Harmonizácia geodát pre účely DigitalTwin



GIS Slovakia 2026

Marec 2026

Adam Juhás – Vedúci oddelenia dát a GIS (MIB) & Peter Nezval – Oddelenia dát a GIS (MIB)

Metropolitný inštitút Bratislavy

V prezentácii sa dozviete:

- čo je mestský Digital Twin (DT)
- prečo sú geodáta základným integračným rámcom mestského DT
- aké problémy spôsobuje fragmentácia a heterogenita dát
- čo znamená harmonizácia dát (priestor, sémantika, čas)
- ako prebieha harmonizácia dát (workflow)
- aký je aktuálny stav a smerovanie DT v Bratislave
- aké sú hlavné výzvy pri implementácii DT

Metropolitný inštitút Bratislavy

1 Koncept DigitalTwin

Čo je DigitalTwin?

- digitálny obraz fyzického sveta
- prepojenie objektov, procesov a vzťahov
- využitie dát z rôznych zdrojov
- nástroj na podporu analýzy a rozhodovania



"Formálna" definícia

Digitálny model reálneho systému, ktorý je prepojený a prebežne aktualizovaný s dátami z reálneho sveta a umožňuje jeho analýzu a simuláciu.

DigitalTwin v mestkom prostredí

Mesto = ”systém systémov”

- doprava
- energie
- voda
- budovy
- verejný priestor



==> navzájom prepojené systémy, riadené oddelene (silá)

==> potreba integrovaného modelu DigitalTwin

DigitalTwin vs 3D City Model

3D City Model

- geometria
- statický stav
- "snapshot" v čase *t*



Zdroje: www.arcticstartup.com / www.swisstopo.ch

DigitalTwin

- dynamický model
- dáta + čas
- simulácie/predikcie



Zdroj: www.geospatialworld.net

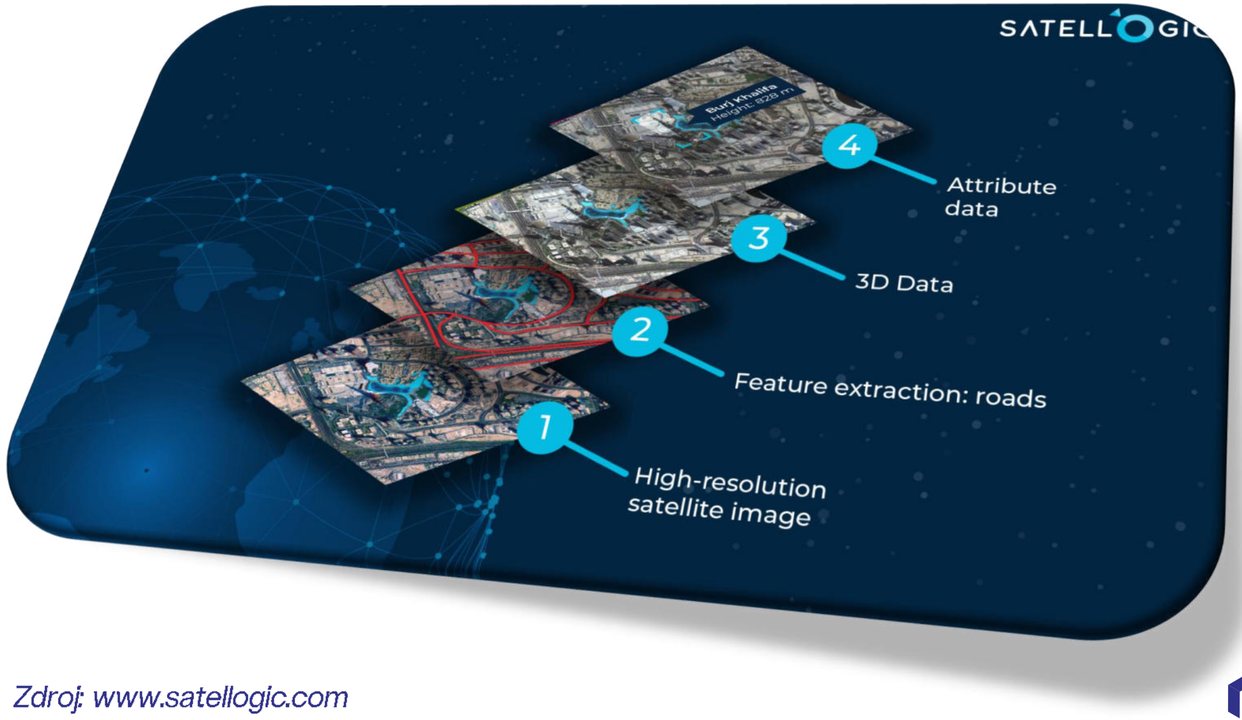
2 Geodáta ako chrbtica DigitalTwin

Geodáta, základ mestkého DT

- spoločná priestorová referencia
- integrácia dát cez polohu
- prepojenie heterogénnych zdrojov

Typy dát

- vektor (objekty, siete)
- raster (LC, DTM)
- 3D dáta (LiDAR, mesh)
- BIM (IFC)
- IoT (pozorovania)



Zdroj: www.satellogic.com

Fragmentácia, nekonzistencia dát

- rôzne dátové modely a formáty
- nekonzistentné atribúty a význam
- rozdielna presnosť a mierka
- nesúlad v čase

==> obmedzená interoperabilita

==> nemožnosť využitia dát na úplné analytické výstupy

⚠️ Potreba harmonizácie

3 Harmonizácia ako kľúčový proces

Harmonizácia dát
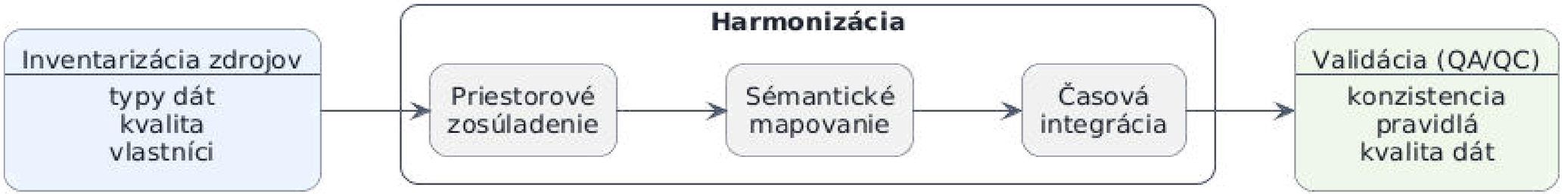
- integrácia heterogénnych dát
- zosúladenie priestoru, významu a času
- mapovanie dátových modelov
- jednotná identita objektov



==> základný predpoklad interoperability

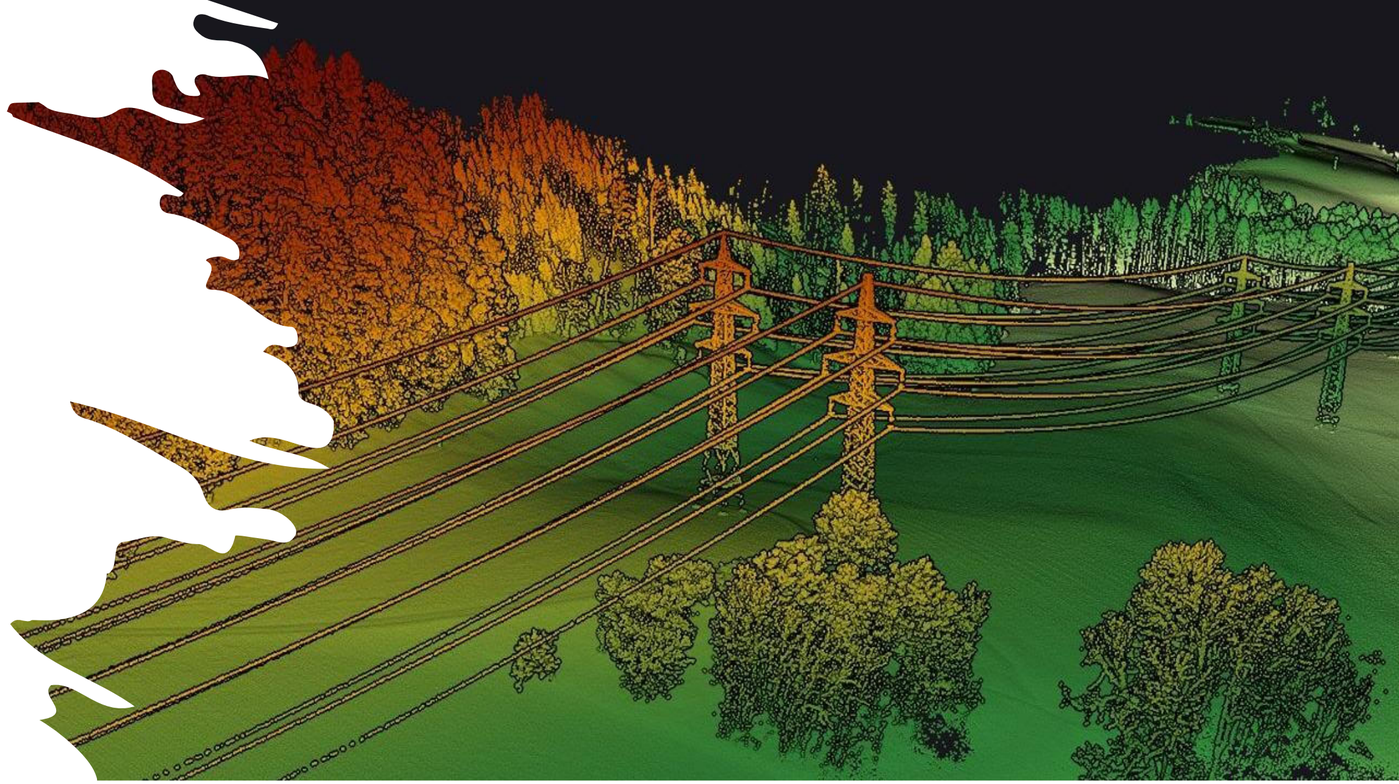
==> podmienka pre funkčné DigitalTwin

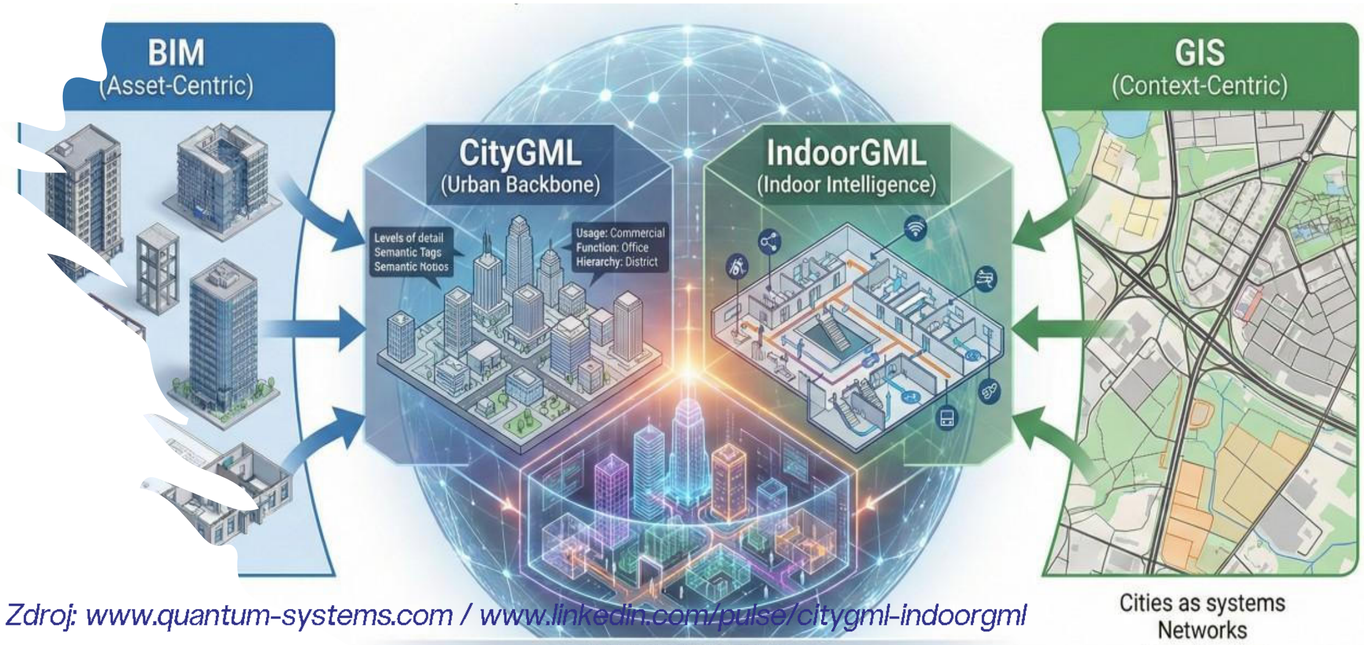
Harmonizácia dát (workflow)



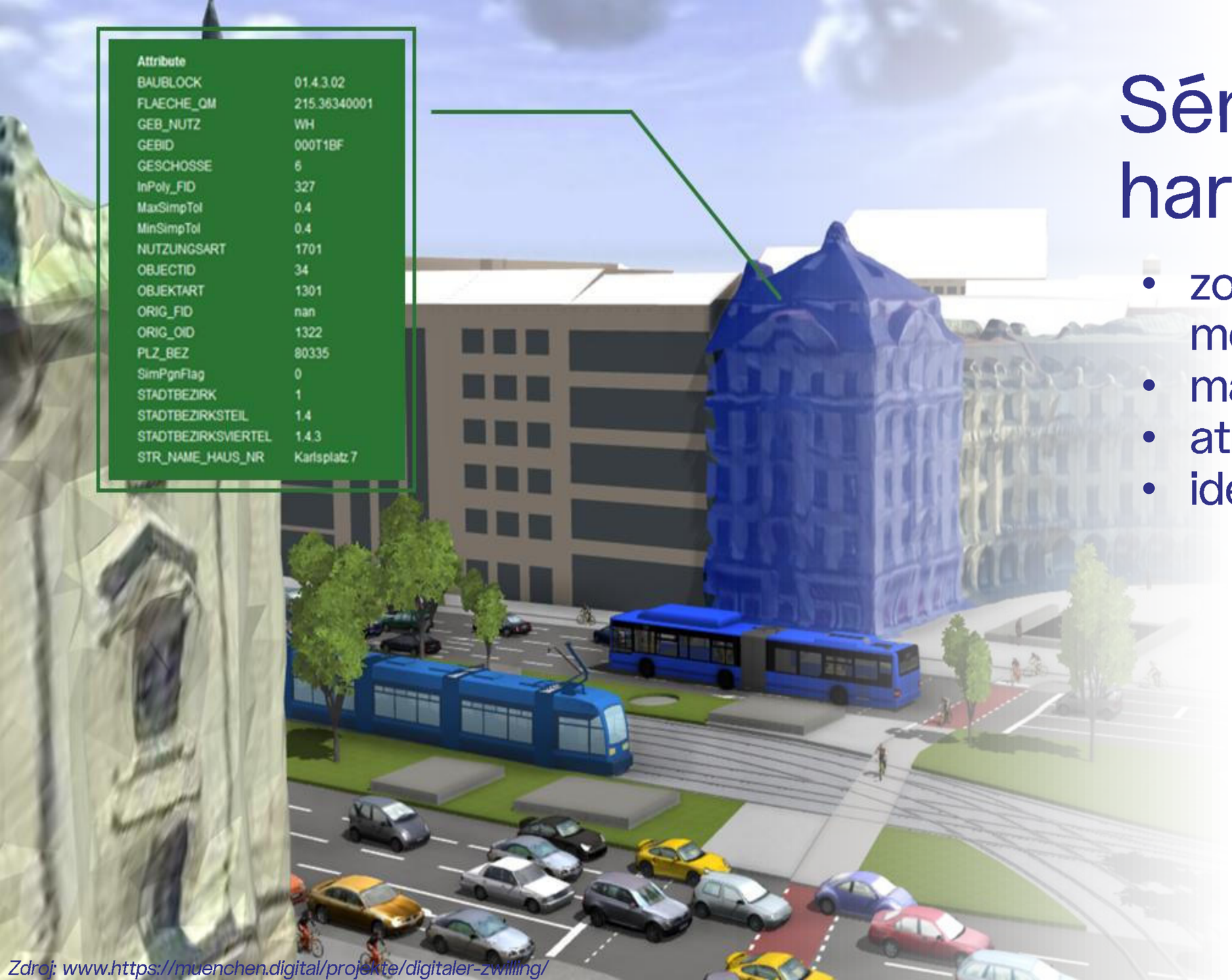
Priestorová harmonizácia

- súradnicové systémy (CRS)
- georeferencovanie (BIM → GIS)
- presnosť a mierka
- topologická konzistencia





Zdroj: www.quantum-systems.com / www.linkedin.com/pulse/citygml-indoorgml



Sémantická harmonizácia

- zosúladenie dátových modelov
- mapovanie tried objektov
- atribúty a jednotky
- identita objektov (ID)

Zdroj: www.https://muenchen.digital/projekte/digitaler-zwilling/

Časová harmonizácia

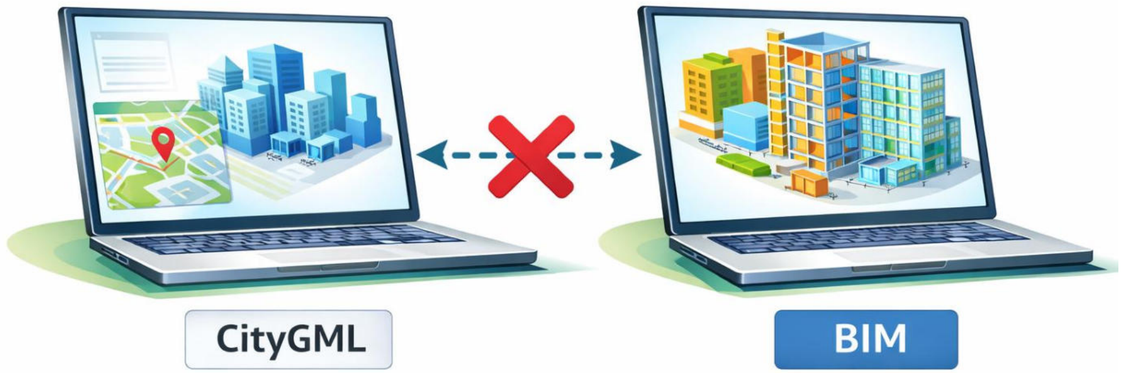
- časové značky
- verziovanie objektov
- aktualizácie v čase
- real-time (near real-time) dáta



Zdroj: www.istockphoto.com/se

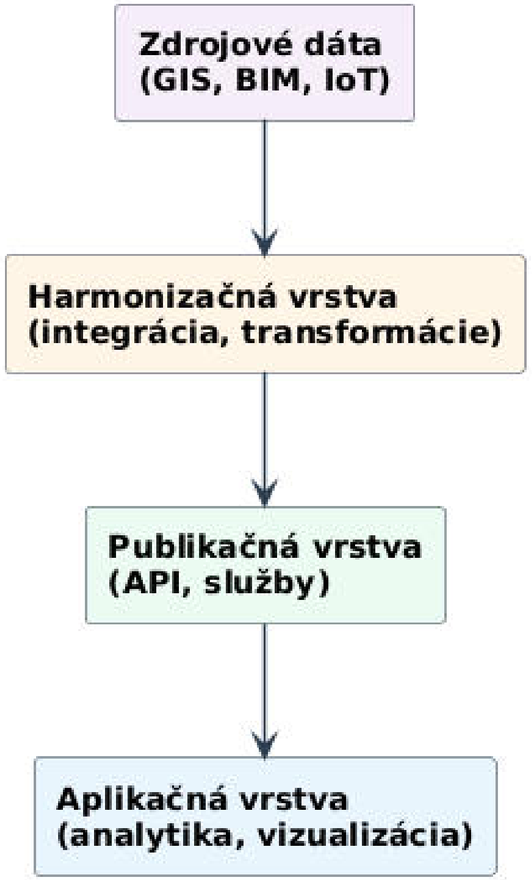
Konverzia ❌ Harmonizácia dát

- zmena formátu ≠ integrácia dát
- transformácia bez kontextu
- strata alebo skreslenie informácie
- bez prepojenia medzi systémami



4 Implementácia, realita a dopady

Architektúra DT



Existujúci TechStack (príklad)

Štandardy a technológie pre reprezentáciu a integráciu dát

Harmonizované dátové modely:

- CityGML 3.0 (GIS)
- IFC (BIM)

Dynamické dáta (čas):

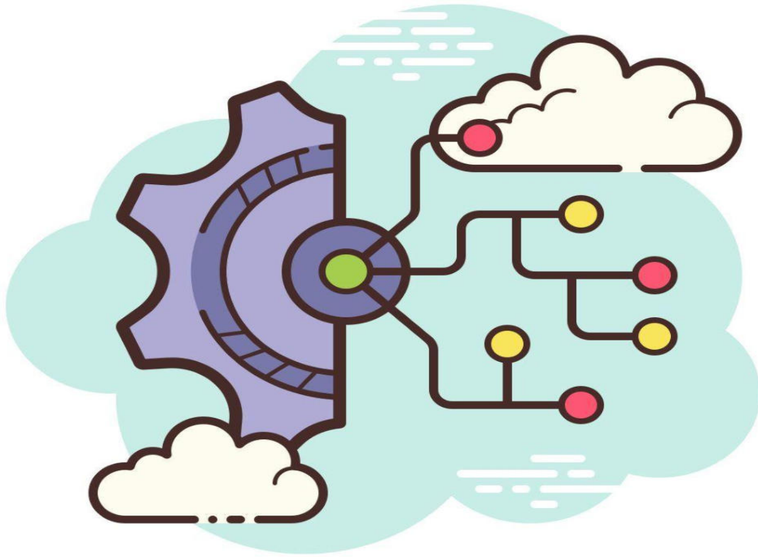
- SensorThings API

Publikačná vrstva:

- OGC API (Features, Tiles, Records)

Vizualizácia:

- 3D Tiles, I3S



Bratislavské DigitalTwin

Aktuálny stav:

- príprava koncepcie mestského DT
- využitie existujúcich dát a systémov
- Inšpirácia z odborných publikácií ako aj „best practices“ (partnerské mestá)

Pilotné oblasti:

- dopravné DT (pilot)
- územné plánovanie (ďalší krok)

Princípy:

- otvorené štandardy (OGC, CityGML)
- maximálne využitie existujúcich dát a GIS infraštruktúry
- modulárna architektúra



Výzvy

- kvalita a konzistentnosť dát
- interoperabilita naprieč systémami
- aktualizácia a verzovanie dát
- governance a zodpovednosti



Zhrnutie:

- Digital Twin nie je len samotná vizualizácia
- geodáta ako integračný základ pre DT
- harmonizácia je kľúčový proces
- štandardy spájajú systémy



==> Digital Twin nie je produkt.
Je to spôsob, ako mesto rozumie vlastným dátam a robí rozhodnutia.

Metropolitný inštitút Bratislavy

Otázky?

Ďakujem!