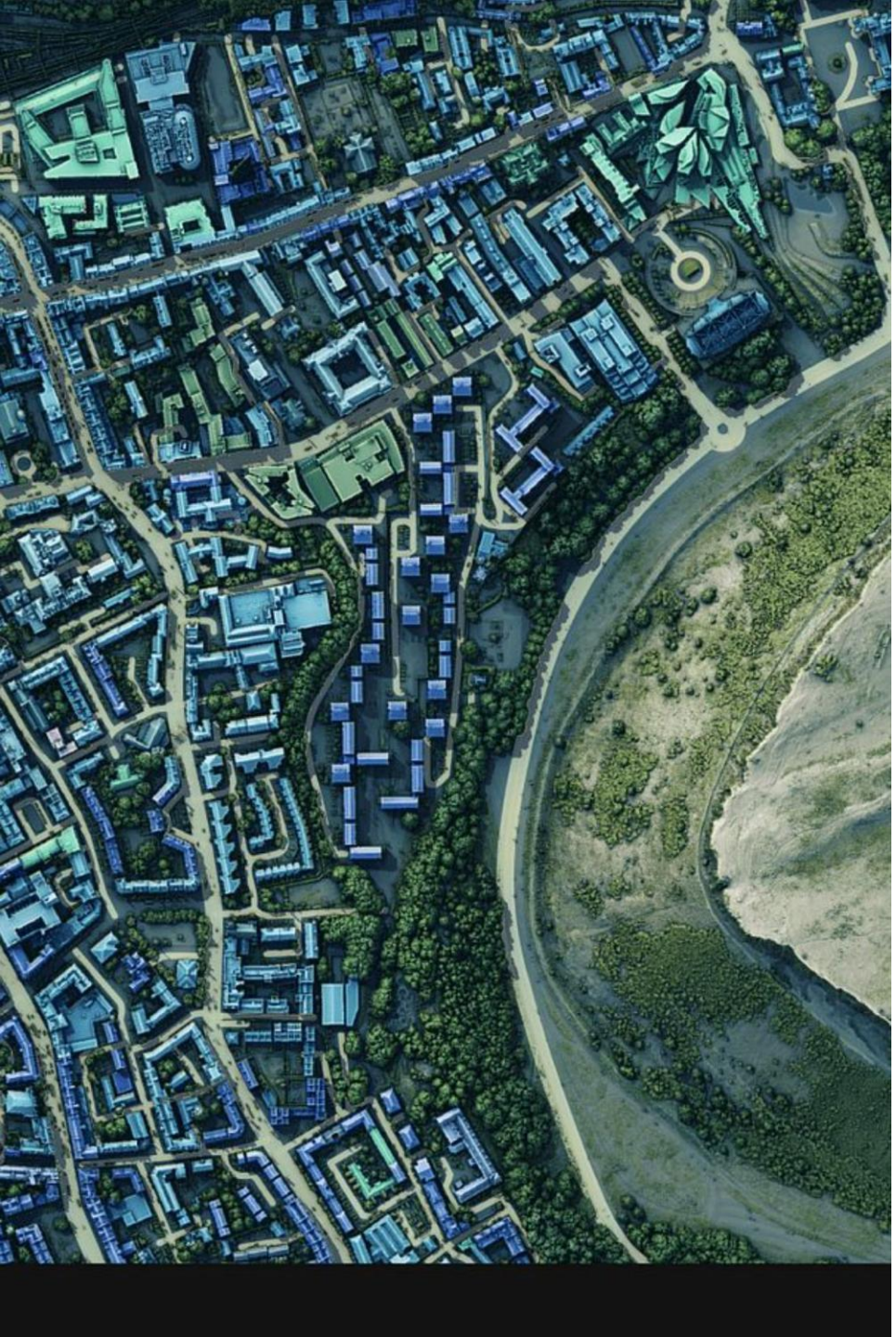


FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE | KATEDRA GEOMATIKY

Přednáška 4: Zdroje geodat a jejich využití. Metadata a časové řady.

Národní geodata ČÚZK, resortní a evropské zdroje (Copernicus, INSPIRE), 4D GIS a kvalita geodat

prof. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D., 2026

Blok 1 – Národní a resortní zdroje geodat v ČR

- Resort ČÚZK: Katastr nemovitostí (ISKN), RÚIAN (VFR/GML), ZABAGED
- Výšková data LLS: Digitální modely reliéfu (DMR 4G, DMR 5G) a povrchu (DMP 1G)
- Environmentální zdroje: DIBAVOD (VÚV TGM), ÚHÚL a AOPK ČR

Blok 2 – Evropská data, 4D GIS a kvalita

- Směrnice EU INSPIRE, program Copernicus (Sentinel-1, Sentinel-2, Corine Land Cover)
- OpenStreetMap (OSM) a principy Open Data v inženýrské praxi
- Časová složka geodat (4D GIS / Time-series) a metadatové standardy (ISO 19115)

Cíle přednášky a tematické okruhy

Hlavní cíl: Získat detailní přehled o dostupných národních, evropských a globálních zdrojích geodat pro inženýrství, osvojit si práci se státními mapovými díly ČÚZK, pochopit časovou dimenzi v GIS (4D) a naučit se posuzovat kvalitu a metadata geodat, vybrat zdroj pro zadanou úlohu, ověřit původ,přesnost a licenci; rozpoznat, kdy data nestačí.

Blok 1 – Národní a resortní zdroje geodat v ČR

ČÚZK – Katastr a RÚIAN

ISKN, RÚIAN (VFR/GML), ZABAGED, ortofotomapy

Výšková data LLS

DMR 4G, DMR 5G, DMP 1G — letecké laserové skenování

DIBAVOD (VÚV TGM)

Vodní toky, povodí, záplavová území

AOPK ČR a ÚHÚL

Chráněná území, ÚSOP, Natura 2000, lesní mapy

Blok 2 – Evropská data, 4D GIS a kvalita

INSPIRE a Copernicus

Směrnice 2007/2/ES, Sentinel-1, Sentinel-2, Corine Land Cover

OpenStreetMap a Open Data

Komunitní geodata, bezplatné licence, portál ČÚZK

4D GIS / Time-series

Časová dimenze, detekce změn, satelitní časové řady

Kvalita a metadata (ISO 19115)

Polohová přesnost, kompletnost, aktuálnost, ISO 19157

Národní infrastruktura prostorových dat v ČR

Koncepce NSDI: National Spatial Data Infrastructure — koordinovaný systém legislativy, standardů, geoportálů a datových sad garantovaný státem.

ČÚZK

Polohopis, katastr, výškopis, adresy — hlavní státní správce geodat.

VÚV TGM

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M. — vodopis a hydrologie.

AOPK ČR

Agentura ochrany přírody a krajiny — chráněná území a biotopy.

ÚHÚL

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů — lesní hospodářství a typologické mapy.

Katastr nemovitostí a systém ISKN

Informační systém katastru nemovitostí (ISKN): Celostátní databáze správy majetkoprávních vztahů, parcel, budov a věcných břemen.

Typy katastrálních map

1

Digitální katastrální mapa (DKM)

Vektorová mapa v souřadnicovém systému **S-JTSK**, vztažné měřítko **1 : 1 000**. Vzniká obnovou katastrálního operátu novým mapováním nebo přepracováním a dosahuje nejvyšší polohové přesnosti — odpovídá přímému geodetickému zaměření.

Obsahuje: hranice parcel, budovy, věcná břemena a body polohového bodového pole. Dle ČÚZK je digitalizace katastrálních map v naprosté většině katastrálních území dokončena.

Dostupná přes **WMS/WFS/WMTS** na geoportal.cuzk.gov.cz a ke stažení ve výměnném formátu **VFK**.

2

Katastrální mapa digitalizovaná (KMD)

Vektorová mapa vzniklá **digitalizací (vektorizací) analogových map** (1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 2 880). Označení KMD se používá pro mapy v dekadickém měřítku s metrickými souřadnicemi. Srovnej s KM-D.

Polohová přesnost je **nižší než u DKM** a závisí na kvalitě původní analogové mapy, ze které byla digitalizace provedena.

Stav digitalizace a informace o jednotlivých katastrálních územích jsou dostupné v aplikaci **Archiv-WEB** na katastralnimapy.cuzk.cz.

Využití v inženýrské praxi

Klíčový podklad pro majetkoprávní přípravu stavby, vytyčování hranic parcel a záborové elaboráty.
Digitální podoba sama přesnost nezvyšuje. Pro posouzení geometrie ověřujeme původ údajů a kvalitu konkrétních bodů.



RÚIAN: Registr územní identifikace, adres a nemovitostí

Definice RÚIAN: Jeden ze čtyř základních registrů veřejné správy ČR — obsahuje závazné údaje o územních prvcích.

Obsah registru

Závazné údaje o územních prvcích: stát, kraje, obce, katastrální území, stavební objekty, adresní místa, ulice.

Otevřená data ve formátu VFR

Výměnný formát RÚIAN založený na XML/GML standardu. Veškerá data RÚIAN jsou bezplatně stahovatelná jako Open Data.

Nový a průběžně doplňovaný obsah

Nově se od r. 2023 objevují prvky jako poddolovaná území, plochy ochrany přírody včetně zonace a ochr. pásem aj.

Využití v GIS

1

Geokódování

Převod textových adres na souřadnice [X, Y].

2

Automatická aktualizace

Automatická aktualizace adresních bodů v GIS projektech.

3

Hierarchie prvků

Stát → Kraj → Obec → Katastrální území → Stavební objekt → Adresní místo.

ZABAGED: Základní báze geografických dat

Definice ZABAGED: Digitální topografický model území České republiky spravovaný Zeměměřickým úřadem. Podrobností zhruba odpovídá Základní topografické mapě ČR 1 : 5000.

Struktura dat ZABAGED – *Katalog objektů*

Vektorový model obsahující více než **120 typů geografických objektů** rozdělených do 8 tematických tříd. Spravuje Zeměměřický úřad, aktualizace probíhá průběžně na základě leteckého snímkování a terénního šetření.

- Sídelní, průmyslové, zemědělské objekty a jiné funkční areály
- Komunikace (silnice, železnice, letiště)
- Rozvodné sítě (energetika, telekomunikace)
- Vodstvo a vodohospodářské objekty
- Vegetace a povrch území
- Terénní reliéf (vrstevnice, výškové kóty)
- Správní hranice a geodetické body
- Chráněná území a ochranná pásma
- Drobné topografické, hydrografické nebo jinak orientačně významné prvky

Polohová přesnost: **0,1 m – 1,5 m** dle typu objektu. Dostupná přes WMS/WFS na geoportal.cuzk.gov.cz a ke stažení jako Open Data (atom.cuzk.cz).

Výšková data ČÚZK z leteckého laserového skenování

Projekt LLS ČR: Celoplošné mapování území ČR metodou leteckého laserového skenování (2010–2015 a kontinuální aktualizace).

DMR 4G

Digitální model reliéfu 4. generace

Pravidelná mřížka **5×5 m**

DMR 5G

Digitální model reliéfu 5. generace

Nepravidelné mračno bodů

DMP 1G

Digitální model povrchu 1. generace

Zahrnuje vegetaci a budovy

Výškový systém: Všechna výšková data ČÚZK jsou udávána v systému Balt po vyrovnání (Bpv).

? Odpovídá stáří modelu úloze? Jak vznikl použitý rastr? Potřebuji detailní zaměření?





Detailní charakteristika DMR 5G a DMP 1G

DMR 5G — Digitální model reliéfu 5. generace

- Reprezentuje **holý zemský povrch** bez zástavby a vegetace
- Střední chyba výšky: **0,18 m** v odkrytém terénu, **0,30 m** v zalesněném terénu
- Využití: Projektování terénních úprav, výpočty kubatur zemních prací, odtokové poměry a modelování inundací

DMP 1G — Digitální model povrchu 1. generace

- Zachycuje **vrchní plochu zástavby**, koruny stromů a inženýrské objekty
- Využití: Analýzy viditelnosti, modelování šíření signálu 5G sítí, hlukové studie a solární potenciál střech

Nově DMP OK — Digitální model povrchu z obrazové korelace

- Využívají se fotografie pořizované pro tvorbu ortofota

Vodohospodářské datové zdroje: DIBAVOD

DIBAVOD: Digitální báze vodohospodářských dat spravovaná Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. M. (VÚV TGM).

Struktura datových sad

Vodní toky

Odvozené z řiditelných linií ZABAGED s rozšířenými hydrologickými atributy.

Povodí IV. řádu

Základní hydrologické bilanční jednotky a hlavní rozvodnice.

Vodohospodářská infrastruktura

Vodní nádrže, jezy, vodočetné stanice.

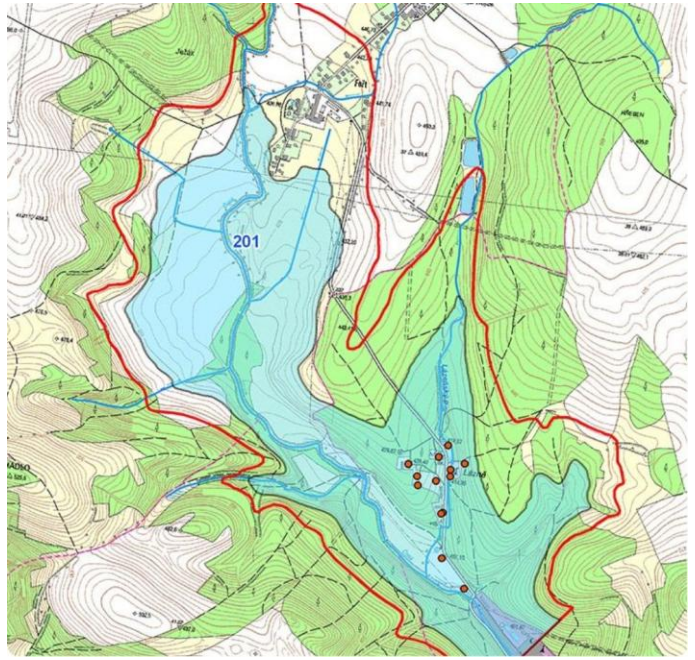
Záplavová území

Povodňové zóny Q10, Q20, Q100 a aktivní zóny inundace. K dispozici v HEIS VÚV

Pozor – většina obsahu DIBAVOD není již pravidelně aktualizována

Využití v inženýrství

Posuzování odtokových poměrů, dimenzování propustků a posudky EIA.



Environmentální geodata: AOPK ČR a ÚHÚL

AOPK ČR — Agentura ochrany přírody a krajiny

ÚSOP

Ústřední seznam ochrany přírody: Maloplošná (PR, PP) a velkoplošná (CHKO, NP) chráněná území.

Natura 2000

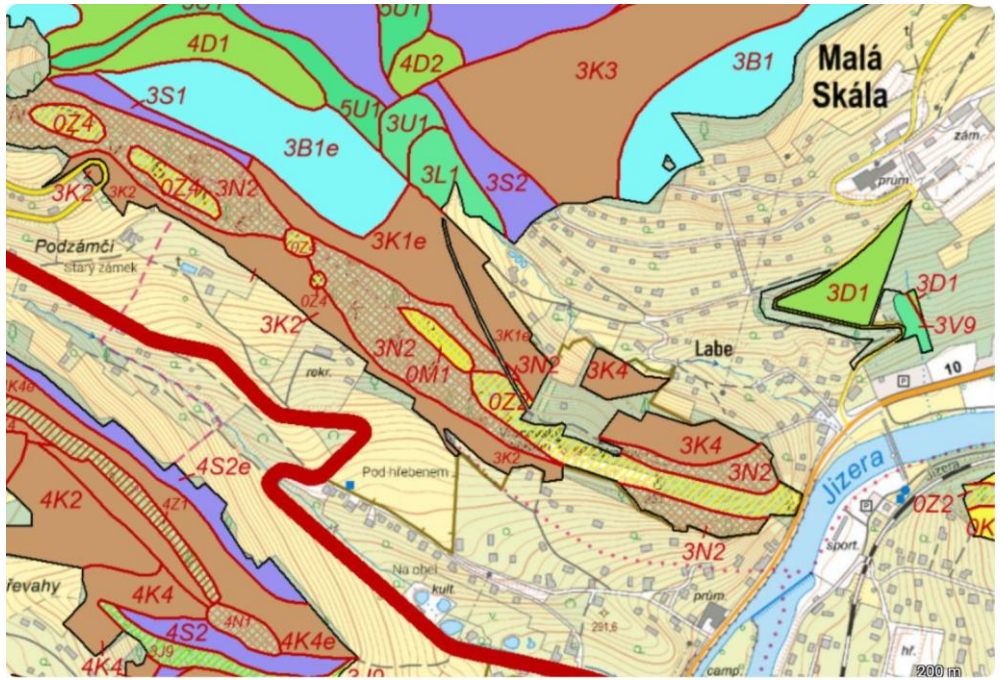
Evropsky významné lokality (EVL) a ptačí oblasti (PO).

Mapování biotopů

Detailní plošné vymezení přírodních a polopřírodních biotopů v ČR.

ÚHÚL — Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

OPRL (Oblastní plány rozvoje lesů): Kategorizace lesů, typologické mapy, lesní hospodářské mapy.



Směrnice EU INSPIRE

Definice INSPIRE: Infrastructure for Spatial Information in the European Community — Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/2/ES.
Hlavní cíl: Vytvořit evropskou infrastrukturu prostorových dat pro podporu environmentálních politik EU a přeshraniční součinnost.

Annex I

Souřadnicové systémy, geografické sítě, adresy, katastrální parcely, dopravní sítě, hydrografie, chráněná území.

Annex II

Nadmořská výška, využití území, geologie, ortofoto.

Annex III

Budovy, půda, energetické zdroje, lidské zdraví, meteorologie.

Povinnost veřejné správy: Poskytovat geodata skrze standardizované webové služby (WMS, WFS) — celkem 34 mapových témat.



Program Evropské unie Copernicus

Program Copernicus: Evropský program pro pozorování a monitorování Země spravovaný Evropskou komisí a ESA. Veškerá data jsou **volně dostupná** pro komerční i akademické využití.

Sentinel-1

Radarové snímkování (SAR) — vidí skrz mraky i v noci. Využití: deformace terénu, povodně.

Sentinel-2

Multispektrální optické snímkování: 13 spektrálních pásem, rozlišení **10 m**, perioda opakování **5 dní**.

Sentinel-3, 4, 5, 6

Monitorování oceánů, atmosféry a klimatu.

Tematické služby Copernicus Land Monitoring (CLMS)

Copernicus Land Monitoring Service (CLMS): Poskytuje geografické informace o krytu a využití území (Land Cover / Land Use).



Corine Land Cover (CLC)

Jednotná databáze využití území v Evropě aktualizovaná od r. 1990. **44 tříd** využití půdy.



Urban Atlas

Detailní mapování pan-evropských městských funkcí s vysokým rozlišením pro plánování Smart Cities.



High Resolution Layers (HRL)

Tematické rastry nepropustnosti povrchu (Imperviousness), lesního krytu, travních porostů a vodních ploch.

OpenStreetMap (OSM) a crowdsourcing geodat

OpenStreetMap (OSM): Komunitní projekt pro tvorbu bezplatné celosvětové geografické databáze (něco jako „mapová wikipedie").

Datový model OSM

Nodes (Body)

Bodové objekty – zastávky, POI.

Ways (Linie a plochy)

Silnice, řeky, budovy – uzavřené i otevřené linie.

Relations

Relace spojující více objektů (trasy, administrativní hranice).

Klíč=Hodnota (Key=Value)

Atributy objektů, např. `highway=primary`.

Využití a rizika v inženýrství

Využití: Rychle dostupný podklad pro celosvětové sítě komunikací, budovy a cyklostezky.

Rizika crowdsourcingu:

- Variabilní polohová přesnost
- Horší konzistence věcného obsahu napříč regiony
- Nekonzistentní atributy
- Absence autoritní garance

Otevřená data (Open Data) v inženýrské praxi

Princip Otevřených dat: Geodata bezplatně přístupná na internetu ve strojově čitelném formátu, volně uživatelná, opakovaně použitelná a šířitelná pod otevřenou licencí (např. Creative Commons CC-BY).

Legislativní posun v ČR

Portál Otevřených dat ČÚZK — bezplatný přístup k **ZABAGED, DMR 5G, RÚIAN** a ortofotomapě od r. 2023.

Přínos pro stavební praxi

- Dramatické snížení nákladů na přípravné studie a variantní návrhy stavby
- Snadný import dat do GIS a BIM softwaru přímo z národních geoportálů

Zdroj dat

ČÚZK, DIBAVOD, Copernicus, OSM — otevřená licence CC-BY

Stažení & Import

Atom feeds, WFS, WMS — přímý import do GIS/BIM

Zpracování v GIS

Prostorové analýzy, překryvy, výpočty v QGIS / ArcGIS Pro

Projektový výstup

Záborový elaborát, situace, podklady pro ÚR a SP

Časová složka geodat (4D GIS / Time-series)

Čas jako 4. dimenze v GIS: Přidání časového razítka (Timestamp / Date-Time) ke geometrii a atributům [X, Y, Z, T].

Statická vs. Dynamická geodata

Statická geodata

Vzorek stavu území v jediném konkrétním okamžiku (např. Katastrální mapa, RÚIAN, ÚAP).

Časové řady (Time-series)

Posloupnost geodat zachycujících vývoj stejného území v pravidelných časových intervalech.

Aplikace 4D GIS

Monitoring stavebního postupu

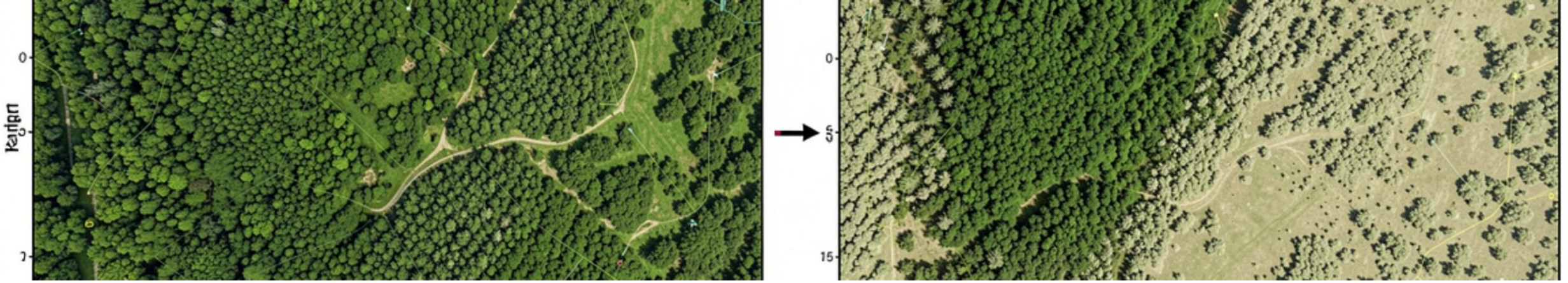
Sledování postupu výstavby v čase.

Sledování sesuvů půdy

Detekce deformací terénu pomocí InSAR.

Rozvoj městské zástavby

Modelování změn Land Cover a Urban Sprawl.



Využití časových řad DPZ v monitorování krajiny

Dálkový průzkum Země (DPZ) jako hlavní zdroj 4D dat: Družice Sentinel a Landsat poskytují souvislé časové řady snímků od r. 1972 do současnosti.

Detekce změn (Change Detection)

Porovnání spektrálních indexů (např. vegetační index **NDVI**) v různých obdobích roku nebo v průběhu let.

Kůrovcová kalamita a odlesňování

Sledování dynamiky lesních porostů a plochy postižené kůrovcem z multitemporálních Sentinel-2 snímků.

Zábory zemědělské půdy

Sledování přeměny ZPF na logistická centra a průmyslové zóny.

Monitoring sucha

Postup vysychání vodních nádrží a monitoring sucha z časových řad satelitních snímků.

Metadata geodat: Standard ISO 19115

Definice metadat: „Data o datech" — strukturovaný popis obsahu, původu, rozsahu, kvality a podmínek použití datové sady.

Mezinárodní standard ISO 19115

- Definuje povinné a volitelné metadatové prvky
- Formátování v XML (ISO 19139) pro automatizované strojové čtení
- Katalogové služby OGC CSW

Klíčové metadatové prvky

1

Identifikace datové sady

Název, abstrakt, správce data, datum vytvoření/aktualizace.

2

Prostorové parametry

Souřadnicový systém (CRS), polohové ohraničení (Bounding Box).

3

Podmínky použití

Licenční podmínky a omezení přístupu k datům.

Kvalita geodat: Polohová a atributová přesnost

Prvky kvality dle normy ISO 19157

1. Polohová přesnost (Positional Accuracy)

Míra odchylky souřadnic v mapě/GIS od skutečné polohy prvků v terénu.

Udává se střední souřadnicovou chybou m_{xy}

- DKM: m_{xy} = 0,14 m
- Mapa 1:50 000: m_{xy} = 10 m

2. Atributová přesnost (Thematic / Attribute Accuracy)

Správnost klasifikace a hodnot vyjádřených v atributové tabulce — např. správné přiřazení druhu pozemku.

Kvalita geodat: Kompletnost, aktuálnost a konzistence

3. Kompletnost (Completeness)

Nadbytek (Commission): Přítomnost neexistujících nebo duplicitních prvků.
Nedostatek (Omission): Chybějící reálné objekty v databázi.

4. Časová aktuálnost (Temporal Quality)

Míra odpovídajícího časového stavu dat vůči současné realitě v terénu.

5. Logická konzistence (Logical Consistency)

Dodržení geometrických a topologických pravidel — absence mezer v parcelách, propojení liniových sítí.

Rizika použití nekvalitních geodat v projekci

1

Polohová chyba

Použití převzatých maloměřítkových dat (1 : 50 000) pro návrh liniové stavby vede k chybnému umístění stavby na cizí parcely.

2

Neaktuálnost dat

Projektování inženýrské sítě podle starého zákresu bez započtení nových staveb vyvolá kolizi při výkopových pracích.

3

Chybějící metadata

Převzetí dat bez znalosti výškového systému (Bpv vs. Jadranský) způsobí chybu **40 cm** při založení stavby!

⚠ **Inženýrské pravidlo:** Před použitím jakýchkoliv geodat vždy zkontrolujte jejich metadatový záznam!

Geoportály v České republice

Geoportál: Webové rozhraní umožňující vyhledávání v metadatech, prohlížení a stahování prostorových dat skrze webové služby.

Národní geoportál INSPIRE (geoportal.gov.cz)

Centrální přístupový bod k geodatům ČR – vyhledávání v metadatech, napojení na INSPIRE infrastrukturu EU.

Geoportál ČÚZK (geoportal.cuzk.cz)

Stahování ZABAGED, DMR 5G, DMP 1G; nahlížení do katastru nemovitostí a ortofotomap.

Geoportály krajů a měst

IPR Praha – Geoportal Praha, Brno, Ostrava: Digitální technické mapy (DTM), územní plány, 3D modely měst.

Srovnání GIS softwaru: Esri ArcGIS Pro vs. QGIS

🟦 ArcGIS Pro (Esri)

Komerční světový standard v GIS

✅ Výhody

Pokročilý vývoj GeoBIM, těsná integrace s cloudem ArcGIS Online, technická podpora, vysoce optimalizované 3D.

❌ Nevýhody

Vysoké licenční náklady.

🟩 QGIS (Open Source)

Volně dostupný GIS pod licencí GNU GPL

✅ Výhody

Nulové licenční poplatky, obrovská komunita, tisíce rozšiřujících zásuvných modulů (Plugins), bleskový start.

❌ Nevýhody

Absence garance vývoje, variabilní úroveň dokumentace pluginů.

Import a zpracování geodat v QGIS a ArcGIS Pro

Pracovní postup načtení a validace dat:

1

Připojení webových služeb

WMS, WMTS, WFS z národních geoportálů ČÚZK a INSPIRE.

2

Kontrola CRS

Ověření přiloženého souřadnicového systému – automatické on-the-fly přepočítání vs. trvalý reproject.

3

Stažení datových sad

Otevřené formáty: GeoPackage, Shapefile, VFR GML aj.

4

Kontrola a validace

Kontrola atributové tabulky a ověření metadatové specifikace.

Aplikace geodat: Příprava podkladů pro záborový elaborát

Příprava záborového elaborátu stavby dálnice – postup v GIS:

1

Import trasy

Import plánované trasy dálnice (vektorový polygon záboru stavby).

2

Katastrální mapa

Stažení vrstvy DKM z ČÚZK (ISKN) geoportálu.

3

Intersect analýza

Překryvná operace Průnik (Intersect) záboru a katastrálních parcel. Výpočet výměr záborů v m².

4

Identifikace vlastníků

Připojení popisných dat KN pro identifikaci vlastníků dotčených pozemků.

Aplikace geodat: Hodnocení záplavového území pro stavbu

Posouzení rizikovosti staveniště z hlediska povodní:

Postup prostorové analýzy

1

Načtení DMR 5G

Výškový model terénu z geoportálu ČÚZK.

2

Záplavová území Q100

Načtení vrstvy stanovených záplavových území z databáze DIBAVOD (VÚV TGM).

3

Containment analýza

Prostorová analýza obsažení budoucího objektu v zóně Q100.

4

Výpočet výšky podlahy

Výška podlahy 1. NP vůči stanovené hladině N-leté vody v Bpv.



Webové služby OGC v praxi (WMS, WFS, WMTS)

WMS

Web Map Service

Server zasílá hotový vygene-rovaný rastrový obrázek mapy. Vhodné pro podkladové mapy – rychlé, nelze upravovat geometrii ani měnit styl.

WMTS

Web Map Tile Service

Zasílá předgenerované dlaždice (Tiles). Bleskové načítání základních podkladů jako jsou ortofota či topografické mapy.

WFS

Web Feature Service

Server zasílá skutečné vektorové prvky s geometrií a atributy – umožňuje analýzy a stylování na straně klienta.

WCS

Web Coverage Service

Zasílá rastrová data s přístupem k reálným hodnotám buněk (např. reálné nadmořské výšky z DMR).

TLS

Tiled Layer Service

Otevřený standard – dlaždice uložené přímo v adresářové struktuře {z}/{x}/{y}.png

Na straně Esri existují další, proprietární formáty/standardy webových služeb

Tile Layer, Feature Layer, Image Layer atd.



Budoucnost geodat: Digitální dvojčata (Digital Twins) a IoT

Digitální dvojče (Digital Twin)

Dynamický virtuální 3D model reálného prostředí aktualizovaný v reálném čase.

Propojení s IoT (Internet of Things)

Integrované senzory dopravy, zaplnění nádrží, meteorologické stanice a konstrukční snímače napětí na mostech.

Význam pro stavebnictví a facility management

Prediktivní údržba

Prediktivní údržba mostů a tunelů na základě kontinuálních dat z IoT senzorů.

Simulace mikroklimatu

Simulace proudění vzduchu, šíření emisi a tepelného komfortu ve městech.

Shrnutí přednášky a důležité pojmy

🗂️ Klíčové teze

- **ČÚZK — hlavní správce geodat**

  ISKN, RÚIAN, ZABAGED, DMR 5G — bezplatně dostupné od roku 2023.

- **INSPIRE a Copernicus**

  Standardizovaná evropská geodata, 34 témat, Sentinel-2 (10 m, 5 dní).

- **4D GIS — Time-series**

  Časové řady pro detekci změn v území (NDVI, InSAR, Landsat).

- **Metadata ISO 19115**

  Definují kvalitu: polohovou přesnost, aktuálnost a kompletnost.

📝 Otázky ke zkoušce

1

DMR 5G vs. DMP 1G

Jaký je rozdíl mezi datovými sadami DMR 5G a DMP 1G a k čemu se používají?

2

OGC webové služby

Jaké OGC webové služby poznáme a jaký je rozdíl mezi WMS a WFS?

3

Registr RÚIAN

Popište strukturu a význam registru RÚIAN v geodetické infrastruktuře ČR.

Studijní literatura a zdroje

LONGLEY, P. A. et al. (2015): Geographic Information Science and Systems

Wiley. Světová akademická učebnice GIS pokrývající geodata, prostorové analýzy a kvalitu dat.

ISO 19115:2003 / ISO 19157:2013

Geographic information — Metadata & Data quality. Mezinárodní standardy pro popis a hodnocení kvality geodat.

Geoportál ČÚZK

geoportal.cuzk.cz — ZABAGED, DMR 5G, DMP 1G, ortofotomapy, nahlížení do katastru.

Národní geoportál INSPIRE

geoportal.gov.cz — Centrální přístupový bod k metadatům a geodatům ČR.

Copernicus Open Access Hub

copernicus.eu — Bezplatné satelitní snímky Sentinel-1, Sentinel-2 a tematické produkty CLMS.

Národní registr RÚIAN

ruian.cuzk.cz — Stahování dat ve formátu VFR/GML, geokódování adresních bodů.