

IMPLEMENTACE GEOLOGICKÝCH MODELŮ A GEOVĚDNÍCH DAT DO BIM PROJEKTŮ

Z. Rudovský

České vysoké učení technické v Praze

J. Franěk

Česká geologická služba

ABSTRAKT: Od 1. 1. 2027 bude BIM povinný pro všechny nadlimitní veřejné stavební zakázky v ČR. Jeho klíčovou součástí je digitální informační model stavby založený na standardu ISO 16739 (IFC), který však dosud systematicky nepokrývá geologické informace. Přesto jsou právě tyto informace zásadní zejména pro rozsáhlé a podzemní stavby. V posledních letech jsme proto vyvíjeli postupy pro integraci prostorových geologických dat do IFC modelů na několika konkrétních lokalitách. Přínosem je standardizace geologických objektů a jejich snadná kombinovatelnost s IFC modely ostatních profesí v BIM prostředí. Tím se zlepšuje kvalita návrhu, plánování i řízení rizik a snižují se náklady během průzkumu i výstavby staveb. Typickým příkladem využití navrženého přístupu nejsou jen dopravní tunely a další liniové stavby, ale také aktuálně intenzivně řešené jaderné elektrárny nebo hlubinné úložiště vysoce radioaktivních odpadů.

1. ÚVOD: BIM JAKO DATOVĚ ORIENTOVANÁ SPRÁVA STAVEBNÍCH INFORMACÍ

BIM (Building Information Modelling) je v odborném pojetí chápán nikoli jako tvorba 3D modelu, ale jako systém řízení informací o stavebním díle napříč jeho životním cyklem, typicky v návaznosti na procesy definované sérií ISO 19650. BIM předpokládá, že data vznikají v projektové přípravě, průběžně se validují při realizaci a následně se využívají při správě a provozu objektů. Rozhodující podmínkou tohoto přístupu je formalizovaná struktura dat a jejich sdílení v prostředí umožňujícím jednoznačnou interpretaci napříč profesemi.

V České republice je BIM současně institucionalizován jako nástroj pro zvyšování efektivity veřejných investic. Informace o účinnosti zákonného rámce od 1. 1. 2027 jsou uvedeny ve zdrojích veřejné správy a souvisejících informačních portálech (Zákon o správě informací o stavbě 2025, Zákon o správě informací o stavbě a vystavěném prostředí 2025). To zásadně zvyšuje nároky na standardizaci datových struktur nejen pro „klasické“ stavební profese, ale i pro disciplíny, které ovlivňují návrh, bezpečnost a provozní spolehlivost staveb – například geologii a geotechniku.

2. DiMS: ZÁKLADNÍ DATOVÝ ZDROJ BIM A POŽADAVKY NA NĚJ

V české terminologii je podstatnou složkou BIM Digitální model stavby (DiMS), který „propojuje grafické i negrafické informace“ a představuje digitální zobrazení prostorového uspořádání a vybraných vlastností stavby a jejích prvků (KoncepteBIM.gov.cz). Pro účely mezioborové koordinace a následné správy objektů je kritické, aby tento model nebyl redukován na geometrii, ale nesl také:

- jednoznačnou identifikaci objektů a jejich vztahů,
- vlastnosti (včetně datových typů a fyzikálních jednotek),
- metadata o původu a kvalitě dat,
- vazby na dokumentaci.

V případě staveb s významným vlivem podloží (hlubinné založení, liniové stavby, podzemní díla) se tyto požadavky přirozeně rozšiřují i na horninové prostředí. Pokud je geologická informace vedena mimo DiMS/DiMS, projekt se vrací k dokumentově orientované praxi, kde se 3D poznatky redukuje na 2D řezy a textové interpretace, což zhoršuje reprodukovatelnost analýz, řízení změn a integraci informací.

3. OTEVŘENÝ STANDARD IFC (ISO 16739) A HRANICE SOUČASNÉ PODPORY GEOVĚDNÍCH DAT

Standard ISO 16739 definuje IFC jako otevřený mezinárodní formát pro výměnu BIM dat mezi softwarovými

aplikacemi (ISO 16739-1, 2024). Jeho přínos spočívá v tom, že umožňuje přenášet objektově orientovaná data včetně vlastností a vztahů, a tím podporuje interoperabilitu a dlouhodobou udržitelnost dat.

Je však nutné přesně rozlišit dvě roviny „pokrytí“ geologie v IFC:

Existence základních entit: IFC 4.3 zahrnuje prvky pro geotechnické/geologické koncepty, např. buildingSMART (IFC 4.3 dokumentace. IfcGeotechnicalStratum IfcGeoslice.). Dále se objevují nadřazené koncepty typu IfcGeoScienceElement jako rámec pro geotechnické a geologické entity (buildingSMART Technical. IfcGeoScienceElement (geotechnické a geologické koncepty). Aktuálně dostupné sw. nástroje však často nemají plně integrovanou nejnovější verzi IFC 4.3, a tedy neobsahují ani tyto základní geologické koncepty.

- Schopnost standardizovat komplexní 3D geologické modely: samotná přítomnost entit neřeší jednotnou metodiku, datové šablony, konzistentní parametrizaci, vazby na vstupní měření (vrty, profily) ani reprezentaci např. objemových nebo voxelových modelů v míře, která by umožnila spolehlivou výměnu dat bez ztrát mezi různými nástroji. V oblasti podzemního stavitelství se navíc ukazuje, že i při „sémantické dostatečnosti“ IFC je pro dosažení interoperability nezbytné implementační vodítko (implementation guide) (HUYMAJER, M. et al. 2024).

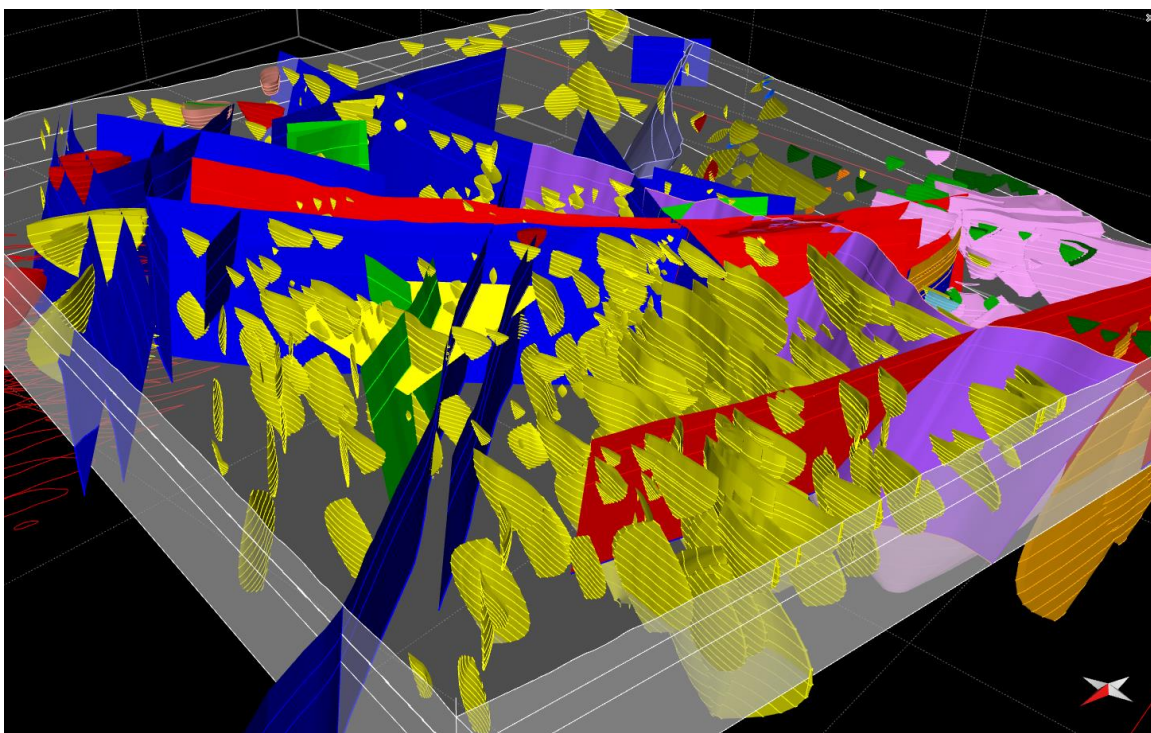
Z toho plyne, že praktické nasazení IFC pro geologii vyžaduje dodatekovou standardizaci: definici objektových typů, vlastností, vazeb a pravidel reprezentace, která budou mezi nástroji interpretována shodně.

4. PROBLÉM INTEROPERABILITY: PROPRIETÁRNÍ MODELY, ZTRÁTA VÝZNAMU A „2D DEGRADACE“

Geologické a geotechnické modely podloží tradičně vznikají ve specializovaných (často proprietárních) prostředích (Obr. 1) a jejich výměna bývá realizována exporty do různých „meziformátů“. Tento proces vede ke třem typickým ztrátám:

- Geometrická ztráta (generalizace, triangulace bez topologie, rozpad objemů na povrchy),
- Sémantická ztráta (ztráta významu objektu: jednotka/struktura/hranice → „bezejmenná síť“),
- Informační ztráta (atributy, parametry, nejistoty, metadata původu dat).

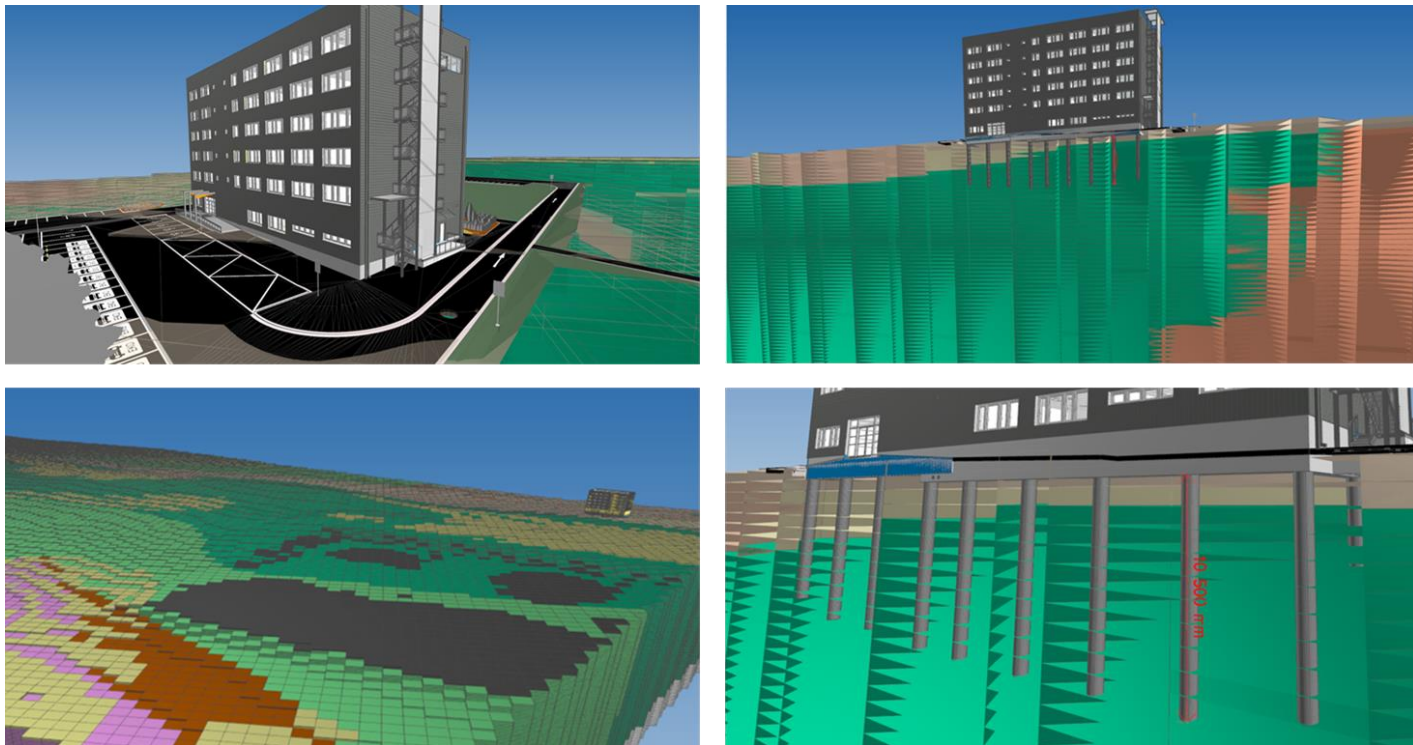
V krajních případech je 3D informace předávána pouze prostřednictvím 2D řezů, což výrazně omezuje možnost kombinovat geovědní data s ostatními profesními modely. V BIM prostředí se tak geologie stává „externím dokumentem“, nikoli datovou vrstvou, se kterou lze aktivně pracovat – provádět dotazy, automatické kontroly či variantní analýzy apod.



Obrázek 1: Příklad nativního geologického modelu ve specializovaném sw., který není možné efektivně sdílet s ostatními profesemi.

Námi navržená standardizace se zaměřuje na datové struktury a negrafické informace (parametry, názvy, typy, vztahy, jednotky, hierarchie) tak, aby geologická data byla v BIM nástrojích „čitelná“ analogicky k objektům ostatních profesí, tedy filtrovatelná, dotazovatelná, verzovatelná a kombinovatelná napříč disciplínami (ISO 16739-1, 2024; ISO 19650-1, 2019).

6. DISKUSE: DOPADY NA KOORDINACI PROFESÍ, ŘÍZENÍ RIZIK A EKONOMIKU PROJEKTU



Obrázek 4: Optimalizace umístění administrativní budovy vzhledem k horninovému podloží – voxelizovaná geologická tělesa doplněná o negrafické informace (geotechnické parametry), kombinovaná s návrhem administrativní budovy (architektonicko-stavební model)

Integrace geologického IFC do společného BIM prostředí (Obr. 4) vytváří předpoklady pro:

- mezioborovou konzistenci: geotechnika, zakládání, statika či podzemní stavitelství pracují s týmž referenčním geologickým modelem místo paralelních interpretací,
- rychlejší řízení změn: nové průzkumné údaje lze promítnout do datového modelu a transparentně posoudit dopady na návrh a harmonogram,
- snížení geologických/geotechnických rizik: rizikové zóny lze explicitně mapovat do 3D a vázat na konstrukční prvky a technologické postupy,
- lepší interoperabilitu: IFC jako otevřený standard snižuje závislost na proprietárních formátech a podporuje dlouhodobé uchování dat (ISO 16739-1, 2024).
- efektivnější řízení nejen výstavby, ale i dlouhodobého provozu a ukončení (demontáže) staveb

Současně je nutné realisticky přiznat, že samotné „IFC entity“ nestačí: dosavadní zkušenosti ukazují potřebu implementačních pravidel pro dosažení opakovatelné interoperability (HUYMAJER, M. et al. 2024). V geologii je tento požadavek ještě silnější kvůli heterogenitě dat, částečné absenci norem, nejistotám a různým typům reprezentace (povrchová, objemová, voxelová).

Závěr

Účinnost českého zákonného rámce pro správu informací o stavbě od 1. 1. 2027 (Zákon o správě informací o stavbě 2025, Zákon o správě informací o stavbě a vystavěném prostředí 2025) vytváří tlak na prakticky proveditelnou standardizaci informací i mimo tradiční stavební profese. Přestože IFC (ISO 16739) poskytuje robustní rámec pro otevřenou výměnu informací (ISO 16739-1, 2024), geologické objekty vyžadují doplnění o konzistentní objektové typy, parametry, vazby a pravidla reprezentace, aby bylo možné bezetrátově integrovat 3D geologické modely do DiMS/DIMS (KoncepteBIM.gov.cz 2026; HUYMAJER, M. et al. 2024). Standardizované geologické IFC objekty (objemy jednotek, voxely, planární

struktury a vstupní data) představují cestu k tomu, aby horninové prostředí bylo sdílenou, dotazovatelnou a verzovatelnou součástí projektové dokumentace. Tím se zvyšuje kvalita koordinace, snižují rizika a podporuje ekonomická efektivita projektu v celém jeho životním cyklu (ISO 16739-1, 2024; ISO 19650-1, 2019; HUYMAJER, M. et al. 2024). Typickým příkladem využití navrženého přístupu nejsou jen dopravní tunely a další liniové stavby, ale také aktuálně intenzivně řešené jaderné elektrárny nebo hlubinné úložiště vysoce radioaktivních odpadů a související výzkumné a vývojové práce, které v současnosti probíhají např. v podzemní laboratoři Josef (CEG ČVUT).

7. PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují ČEZ a.s. vč. dceřiných společností, jmenovitě pak zejména P. Beierovi, P. Hejnému, J. Štabrňákovi a A. Podojilovi za koordinaci prací spojených s rozvojem BIM v geologických modelech. Další poděkování patří kolegům Centra experimentální geotechniky, zejména týmu Podzemní laboratoře CEG ČVUT Josef za rozvoj digitalizace podzemních staveb a experimentů spojených s hlubinným úložištěm jaderného odpadu. Část prací byla provedena v rámci dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace České geologické služby (DKRVO2023–2027, projekt 321560).

LITERATURA

Portál o veřejných zakázkách. Zákon o správě informací o stavbě... bude účinný od 1. 1. 2027 (publ. 27. 8. 2025).

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR (MMR). Zákon o správě informací o stavbě a vystavěném prostředí (informace pro zadavatele).

KoncepceBIM.gov.cz. Digitální model stavby (DiMS) (definice a kontext).

ISO. ISO 16739-1: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (oficiální stránka standardu).

ISO. ISO 19650-1: Concepts and principles for information management using BIM (oficiální stránka standardu).

buildingSMART (IFC 4.3 dokumentace). IfcGeotechnicalStratum.

buildingSMART (IFC 4.3 dokumentace). IfcGeoslice.

buildingSMART Technical. IfcGeoScienceElement (geotechnické a geologické koncepty).

HUYMAJER, M. et al. (2024). IFC concepts in the execution phase of conventional tunneling (důraz na potřebu implementačních vodítek).

Ing. Arch. Zdeněk Rudovský, Ph.D.

Pracoviště: ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Centrum experimentální geotechniky

E-mail adresa: zdenek.rudovsky@cvut.cz

Mgr. Jan Franěk, Ph.D.

Pracoviště: Česká geologická služba

E-mail adresa: jan.franek@geology.cz