a současně detailní pro 3D terén

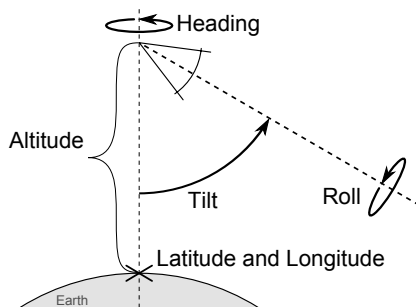
# SegmentedPlane

- Strukturu pro správu geometrie



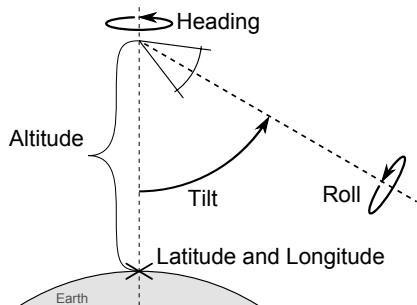
- Omezené množství neměnných vektorových dat
  - Posun společně s kamerou tak, aby nebylo vidět "prázdkno"
- Dostatečně rozsáhlá a současně detailní pro 3D terén
  - Různé Levels-of-detail (LOD) v jediném objektu

# Volná kamera



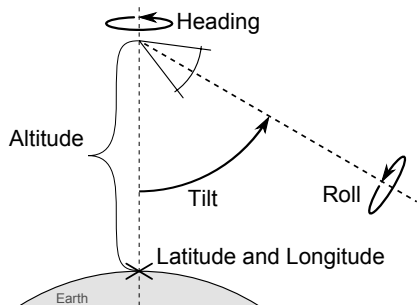
# Volná kamera

- Řada parametrů společně definuje výslednou pozici a směr kamery



# Volná kamera

- Řada parametrů společně definuje výslednou pozici a směr kamery
- Kompatibilita s KmlCamera Interface





# Výsledky práce

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu
- Geocoding – vyhledávání míst pod názvů (data z OSM Nominatim service)

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu
- Geocoding – vyhledávání míst pod názvů (data z OSM Nominatim service)
- Podpora markerů

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu
- Geocoding – vyhledávání míst pod názvů (data z OSM Nominatim service)
- Podpora markerů
- Základní **WebGL Earth API**

# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu
- Geocoding – vyhledávání míst pod názvů (data z OSM Nominatim service)
- Podpora markerů
- Základní **WebGL Earth API**
  - Snadné vložení 3D glóbu do vlastních stránek



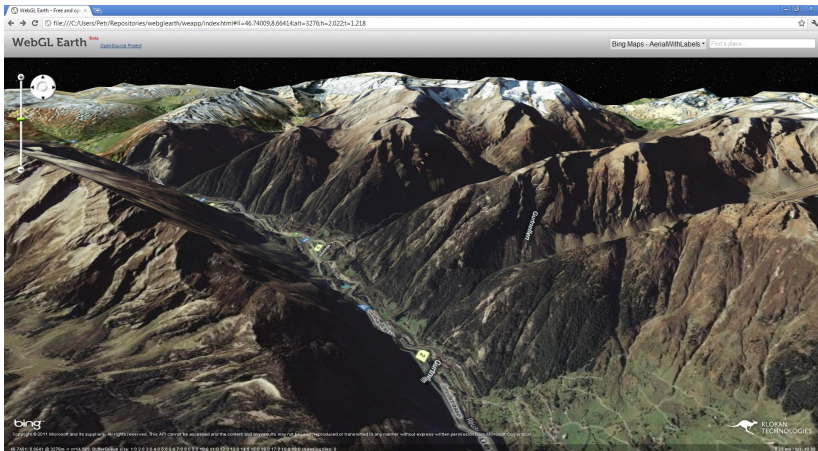
# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu
- Geocoding – vyhledávání míst pod názvů (data z OSM Nominatim service)
- Podpora markerů
- Základní **WebGL Earth API**
  - Snadné vložení 3D glóbu do vlastních stránek
  - Možnost zobrazení vlastních dlaždic

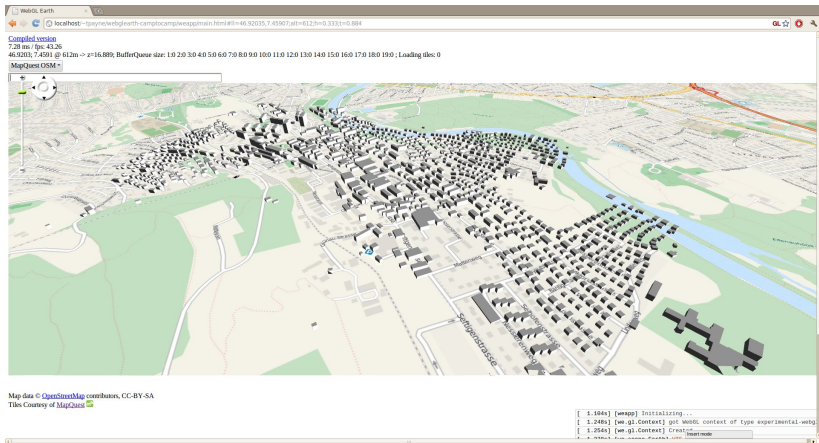
# Výsledky práce

- Virtuální glóbus funkční přímo v moderním internetovém prohlížeči
- Ovládání myši – Plynulý dragging, změna přiblížení, animace, ...
- Přepínání zdrojů dlaždic za běhu
- Geocoding – vyhledávání míst pod názvů (data z OSM Nominatim service)
- Podpora markerů
- Základní **WebGL Earth API**
  - Snadné vložení 3D glóbu do vlastních stránek
  - Možnost zobrazení vlastních dlaždic
  - Programové ovládání pozice, přiblížení, ...

# Detailní elevační data



# 3D budovy



Ranná alpha verze 3D budov

# Budoucnost projektu

- Detailní elevační data
- 3D budovy

# Budoucnost projektu

- Detailní elevační data
- 3D budovy
- Vektorová data

# Budoucnost projektu

- Detailní elevační data
- 3D budovy
- Vektorová data
- Rozšířené možnosti API

# Budoucnost projektu

- Detailní elevační data
- 3D budovy
- Vektorová data
- Rozšířené možnosti API
  - Překryvové vrstvy



# Budoucnost projektu

- Detailní elevační data
- 3D budovy
- Vektorová data
- Rozšířené možnosti API
  - Překryvové vrstvy
  - Podpora KML

# Budoucnost projektu

- Detailní elevační data
- 3D budovy
- Vektorová data
- Rozšířené možnosti API
  - Překryvové vrstvy
  - Podpora KML
  - ...

Děkuji za pozornost.