

3D geovizualizace meteorologických a klimatických dat v Google Earth

Anotace

V rámci této práce byly prakticky vytvořeny ukázkové 3D geovizualizace meteorologických a klimatických dat, určené pro platformu Google Earth. Pro vizualizaci teplotních polí byly aplikovány různé metody (horizontální roviny, mračna bodů, 3D kartodiagramy, voxely) na datové sady různého měřítka (ČHMÚ, ECMWF, WorldClim). Celý proces tvorby, zahrnující zpracování dat v ArcGIS Pro, export do KML/KMZ a nezbytné manuální i AI asistované úpravy KML kódu pro zajištění funkčnosti, je detailně zdokumentován. Tyto konkrétní vizualizace a metodika posloužily jako základ pro další cíl práce: systematické srovnání a zhodnocení schopností, výhod a limitů dvou hlavních variant platformy – desktopové (Google Earth Pro) a webové verze – pro specifické účely 3D geovizualizace dat o počasí a klimatu.

Použitá data a programy

Použitá data:

Pro 3D vizualizace v různých měřítkách byly použity sekundární meteorologické a klimatické datové sady:

- Česká republika (ČHMÚ): Teplota vzduchu na hladině 850 hPa (TMP@ISBL) z modelu ALADIN pro konkrétní termín (1. 1. 2014), formát GRIB, jednotky Kelvin [K].
- Evropa (ECMWF): Povrchová teplota "kůže" (SKINT@SFC) z modelu IFS pro konkrétní termín (7. 1. 2025), formát GRIB2, jednotky Kelvin [K].
- Svět (WorldClim v2.1): Průměrná měsíční teplota (leden, avg) pro období 1970-2000, formát GeoTIFF, jednotky stupně Celsia [°C].

Použité programy:

- ArcGIS Pro (v3.4.2): Hlavní GIS platforma pro zpracování dat (import GRIB/GRIB2/GeoTIFF, reprojekce, extrakce), tvorbu 3D vizualizací (Úprava znakového klíče, 3D Analyst Tools) a export do KML/KMZ.
- ChatGPT (GPT-4o): Asistivní nástroj pro specifické úpravy a optimalizaci KML kódu (např. nastavení <altitudeMode>, <extrude>, výpočet výšek, korekce stylů), které nebyly přímo dostupné nebo optimální při exportu z ArcGIS Pro. Nebyl použit pro primární tvorbu či analýzy.
- Google Earth Pro: Cílová platforma pro zobrazení, interaktivní exploraci a hodnocení vytvořených KML/KMZ vizualizací v kontextu virtuálního glóbu.

Použité metody 3D geovizualizace

Horizontální rovina (Horizontal Plane):

Tato metoda využívá 2D rastrová data jako texturu aplikovanou na geometrickou rovinu (<GroundOverlay> v KML). Rovina je následně umístěna v uživatelsky definované konstantní absolutní nadmořské výšce. Hodnota teploty v každém bodě rastru je kódována barvou textury dle zvolené barevné škály.

Mračno bodů (Point Cloud):

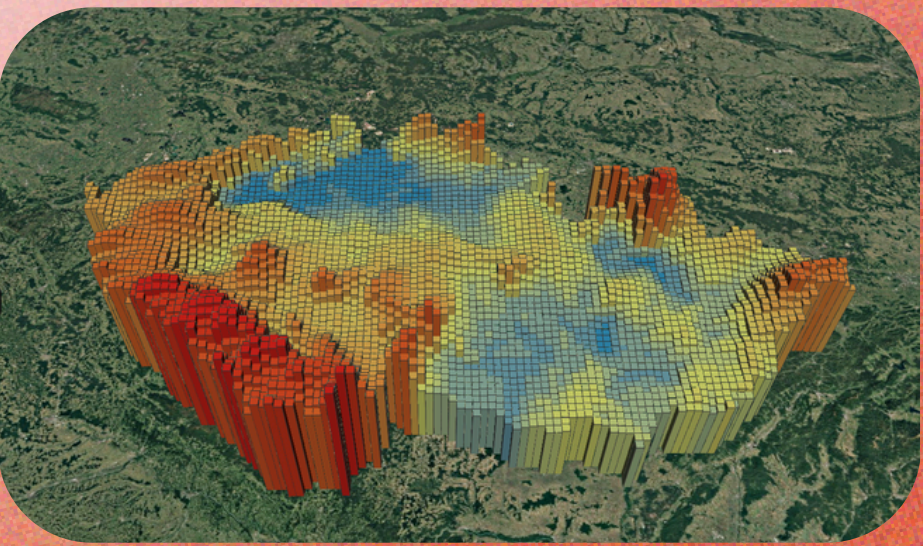
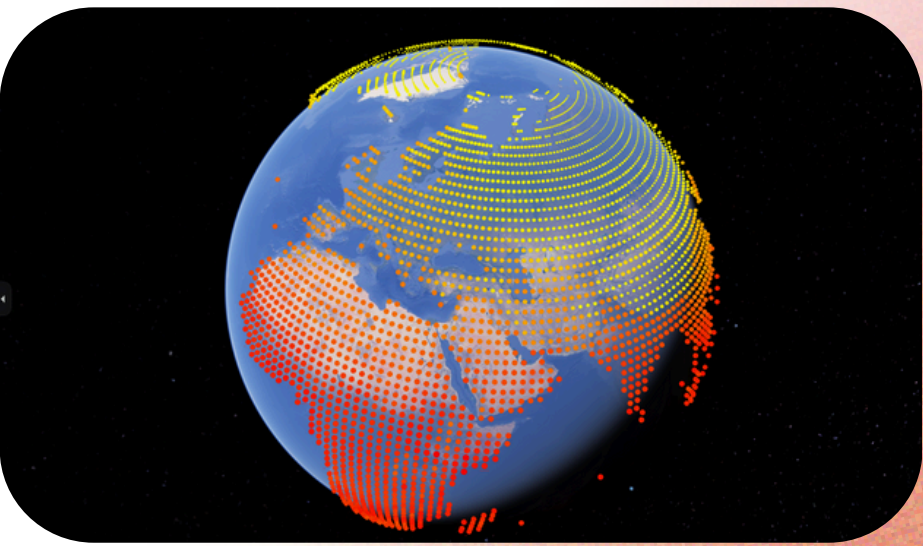
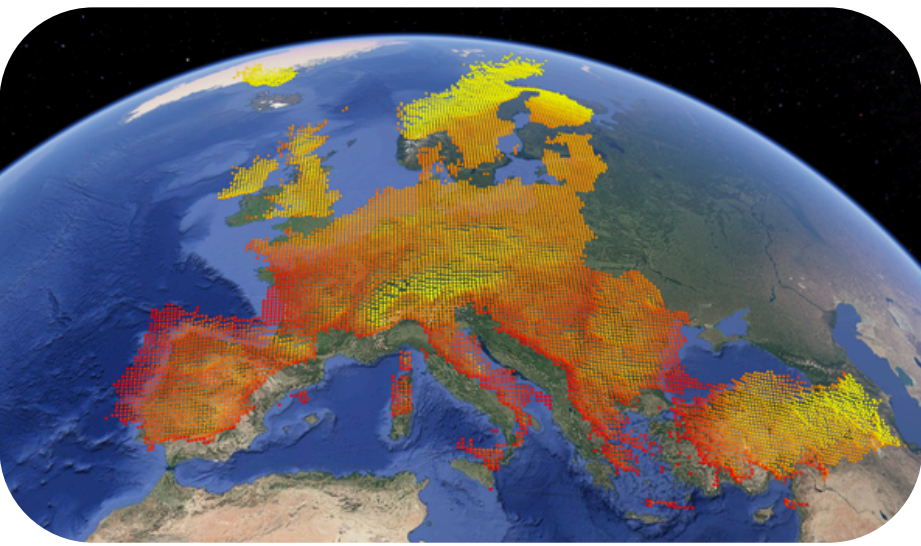
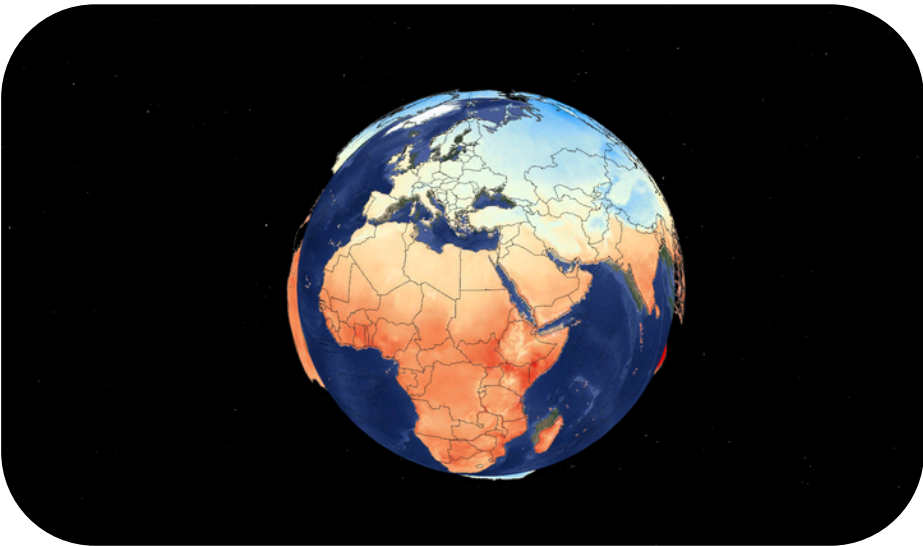
Rastrová data jsou diskretizována do souboru bodů ve 3D prostoru. Každý bod reprezentuje hodnotu v centru původní rastrové buňky. Hodnota teploty je primárně kódována barvou bodu. Pro zdůraznění prostorové variability a vytvoření skutečné 3D struktury byla hodnota teploty použita k odvození vertikální pozice (Z - souřadnice) bodu. Výška bodu je tedy přímo řízena datovou hodnotou. ($Z = Teplota^2 \times 10$ - specifický vertikální posun)

3D Kartodiagramy (3D Graduated Symbols):

Metoda využívá 3D geometrické sféry umístěné v centrech referenčních oblastí (rastrových buněk) v konstantní absolutní výšce nad terénem. Hodnota teploty je kódována současně dvěma vizuálními proměnnými: velikostí (poloměrem) sféry a její barvou. Škálování velikosti umožňuje intuitivní vnímání kvantit (vyšší teplota = větší sféra), zatímco barva poskytuje doplňkovou vizuální informaci a umožňuje identifikaci konkrétních hodnotových rozsahů.

Voxely (Voxels):

Tato metoda aproximuje objemovou reprezentaci dat pomocí extruze 2D polygonů. Hodnota teploty je kódována primárně barvou polygonu. Klíčovým prvkem je využití hodnoty teploty k určení výšky extruze polygonu. Pomocí KML atributů (<extrude>1</extrude> a nastavením absolutní výšky vrcholů polygonu <coordinates>) je polygon vertikálně "vytažen" od své definované horní plochy směrem k zemskému povrchu, čímž vzniká 3D sloupec (kvádr). ($Z = Teplota^2 \times 10$ - specifický vertikální posun)



Cíle a výsledky práce

Cíle:

- Porovnat Google Earth Pro a Google Earth (web).
- Zhodnotit jejich možnosti a vhodnost pro 3D vizualizaci meteo/klimatických dat.
- Prakticky vytvořit a zdokumentovat ukázkové 3D vizualizace (různé metody, data, měřítka).

Výsledky:

- Sada funkčních 3D vizualizací teplotních polí (KML/KMZ) pro Google Earth (viz ukázky níže).
- Podrobná metodika tvorby (zpracování v ArcGIS Pro, export, úpravy KML vč. asistence AI).
- Systematické srovnání obou verzí (viz tabulka Porovnání).
- Klíčové zjištění: Google Earth Pro poskytuje výrazně širší funkce nezbytné pro tvorbu vlastních pokročilých 3D vizualizací meteo/klimatických dat; webová verze je limitovaná.



Porovnání Google Earth v kontextu 3D geovizualizace dat

Aspekt	Google Earth Web	Google Earth Pro
Dostupnost	Okamžitá dostupnost v prohlížeči	Nutná instalace, funguje offline
Závislost na připojení	Vyžaduje online připojení	Možnost práce offline
Podpora datových formátů	Pouze jednoduché KML/KMZ	Široká podpora GIS formátů (SHP, GeoJSON, GPX, rastry)
Integrace meteorologických a klimatických dat	Omezená, nutná redukce dat	Plná integrace různorodých datových zdrojů
3D manipulace (extruze, výška)	Pasivní přijetí výškových dat, bez editace	Detailní nastavení výšky objektů či extruzí
Časová animace	Statické načtení časových dat, bez animace	Podpora časové animace dat
Výkonnost a práce s velkými daty	Rychlý běh ve webu, výkon závislý na připojení a omezený pro větší datové sady	Využívá výkon počítače, zvládá i větší datasety (dle HW)
Vhodnost pro 3D geovizualizaci meteorologických dat	Vhodný pro rychlou vizualizaci jednoduchých dat	Nutnost pro tvorbu a analýzu vlastních, komplexních 3D vizualizací

QR kód na webovou stránku práce:



Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
3D geovizualizace meteorologických a klimatických dat v Google Earth

Přírodovědecká fakulta



Příloha 1
Autor práce a posteru: Petr Havel
Vedoucí práce: Mgr. Jakub Žejdlík
Olomouc, 2025
havelpeta@gmail.com