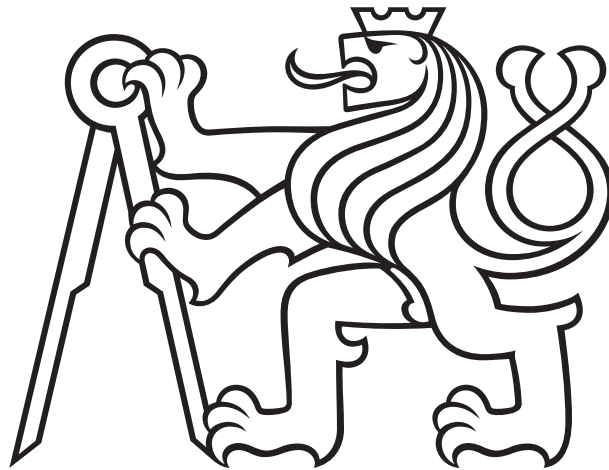


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra betonových a zděných konstrukcí



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Práce s negrafickými daty v BIM
stavebním procesu**

**Workflow of non-graphical data in BIM
construction process**

Vypracoval: Bc. Vojtěch Starý

Vedoucí práce: Ing. Petr Bílý, Ph.D.

Rok: 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Starý Jméno: Vojtěch Osobní číslo: 458833
Zadávající katedra: K133 - Katedra betonových a zděných konstrukcí
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Práce s negrafickými daty v BIM stavebním procesu

Název diplomové práce anglicky: Workflow of non-graphical data in BIM construction process

Pokyny pro vypracování:

- Zhodnocení současného stavu v oblasti práce s negrafickými BIM daty
- Klasifikační systémy ve stavebnictví - současný stav, možnosti využití pro BIM
- Způsoby řešení interoperability součástí BIM procesu
- Příklad kooperace součástí BIM procesu s důrazem na výměnu negrafických dat
- Návrh efektivních postupů pro komunikaci negrafických dat v BIM stavebním procesu

Seznam doporučené literatury:

- Koncepce zavádění metody BIM v České republice <https://www.koncepcebim.cz/koncepce>
- Třídíky stavebních konstrukcí – např. OmniClass, CoClass, SNIM, CCI a další
- Samostatně vyhledejte další vhodnou literaturu

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Petr Bílý Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 21.9.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 3.1.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

23.9.2020
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem ČVUT 1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

V Praze dne

.....

Bc. Vojtěch Starý

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, Ing. Petrovi Bílému, Ph.D., za věcné připomínky, vstřícnost při konzultování, předání cenných rad a zkušeností.

Dále bych rád poděkoval i mé rodině, nejen za oporu při vypracování diplomové práce, ale i za intenzivní podporu v průběhu celého mého studia na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Abstrakt

Tato práce se zabývá možnostmi využití BIM negrafických dat pro jiné účely než pouze jako součást digitální projektové dokumentace. Na začátku je vysvětlena důležitost a různé způsoby využití negrafických dat včetně jejich tvorby. Následně jsou popsány klasifikační systémy a datové standardy, k čemu se využívají a jak mohou být využity pro standardizaci při přenosu a kontrole BIM dat nebo zlepšení komunikace mezi účastníky stavebního procesu. Poté je vysvětleno jakými různými metodami je možné BIM data přesouvat a je popsán aktuální vývoj v nejpoužívanějším formátu pro tyto účely - IFC.

V poslední části je na konkrétních příkladech popisován přesun BIM dat, jak od sebe oddělit grafická a negrafická data včetně příkladu, jak vypadá implementace do BIM softwaru *Revit*. Na závěr jsou představeny možnosti, jak negrafická data kontrolovat.

Klíčová slova

BIM, IFC, Klasifikační systémy, Přenos dat, Negrafická data.

Abstract

The thesis is focused on exploring the possibilities of using BIM non-graphical data for other use-cases than just as a part of digital construction plans. At first, the importance of non-graphical data and different methods of utilization and creation of non-graphical data are presented. Then several classification systems and data standards are described. The thesis discusses their purpose and how can they be beneficial for the standardization of data during the checking phase or for the improvement of communication between participants of the construction process. Further, different methods that can be used to transfer BIM data are explained and for the most widely used one (IFC), the planned future development is laid out.

In the last part, the transfer of BIM data is described in particular examples. It is also shown how the nongraphical data can be separated from the graphical ones including one concrete implementation to BIM software *Revit*. In the end, the different options of how to check non-graphical data are presented.

Key words

BIM, IFC, Classification systems, Data transfer, Non-graphical data.

Vysvětlivky

IFC - Industry Foundation Classes - *Základní třídy odvětví*

AEC - Architecture, engineering and construction - *Architektura, inženýrství a výstavba*

DTV - Design transfer view - *Pohled pro přenos návrhu*

CV - Coordination view - *Pohled pro koordinaci*

bS - buildingSMART - Mezinárodní organizace starající se o vývoj části BIM standardů, např. IFC, IDS, bSDD.

API - Application Programming Interface - *Programovatelné rozhraní aplikací*

Instance - Konstrukce nebo prvek umístěný do modelu - v rámci jednoho modelu jedinečná - unikátní identifikátor (ID), výskyt určité entity

MVD - Model View Definition - *Definice náhledu na model* - Filtr, který při výměně dat definuje, která data budou předána/sdílena

bSDD - buildingSMART Data Dictionary - *Datový slovník od buildingSMART*[11]

IDS - Information delivery specification - *Specifikace dodávaných informací*

ZZVZ - Zákon o zadávání veřejných zakázek

VZ - Veřejná zakázka

Metodika - Obecně pracovní postup, souhrn doporučených praktik a postupů (metod) [42].

WAN - Wide Area Network - *Rozlehlá síť* - Internetová síť, která propojuje jednotlivé LAN

LAN - Local Area Network - *Lokální síť* - Propojuje počítače/zařízení na jednom místě, je připojená do WAN přes přístupový bod, přístup z WAN do LAN je velmi omezen (Firewall), v obráceném směru je naopak skoro úplně otevřen.

BCF - BIM Collaboration Format - *BIM formát pro spolupráci* - Formát dat (soubor) pro předávání problémů a připomínek v BIM, tkz. *issues*.

EDMS - Electronic document management system - *Systém pro správu elektronických dokumentů*

Obsah

1	Úvod	11
2	Building Information Modeling (BIM)	13
2.1	BIM negrafická data	14
2.1.1	Kdo a kdy zadává negrafická data	15
2.1.2	Formáty dat	17
2.2	BIM v ČR	18
2.2.1	ČAS, Koncepce BIM 2022 a legislativa	18
2.2.2	Aktuální stav	20
2.2.3	Výhled do budoucna	21
3	Interoperabilita	23
3.1	Možnosti přenosu dat mezi AEC softwary	23
3.2	IFC	24
3.2.1	Verze IFC	27
3.3	Společné datové prostředí (CDE)	28
3.3.1	Struktura CDE	29
3.3.2	Jediný zdroj pravdy	30
3.3.3	Typy CDE	30
4	Standardizace	32
4.1	Třídníky stavebních konstrukcí a prací	34
4.1.1	Typy třídniců/klasifikací	36
4.1.2	Příklady třídniců	37
4.2	Datový standard (DS)	41
4.2.1	Information delivery specification (IDS)	42
4.2.2	Standardizace negrafických informací 3D modelu (SNIM)	44
4.2.3	Datový standard staveb (DSS)	45
4.3	buildingSMART Data Dictionary (bSDD)	47
5	Příklad přenosu negrafických dat	49

5.1	Využití BIM dat pro definici zatížení statického modelu konstrukce . . .	50
5.1.1	Návrh řešení	50
6	Příklady práce s negrafickými daty	53
6.1	Automatizace klasifikace	56
6.1.1	Základní kontrola negrafických dat	57
6.2	Propojení BIM na jiné zdroje	58
6.3	Kdy je vhodné opustit 3D model	59
6.4	Získávání negrafických dat z 3D modelů	60
6.4.1	Z nativních formátů BIM softwarů	61
6.4.2	Získání negrafických dat z IFC pomocí Solibri	67
7	Závěr	68

Kapitola 1

Úvod

BIM negrafická data byla součástí modelů už od počátku BIMu. Jejich význam byl ale často dáván do pozadí oproti grafickým datům, která jsou hlavním nositelem informace o tom, co se kde nachází a jak to je veliké. Tento přístup, kdy grafická data mají mnohem větší váhu než ta negrafická, je často vidět ve fázi přechodu z neBIM do BIM stavebního procesu. Tehdy se hodně lidí zaměřuje na to, aby jako výstup BIMu dostali ty samé výkresy, jako při práci například v *Autocadu*. Tím se ale snaží vytvořit něco k čemu BIM nebyl určen - pouze další moderní repliku rýsování tuží na pauzovací papír.

Využití přidané hodnoty, kterou negrafická data přináší, proto přichází často až v pozdější fázi zavádění BIM. Až tehdy je uživatelem pochopena 3D stránka BIMu a je spokojen s výsledky, které dostává. Tehdy teprve začne uvažovat nad dalším využitím všeho nového, co BIM modelem získává oproti 2D výkresu z čar a prostého textu. Postupně zjišťuje, že díky negrafickým datům může mnohem lépe specifikovat požadavky na konstrukce a výrobky. Zjednodušit si práci s tvorbou výkazů, přehledů, analýz a mnoho dalšího pouze tím, že bude mít k jednotlivým 3D konstrukcím doplněny další informace v konzistentní a standardizované podobě.

Práce s negrafickými daty ale není pouze o jejich zpracovávání automatizovaným způsobem za využití předem připravených pravidel, ale i o řízení samotného modelu, který umožňuje propojení negrafických dat na konkrétní vlastnosti grafické části modelu. Tak je možné 3D model řídit a upravovat bez toho, aby se někde rozpojily, překrývaly nebo chyběly jakékoliv konstrukce.

S přidáním dat přichází i odpovědnost za jejich správnost. Protože jsou data grafická s těmi negrafickými propojená, není možné pouze upravit výslednou tabulku, pokud je v ní nalezena chyba, ale je potřeba jít k původnímu zdroji informace a změnit hodnotu už tam. Není to ale zas takový problém jak se na první pohled může zdát, je to spíše příležitost, jak využít umístění všech informací na jednom

místě, které jsou navzájem propojené. Vytvořit tak efektivní metody kontroly jak negrafických tak grafických dat buď navzájem nebo i pouze mezi sebou samými.

Hlavní motivací pro zvolení tématu byla jeho aktuálnost a návazností na nově vznikající legislativu a standardy, které jsou důležité pro určení jednoho hlavní směru, kterým se bude využití BIM v ČR dále ubírat. Dále pak možnost propojení několika oborů dohromady: stavebnictví, nových technologií, počítačů - programování. Bez programování se totiž v určité chvíli už obejít nelze. Využívané softwary nabízejí uživateli jen omezené množství konkrétních možností práce, ale s variantou, že další nové si pro sebe může vytvořit sám. Také se jedná o pokračování v tématu BIM, které bylo autorem této práce řešeno i v rámci bakalářské práce.

Kapitola 2

Building Information Modeling (BIM)

Na to, co BIM (Informační modelování staveb) znamená, existuje mnoho názorů. Ty si navzájem mohou někdy i odporovat, ale přitom být správné, protože vždy záleží, z kterého úhlu pohledu se na BIM nahlíží. Z pohledu této práce je BIM chápán jako soubor nástrojů, procesů, metod a nových přístupů k stavebnímu řemeslu tak, aby odpovídalo aktuálním dostupným technologiím a využívalo jejich plný potenciál – výkonné počítače schopné zobrazovat podrobnou 3D grafiku, mobilní telefony a tablety neustále připojené k internetu, rozhodování se za podpory automatizované analýzy velkého množství dat (strojové učení) a mnoho dalších.

Všechny tyto nové nástroje ale vyžadují velké množství dat/informací, které zatím při nevyužití BIMu jsou roztržštěné do malých shluků, formátů, kde jsou uzamčeny a není je možné efektivně využívat. Právě BIM by mohl fungovat jako jednotící prvek, který vše propojuje/obsahuje. BIM ale nemusí nutně popisovat, jak přesně se mají data vytvářet, sdílet a zpracovávat, protože to vždy záleží na konkrétním využití, zkušenosti lidí a dostupných nástrojích. BIM by měl s sebou nést spíše myšlenku/princip, jak s daty pracovat, aby je mohl využít i někdo další a nedocházelo ze zbytečnému uzamykání informací, tím pádem potenciálu a vykonané práce.

V případě pohledu na BIM jako celek, je velmi vodné se na něj dívat jako na metodiku. Umožňuje to se odpoutat od tvorby vlastního 3D modelu (3D těles) za účelem mít podklad pro umístění konstrukcí na stavbě (výkresy) a místo toho se zaměřit i na ostatní procesy, které v rámci přípravy, provádění a správy stavebních objektů (PPSSO) probíhají. BIM je vhodné využít k celkové aktualizaci toho, jaké technologie jsou při PPSSO využívány (3D skenování, rozšířená a virtuální realita, RFID čipy, digitální dokumentace na stavbě, 3D tisk, GNSS navádění strojů podle

3D modelů, snížení uhlíkové stopy - emise, robotizace, automatizace a další). Důvodů k tomu je několik. Jedním z hlavních je synergie, tedy to, že pokud je zavedena jedna technologie, tak je následně jednodušší zavést i ty ostatní. Příkladem může být v současnosti již používané GNSS navádění stavebních strojů podle 3D modelů, které je využíváno u silničních a železničních liniových staveb. Pokud už z jiného důvodu (např BIM model) jsou 3D povrchy vytvářeny, tak je využití GNSS navádění mnohem jednodušší, menší finanční náročnost a jedna činnost je využita vícekrát. To stejné je možné najít i pro ostatní zmíněné technologie. BIM model přitom hraje ve většině z nich klíčovou roli, kdy nakonec ani není potřeba zvažovat, jestli BIM model je potřeba, ale bude to nutnost pro využití jakýchkoliv dalších moderních technologií za účelem zůstat kompetitivní se světem.

Stejně jako se mluví o Průmyslu 4.0, na kterém si ČR obecně hodně zakládá a hodně si od něj slibuje pro zlepšení naší ekonomické situace, tak stejně existuje i Stavebnictví 4.0, pod které BIM náleží. Technologie, jako je BIM, budou nedílnou součástí jakéhokoliv stavebního procesu ne kvůli tomu, že to v současné době vláda nařizuje (viz Kapitola 2.2.2), ale protože tak budou pracovat všichni ostatní a bude to efektivnější způsob práce.

2.1 BIM negrafická data

Většina lidí si pod BIM představí graficky pěkný 3D model, ti lépe informovaní 3D model s nějakými dodatečnými vlastnostmi/informacemi. Zároveň to je asi i nej-jednodušší způsob, jak BIM někomu vysvětlit, pokud se s ním ještě nikdy nesešel. Negrafické informace jsou v tom případě přesně ty vlastnosti nebo informace, které jsou k 3D modelu přidruženy a pevně s ním spojeny. Ve většině případů se jedná o vše, co je v BIMu zapsáno pomocí písmen a číslic.

Negrafická data odlišují „pouhý“ 3D model od BIM modelu. Termínů jak se v praxi těmto negrafickým datům říká je několik a v této práci jsou používány se stejným významem: vlastnosti, parametry, atributy, negrafické informace. V rámci aktuálně navrhovaného Zákona o BIM [28] se mluví o negrafických datech jako o „*vlastnostech*“ nebo přesněji o „*vlastnostech stavby*“, ale zatím nad tím neproběhla žádná shoda a je to věc v řešení. Podle autora této práce to ale není ten nejlepší termín, protože slovo „*vlastnosti*“ je obvykle spojováno s nějakým nastavením a lepší je termín „*parametry*“, který je obvykle s negrafickými daty spojován - např. v IFC, lépe to vystihuje jejich parametrickost.

Konkrétně se může jednat o materiálové charakteristiky (mechanické vlastnosti, hustota, požární odolnost, tepelná odpor, difuzní odpor), konkrétní název

výrobku a jeho výrobce, cena, odkaz na technický list, geometrické charakteristiky (objem, plocha a délka), servisní intervaly, zodpovědnost, typ konstrukce, zatřídění pomocí třídníků, unikátní identifikátor (ID) a mnoho dalších. Možností je skoro neomezeně, ale platí, že méně je někdy více a je nutné si dát pozor na správnost všech uváděných informací. Čím více informací BIM model obsahuje tím je náročnější jejich kontrola a je složitější získat důležité informace v tu správnou chvíli. Doposud to bylo většinou pouze na zkušenosti účastníků, aby dokázali na začátku určit potřebné vlastnosti pro každou fázi stavby. V budoucnu se toto bude s narůstajícími zkušenostmi zlepšovat. Tomu napomůžou i vyvíjené standardy na úrovni státu, které by s sjednocením mohly pomoci (viz Kapitola 4.2.3).

2.1.1 Kdo a kdy zadává negrafická data

Ideální stav je, když jsou negrafická data součástí již hotových knihovnických prvků ještě před jejich vložením do modelu, protože to s sebou nepřináší žádné navýšení náročnosti i při využití většího množství parametrů a zajistí to vysokou spolehlivost a kvalitu dat. Prvky jsou v tom případě z knihovny přesouvány přímo na svoje místo v modelovém prostoru bez zásahu do parametrů (metoda drag&drop). Okamžikem vložení do modelu se knihovnickým prvkům začíná říkat instance. Tento princip modelování podporuje většina AEC softwarů a je velmi efektivní, protože jakmile jsou knihovní prvky jednou vytvořené, tak je možné je přenášet mezi projekty a odpadá relativně náročná práce s jejich tvorbou.

Sestavením kompletně z knihovnických prvků je možné vyřešit většinou pouze jednodušší modely nebo ty často opakované (rodinný dům nebo menší bytový dům, některé liniové stavby). Komplexnější stavby vyžadují výrobu „one-off“ prvků, které jsou unikátní pro daný projekt a nikdy se na jiném už nevyužijí (rampy podzemních garáží, složitější schodiště, složitější zábradlí, terénní úpravy atd). Tento přístup umožňuje využít maximum výhod používání knihoven, ale zároveň neomezuje v tvůrčí činnosti možnost mít každý projekt jiný a unikátní.

Tvorba knihovnických i one-off prvků je různá a velmi záleží na používaném softwaru:

- **Běžný uživatel (projektant)** – obvykle vytváří pouze jednodušší knihovní prvky (stěny, sloupy, podlahy atd.), dále vytváří instance tkzv. „na místě“, kdy používá základní modelovací nástroje pro vytvoření 3D objektů přímo v modelu, tento proces je velmi časově náročný, je náchylný k vnášení chyb do modelu a není s ním možné vytvořit komplexnější tvary, kvůli často zjednodušeným modelovacím nástrojům.
- **Specialista na BIM modelování** – složitější prvky (schody, dveře, okna,

zábradlí, složitější plochy atd.), protože mají složitější geometrii nebo vyžadují určitou parametričnost – možnost upravovat jejich rozměry pomocí explicitních parametrů, pravidel a omezení [41]. Většinou nejlepší řešení, protože zaručuje kvalitu, největší přizpůsobení knihovních prvků způsobu práce projektanta a jeho potřebám. Specialista (firma nebo osoba) může být součástí větší projekční kanceláře, externě najímaná pro výrobu konkrétních prvků nebo je možné zakoupit/získat základní knihovní prvky už vyrobené specialistou z internetu.

- ***Vytvoří je výrobce samotného výrobku*** - poskytne je projektantům zdarma nebo za úplatek, obvykle komplexnější řešení: okna, dveře, nábytek, kotvící prvky, zařizovací předměty, SDK atd. Tento způsob nemusí být úplně ideální, protože jsou tyto knihovní prvky často vytvořeny proto, aby byly pěkné a dobře se prodávaly, ale postrádají dobrou funkčnost – neobsahují potřebná negrafická data nebo nejsou parametrické. Navíc je problém s jejich použitím pro veřejné zakázky, kvůli specifikaci konkrétního výrobku nebo loga firmy. Často jsou také příliš detailní, a proto pro velké modely nepoužitelné.
- ***Základní knihovní prvky daného softwaru*** – velmi se liší software od softwaru a často nestačí ani na základní práci. Další komplikací je, že obvykle neodpovídají normovým požadavkům a národním zvyklostem, protože drtivá většina AEC BIM softwarů je mezinárodní se sídlem mimo ČR a náš trh je tak malý, že výrobci nemají motivaci uzpůsobovat knihovní prvky na míru našim zvyklostem.

Ten, kdo vytváří knihovní prvky by u nich měl zároveň vytvořit i příslušné parametry a naplnit je negrafickými daty v co největší možné míře – daty, která jsou nezávislá na projektu. Negrafických dat nezávislých na konkrétním projektu je naštěstí většina a ta, která na projektu závislá jsou, jsou převážně vyplňována samotným softwarem automaticky při jejich vložení do modelového prostoru (podlaží, jméno a typ stavby, vytvořil, naposledy upravil atd.).

Čím více jsou parametry standardizovány, tím jednodušší je sdílení knihovních prvků, protože každý pak nazývá parametry stejným jménem. Nejde přitom pouze o samotné slovo, např. rozdíl mezi objemovou hmotností a tíhou (kilogramy proti newtonům), kdy objemová hmotnost je sice používanější mezi širší veřejností, ale v odborných (statických a jiných) výpočtech se používá skoro výhradně objemová tíha. Možná ještě důležitější je konkrétní syntaxe: používání velkých písmen, české diakritiky, mezer a další pravidel, která jsou důležitá pro konkrétní implementaci. Rozhodujícím faktorem je pak čitelnost výsledného zobrazení a jeho praktičnost.

Ani jedno z řešení přitom není špatné, pouze je vhodné v jinou dobu na různých

místech. V samotném kódu se nejčastěji používá verze bez diakritiky, bez mezer a velká písmena na začátku každého slova pro jejich odlišení. Naopak pro prezentaci názvů samotnému uživateli se v AEC softwarech nejčastěji používá varianta s diakritikou, mezerami (případně podtržítka) a standardním používáním velký písmen - nevýhoda ale je, že ne všechna kódování podporují českou diakritiku [6] a některé softwary neumožňují používání mezer v názvech parametrů. Naštěstí většina těchto omezení již v moderních BIM softwarech není (díky celosvětově používanému kódování UTF-8 [44]), a je proto možné používat obě varianty. Ta preferovaná z pohledu této práce je bez diakritiky, mezer a použití velkým písmem pro rozlišení slov, protože to zaručuje skoro 100 % kompatibilitu a omezuje to jednu z možných potíží při přesunu dat mezi softwary.

2.1.2 Formáty dat

Data parametrů jsou základním prvkem celého BIMu. Jejich přítomnost v modelu a přidružených databázích je bezpodmínečná.

Data jako vlastnosti instance mohou mít obecně několik formátů:

- **Text** – Základní formát pomocí kterého je možné vyjádřit vše, i ostatní formáty, je nejčastěji používaný.
- **Double (někdy také Float)** – Číslo s desetinou čárkou, používané pro vyjádření rozměrů nebo některých materiálových charakteristik.
- **Integer** – Celé číslo, skoro výhradně používáno pro hodnoty ID nebo nějakého počtu.
- **Boolean** – Logická hodnota, nabývá pouze hodnot True/False (pravda/nepravda nebo ano/ne), využíváno pro jednoduché určení vlastností (zda je konstrukce nosná, jestli vyžaduje servis, zda je požárně dělicí, zda je prefabrikovaná atd.).
- **Speciální** – Parametr může v podstatě obsahovat cokoliv a záleží to jen na volbě tvůrce softwaru, jaké možnosti uživateli jeho softwaru nabídne. Příkladem může být obrázek, hypertextový odkaz, datum, tlačítko s libovolnou funkcionalitou a mnoho dalších.

Při exportu dat do obecných přenosových formátů, například CSV (Comma-separated values, česky – hodnoty oddělené čárkami) dojde ke ztrátě těchto formátů, respektive převedení všech dat do formátu text. Není to ale tak zásadní problém, protože je možné tyto formáty při dalším zpracování dat obnovit.

2.2 BIM v ČR

2.2.1 ČAS, Koncepce BIM 2022 a legislativa

Vláda v roce 2016 vyjádřila podporu zavedení BIM v ČR a uložila Ministerstvu průmyslu a obchodu (MPO), za podpory ostatních ministerstev, zpracovat Koncepci zavedení metody BIM v České republice (dále jen „Koncepce BIM 2022“) [18]. Koncepce BIM 2022 byla následně schválena usnesením vlády č. 682 ze dne 25. září 2017. Jedním z klíčových rozhodnutí bylo zvolení roku 2022 jako termínu pro zavedení BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce, to sice už teď neplatí ale v té době to bylo důležité rozhodnutí, které umožnilo vypracovat plány a zkoordinovat celý proces tak, aby mohlo být vše potřebné připravené včas.

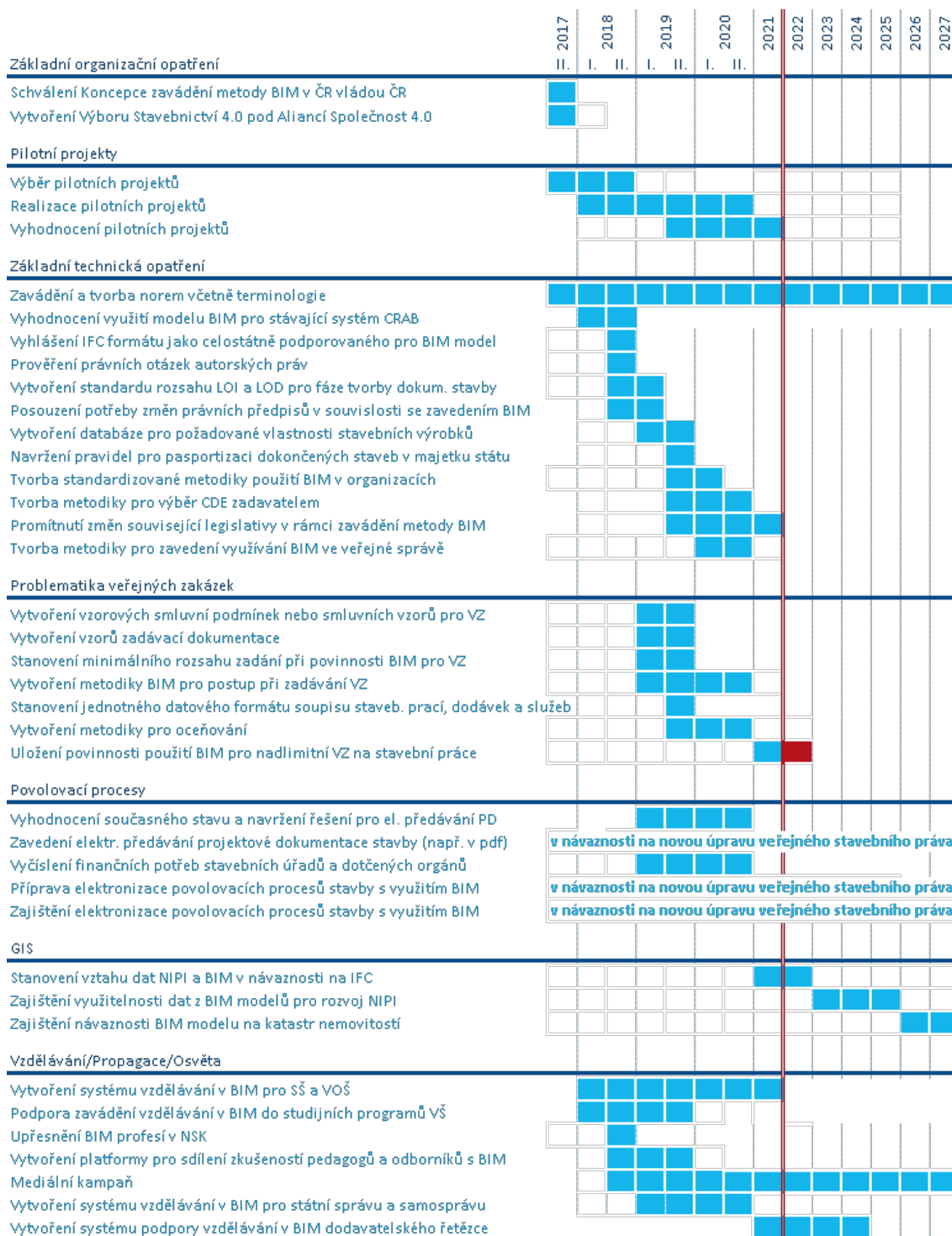
Často není úplně do důsledku vnímaný fakt, že se bude jednat pouze o *nadlimitní* veřejné zakázky, vynechává se o který typ veřejných zakázek se bude jednat a to vede mírnému zmatení odborné veřejnosti. Konkrétní dělení zakázek na nadlimitní a podlimitní upravuje nařízení vlády o stanovení finančních limitů a částek pro účely zákona o zadávání veřejných zakázek (ZZVZ) [27] [48]. Ve výše zmíněném nařízení vlády se říká, že za nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce se považují takové VZ, jejichž celková předpokládaná hodnota přesahuje 137,366 mil Kč. V praxi to znamená, že se to týká především veřejných zakázek na dopravní a jinou infrastrukturu, kde je ze strany zadavatelů těchto veřejných zakázek (nejčastěji SFDI a SŽ) vyvíjen velký tlak na to, aby až bude použití BIM povinné, tak byli tito veřejní zadavatelé připraveni. Především se jedná o spoluúčasti na tvorbě standardů, jejich testování na pilotních projektech a to vše ve spolupráci se stavebními firmami.

Pracovní skupiny

Za účelem připravení potřebných pokladů, metodik, standardů apod. Bylo vytvořeno několik pracovních skupin, kdy každá ze skupin se specializuje na některou z problematik [3]:

- **PS01** – Pilotní projekty
- **PS02** – Zadávání, projektové řízení a smlouvy
- **PS03** – Datové a informační standardy
- **PS04** – Podklady pro oceňování
- **PS05** – Vzdělávání, PR
- **PS06** – Terminologie a normy

Harmonogram doporučených opatření (Obrázek 2.1) ukazuje Koncepci 2022 v širším časovém kontextu. Červená čára přitom znázorňuje původní předpokládaný



Obrázek 2.1: Harmonogram doporučených opatření - původní verze[2]

termín zavedení povinnosti používání BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce v ČR.

2.2.2 Aktuální stav

Na podzim roku 2020 byla prostřednictvím několika kanálů předložena odborné veřejnosti první verze zákona o BIM [28]. Tato verze bude v následujících měsících připomínkována mnoha zainteresovanými subjekty a nakonec schvalována parlamentem (ne dříve než v prvním čtvrtletí 2021), a proto se bude od verze popsané níže zřejmě lišit. Základní koncepty ale pravděpodobně zůstanou již stejné, tj. obsah a počet paragrafů. Největší změnou oproti dříve zveřejněným informacím (viz Kapitola 2.2.1) je, že povinnost využívání BIMu pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce bude až od července 2023, tedy je plánován posun původního termínu o jeden a půl roku.

Zákon o BIM

Popisovaná verze byla poskytnuta členům czBIM k připomínkám dne 18.11.2020 a níže je popsán obsah dostupné verze zákona.

„Účelem zákona je:

- a) vytvoření informační základny stavby jako podkladu pro hospodárnou a účelnou přípravu, provádění, správu, údržbu, užívání, provádění změn a odstraňování stavby během jejího životního cyklu umožňující sdílení informací o stavbě,
- b) stanovení jednotných standardů, činností a postupů pro informační a digitální modelování, které umožní pomocí společného datového prostředí sdílet údaje o stavbách a důvěřovat v jejich správnost a aktuálnost.“ [28]

Zákon v první části definuje pojmy a koncepty, s kterými bude operovat. Dá se předpokládat, že vyložení toho, co BIM znamená, bude následně využíváno napříč celým stavebním odvětvím. Do této doby je využíváno především originálních anglických výrazů. Nově vznikající zákon s sebou přináší čistě české výrazy a vysvětlení základních konceptů BIMu, upravených podle národních zvyklostí:

- *Informační model stavby* – soubor všech informací o stavbě v digitální podobě, vše o čem BIM je.
- *Informační profil stavby* – určitý stupeň BIM projektové dokumentace, něco jako je MVD pro IFC.
- *Digitální model stavby* – lidově „ten“ BIM model, soubor grafických a negrafických dat o stavbě obsažených v 3D modelu.
- *Informační a digitální modelování* – soubor činností a postupů, které zajišťují pořizování, poskytování, udržování, využívání a uchovávání informačního modelu stavby a digitálního modelu stavby po dobu jejího životního cyklu.

- Definuje informační profil stavby pro: povolení stavby, provádění stavby, kolaudaci stavby, skutečné provedení stavby, pasportizaci a správu, údržbu a užívání stavby – soubor všech typů BIM projektových dokumentací, které zákon bude definovat (odpovídají svým neBIM protějškům ve smyslu vyhlášky číslo 499/2006 Sb. [45]).
- *Povinné osoby* – právnické osoby, které musí dle zákona využívat BIM – Česká republika (její organizační složky), státní příspěvkové organizace, kraje a statutární města, jiné právnické osoby pokud, byly založeny nebo zřízeny za účelem uspokojování potřeb veřejného zájmu, jsou převážně financované nebo v nich mají rozhodující vliv jiné výše zmíněné subjekty. Dále pak všichni ti, kteří získali podporu na pořízení dané stavby z veřejných prostředků ve výši nejméně 50 %.
- Speciálním případem jsou pouze uzemní samosprávné celky, které nejsou krajem ani statutárním městem, protože jsou povinné využívat BIM pouze, pokud je to pro ně účelné a hospodárné.
- Potvrzení, že BIM bude pro povinné osoby povinný pouze pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce, tj. stavby s předpokládanou cenou více než cca 137 mil Kč.
- Povinnost využívat BIM pro povinné osoby nekončí kolaudací stavby, ale jsou povinni ho využívat i při následné správě budovy, udržovat ho aktuální a úplný.
- Do větší podrobnosti bude rozebírat to, co informační, digitální model a informační profil znamená, prováděcí právní předpis, který bude teprve zpracován.
- Digitální model stavby se bude pořizovat elektronicky v jednotném datovém standardu (viz Kapitola 4.2.3) a v otevřeném strojově čitelném formátu (viz Kapitola 3.2) stanoveném prováděcím právním předpisem s využitím technické normy.
- Povinnost digitálního modelování plní povinná osoba v informačním systému informačních modelů staveb, který splňuje podmínky pro zajištění společného datového prostředí a standardizovaných činností v procesu digitálního modelování.

2.2.3 Výhled do budoucna

Pohled na věc dobře shrnuje text uvedený na stránkách ministerstva průmyslu a obchodu:

„Z hlediska státní správy resp. veřejných investic je tedy BIM možností, jak lépe definovat své požadavky na výslednou stavbu, transparentně kontrolovat stavbu

během jednotlivých fází jejího životního cyklu, snadněji zhotovovat nezávislé posudky, minimalizovat více-náklady při provádění staveb a zajistit lepší dostupnost podkladů a ekonomičtější provoz státem spravovaného majetku.“ a „Pokud chce Česká republika zůstat konkurenceschopná na mezinárodní úrovni, je nezbytné začít se zaváděním metody BIM do stavební praxe.“ [25]

BIM je budoucnost, ať se to někomu líbí více či méně. Přechod to nebude pro mnoho lidí jednoduchý, především kvůli zvýšení nároků na digitalizaci (práci s čím dál tím více relativně komplikovanými softwary, více komplikovanými než neBIM, ale efektivnějšími) a s tím spojenou finanční zátěží. Digitalizace zefektivňuje práci, a proto nebude potřeba tolik lidí na jednodušší práce (kreslič (modelář), kontrola modelu, rozpočtování aj.). Méně lidí znamená méně financí na provoz, čímž se odůvodní vyšší náklady za softwary a nutnost vyššího ohodnocení za intelektuálně náročnější práci. Tato analýza obecně odpovídá trendům na trhu práce: je potřeba menší počet, ale za to lépe kvalifikovaných lidí.

Hlavním problémem je aktuálně slabá podpora BIM z pohledu specializovaných softwarových řešení, které pro český, relativně malý, trh zatím moc neexistují. Se zavedením zákona o BIM a povinnosti využívání BIM pro veřejné zakázky je pravděpodobné, že vznikne nová vlna potřeby o kvalitní BIM software přizpůsobený českým podmínkám a vše selepší.

Kapitola 3

Interoperabilita

Interoperabilita je schopnost různých systémů (v našem případě přeneseně i účastníků stavebního procesu) vzájemně spolupracovat, poskytovat služby, přenášet data a dosáhnout vzájemně součinnosti. Je to jeden ze základních stavebních kamenů BIMu.

Z pohledu veřejných zakázek je nejdůležitější v tomto ohledu § 103 ZZVZ o Podmínkách sestavení a podání nabídek [48]. Ten říká:

„V případě veřejných zakázek na stavební práce, projektové činnosti nebo v soutěžích o návrh může zadavatel v zadávací dokumentaci uvést závazný požadavek na použití zvláštních elektronických formátů včetně nástrojů informačního modelování staveb a uvést požadavky na obsah, strukturu nebo formát dat. Pokud tyto formáty nejsou běžně dostupné, zajistí k nim zadavatel dodavatelům přístup.“

Tím umožňuje použití jakýkoliv datových formátů, včetně IFC, Revit, ArchiCAD, AutoCAD a všech ostatních. Omezením ale je, že zadavatel musí poskytnout všem potenciálním dodavatelům k těmto formátům přístup, to v případě proprietárních (Revit, ArchiCAD, AutoCAD atd.) znamená koupit/pronajmout licenci. To ale není v případě hospodaření s veřejnými financemi správné, a proto by se mělo pro VZ využívat pouze otevřených formátů. IFC se tím pádem stává na území ČR skoro výhradním formátem pro přenos BIM dat (grafických i negrafických).

3.1 Možnosti přenosu dat mezi AEC softwary

Ideální stav by byl takový, pokud by k žádnému přenosu dat dojít nemuselo – existoval by jeden software, který by umožňoval provádět všechny činnosti spojené s BIM modelováním – tvorba studie, vyprojektování, zpracování analýz (statická, cenová, vliv na životní prostředí, požární atd.), správa budovy atd. Bohužel žádný

takový nástroj neexistuje a ty ostatní co existují jsou více či méně navzájem kompatibilní.

Obecně platí, že při každém přenosu dat mezi softwary/nástroji dochází ke ztrátě dat/informací. Hlavním cílem hledání nejlepšího řešení proto je, aby mělo co nejmenší ztrátu informací (umožnilo přenést všechny informace) a bylo kompatibilní s co nejvíce softwary. Již z principu problému to jsou ale požadavky, které jdou proti sobě – čím více softwarů daný typ přenosu dat bude podporovat, tím obecnější typ přenosu to musí být a bude docházet ke generalizaci – ztrátě podrobnosti/informace. V odvětví je aktuálně nejvíce rozšířeným formátem IFC (viz Kapitola 3.2), a proto se na něj bude soustředit i tato práce a porovnávat ho s ostatními možnostmi.

Přenos pouze negrafických dat je mnohem jednodušší než těch grafických. Negrafická data se obecně skládají z tří informací: co je to za informaci (jméno parametru), které instanci informace náleží a jakou má informace hodnotu. Jako příklad je možné uvést: hmotnost instance s ID 25481 je 650 kg (viz Obrázek 3.1). Kdy ID instance je formátu *integer* (celé číslo), jméno typu informace je *text* a samotná hodnota je typu *double* (číslo). Další parametry je následně možné přidat do dalších sloupečků tabulky, to jednak uspoří místo, ale také to zjednoduší provádění operací s daty: například pokud by další parametr byla barva, tak by bylo možné vykázat všechny barvy konstrukcí, které mají hmotnost menší než 700 kg.

	A	B	C
1	ID	hmotnost [kg]	barva
2	25481	650	modra
3	25482	650	cerna
4	26842	780	cervena

Obrázek 3.1: Příklad negrafických dat

Tímto způsobem je možné pouze za pomoci strukturovaného textu nebo tabulky přenést všechna negrafická data, která může teoreticky BIM model obsahovat a zachovat přitom všechny informace.

3.2 IFC

Nejjednodušší vysvětlení, co je to IFC: IFC je pro BIM něco podobného, jako je PDF pro Word nebo dwg. Zaručuje kompatibilitu nehledě na původním programu a používá se především pro předávání hotové práce nebo pro koordinaci rozpracované práce, nikoliv aktivní tvorbu a úpravu.

IFC je otevřený datový formát – typ souboru do kterého je možné uložit 3D BIM model včetně procesů, časového plánování, finančních záležitostí, osob se na něm podílejících a mnoho dalších informací ohledně celého životního cyklu stavby. Hlavní výhodou formátu je jeho “otevřenost”, tj. je volně dostupný bez licenčních poplatků pro užívání. O vývoj IFC se stará organizace buildingSMART [10]. Jeho formát je definovaný v normě ČSN EN ISO 16739-1 [34] ve verzi IFC4 ADD2 TC1 publikované v dubnu 2019 [8] a je v souladu s normami ISO 19650 1 a 2 [35] [36].

Zjednodušeně lze IFC popsat jako skříň s přihrádkami na různé části modelu a typy informací (grafická a negrafická data). V IFC existuje několik druhů přihrádek (nazývaných třídy), ty mohou být buď konkrétně určené pro jeden typ informace/-konstrukce nebo obecné umožňující uživateli (programátorovi nástroje, který export provádí) si do těchto tříd zapsat libovolnou informaci. Vždy je doporučeno v co největší možné míře využívat konkrétní třídy, protože umožňují lepší definici dat (jsou lépe připravené na uchování potřebných informací), ale aby nemohl nastat případ, že informaci do IFC zapsat nelze, tak je možné vždy informaci více zobecnit, možná ztratit nějakou podrobnost, ale vždy ji do IFC je možné zapsat. Většinou se to týká speciálních, unikátních nebo nestandardních konstrukcí/informací.

„Formát IFC bude v rámci digitalizace státní správy prosazován jako vhodný formát pro elektronické povolovací procesy nahrazující výkresovou dokumentaci v maximální možné míře. Tam, kde to bude vhodné, bude formát IFC prosazován jako možný vstup pro státní systémy a registry pracující s prostorovými daty.“ [24].

Tím, že je IFC volně dostupné, má oporu v české legislativě viz ZZVZ a vyjádření Ministerstva průmyslu a obchodu (odstavec výše), tak velmi usnadňuje výběr formátu, na který se mají vývojáři BIM nástrojů soustředit. Tím se mnohem zjednoduší spolupráce, a proto zkvalitňuje a zefektivňuje celý stavební proces. Standardní problémem v praxi je, že pokud nikdo jasně předem nedefinuje formát, který má být při výměně dat používán, tak není problém nějaký vymyslet/vyrobít, ale bude existovat několik různých variant. Tyto varianty budou mezi sebou více či méně kompatibilní v závislosti na složitosti problému a možnosti využít nějakých starších již rozšířených formátů pro inspiraci. V praxi se málo kdy vymýšlí něco úplně nového, protože s sebou nese spoustu potenciálních problémů, které už většinou někdo někdy vyřešil, respektive dal si tu práci s tím, je vyřešit za nás.

Zapisování negrafických dat do IFC může probíhat několika způsoby:

1. Požadovaný parametr je v IFC předdefinován a má definovaný svůj výčet možných hodnot (*enumeration*). Například definice typu trámu, kterou je možné do IFC zapsat pomocí třídy *IfcBeamType*, který má jako povinný atribut *PredefinedType*. *PredefinedType* následně může nabývat hodnot *BEAM*, *JOIST*,

LINTEL, *T_BEAM*, *USERDEFINED* a *NOTDEFINED*. Nebo má parametr konkrétní vypovídající hodnotu, jako je například pevnost betonu a v tom případě je možné ho zapsat do předpřipraveného *Pset* (něco jako skupina vlastností v DSS): *IfcMaterial* \Rightarrow *Pset_MaterialConcrete*, kdy tento *Pset* obsahuje entity: *CompressiveStrength*, *MaxAggregateSize*, *AdmixturesDescription*, *Workability*, *WaterImpermeability* a *ProtectivePoreRatio*. Zároveň je pro tyto parametry vždy specifikován i datový typ, který se neomezuje pouze na základní rozdělení (viz Kapitola 2.1.2), ale specifikuje konkrétně například i rozsah číselných hodnot a jednotky.

2. Požadovaný parametr není v rámci IFC vůbec definován. Obvykle se jedná o hodně specializované parametry pro výpočty nebo slovní popis, který není součástí žádně z *enumeration*. Obě varianty mají stejné řešení, protože IFC umožňuje vytvoření vlastních *Psetů* (skupin parametrů) do kterých je možné zapsat jakékoliv další informace.

Bohužel je často na problémy naráženo už i při samotném exportu z AEC softwaru do IFC, protože AEC softwary nemusí umožňovat všechny způsoby zápisu IFC dat, kterých je obrovské množství. Například v *Autodesk Revit* je výše zmíněnými způsoby možné zapsat všechny typové i instanční parametry, problém ale nastává u informací zabalených do jiných objektů jako jsou materiály nebo projektové informace (charakteristika samotného Revitu, která není vypovídající o jiných softwarech). Pro takové případy je nutné si vytvořit vlastní nástroj, například *Dynamo skript*, který hodnoty zevnitř objektu překopíruje do nějakého instančního nebo typového parametru, kde už je následně možné Revitu říct, že má daný parametr vyexportovat i s konstrukcí co IFC. Například pro materiály to jsou pevnosti, objemové tíhy a podobné informace, které jiným způsobem není možné exportovat.

Vývoj IFC samotného nebyl vůbec jednoduchý a nese si s sebou určité břímě z raného vývoje až do teď. První verze byla přestavena na konci roku 1996 a od té doby se hodně v IT změnilo. Jedním z klasických problémů prakticky všech věcí, které podléhají nějakému vývoji (obzvláště počítačového softwaru), je verzování, kdy vývoj probíhá i po vydání daného softwaru/věci, a proto dochází k používání současně více než jedné verze. Přejít mezi verzemi nemůže v reálném světě proběhnout skoro nikdy úplně dokonale, to znamená kompletně a v jeden okamžik, protože uživatelé neaktualizují software v jednu chvíli a někdy dokonce vůbec (ať proto, že nechtějí nebo nemůžou). Dále existuje problém s přenosem/aktualizací, kdy je potřeba věc/software aktualizovat, ale protože nová verze podporuje nové nebo jiné standardy tak to není často možné.

Pro IFC základní zpětná kompatibilita zůstala zachována [8] a umožňuje jed-

noduchou a rychlou změnu verze IFC mezi IFC4 a IFC 2x3, více informací v 3.2.1. Navíc je možné formát IFC využít i v případech, kdy jiné formáty tuto kompatibilitu neumožňují. Například Autodesk Revit umožňuje pouze dopřednou kompatibilitu (ze starší verze na novější) a zpětnou ne, ale pro tento případ “downgradu” verze je možné využít právě IFC, kdy se nejdříve provede export z novější verze Revitu do IFC a následně se IFC importuje do starší verze. Tento postup sice není úplně ideální, protože může dojít ke ztrátě informací, ale v určitých případech to může být jediné řešení situace.

3.2.1 Verze IFC

Aktuální verzi (prosinec 2020) z pohledu standardu ČSN EN ISO 19650-1 [35] je IFC4 ADD2 TC1 (4.0.2.1) z října 2017. Zároveň je vydaná i novější oficiální verze IFC4.1 (4.1.0.0) z června 2018 a verze ve fázi testování je IFC4.3 RC2 (4.3.rc.2) z listopadu 2020 viz [8].

Verze IFC4 je sice nejnovější a zatím tou nejpropracovanější, ale není tou v praxi nejvíce používanou a podporovanou. Nejrozšířenější verzí je IFC2x3 TC1 (2.3.0.1) vydaná v červenci 2007 a definovaná v ISO 16739:2005 [19]. IFC2x3 podporují skoro všechny aktuálně dostupné softwary, které výměnu dat pomocí IFC nabízejí, zejména protože je považována obecně za stabilní, spolehlivou a existuje o ní největší množství informací a návodů.

Nejzásadnější rozdíl mezi verzemi IFC4 a IFC2x3 je změna MVD [37], kdy u IFC2x3 je využíváno skoro výhradně Coordination view 2.0 (CV2.0) – MVD určený pro přenos dat za účelem koordinace modelů, ne dalších práce s přenášenými daty – výhoda v implementaci, protože se může díky tomu zjednodušit reprezentace instancí (provést jejich zobecnění). Na rozdíl od IFC4, kde je podle typu přenosu dat využíváno Reference view – v principu CV2.0, nebo Model transfer view – uzpůsobeno pro přenos editovatelných dat [37]. Dále pak úplně nejnovější verze IFC4.3 obsahuje nové třídy pro klasifikaci dopravních staveb (silnice, železnice a vodní cesty), které v IFC až do představení verze 4.3 chyběly (4/2020), a bylo proto nutné používat pro tyto konstrukce obecné třídy, což nikdy není ideální řešení.

Velmi důležitým faktem také je, že verze IFC4 je zpětně kompatibilní s IFC2x3 a to znamená, že je možné modely IFC2x3 velmi jednoduše převést do aktuální verze IFC4. K provedení tohoto “upgradu” stačí pouze přepsat v hlavičce souboru verzi z „FILE_SCHEMA(('IFC2x3'))“ na „FILE_SCHEMA(('IFC4'))“ a tím je umožněna kompatibilita mezi všemi softwary, které aktuálně IFC podporují.

3.3 Společné datové prostředí (CDE)

Společné datové prostředí, anglicky Common Data Environment (CDE), je digitální místo určené k shromažďování, zpracovávání, správě a šíření informací využívaných všemi účastníky po celou životnost stavby. Informace mohou být v podobě BIM i neBIM dat: 3D modely, 2D výkresy (dwg, pdf aj.), obrázky, fotky, textové, tabulkové nebo naskenované soubory, databáze a další; obecně jakékoliv soubory spojené se stavbou. Vytvoření tohoto jednoho on-line místa zaručí přístup všem účastníkům k nejaktuálnějším informacím – jediný zdroj pravdy (viz Kapitola 3.3.2); a prakticky odkudkoliv (v závislosti na použitém řešení viz Kapitola 3.3.3). Využití CDE je součástí Koncepce BIM 2022 (viz Kapitola 2.2.1), to znamená, že podle původního plánu mělo být využití CDE od roku 2022 povinné pro nadlimitní VZ na stavební práce. Podle právě tvořeného Zákona o BIM [28] se ale termín posouvá až na polovinu roku 2023 (viz Kapitola 2.2.2).

Z pohledu práce s negrafickými daty se jedná o velmi důležitý prvek, díky kterému je možné jednodušeji implementovat metody automatické kontroly a analýzy dat. To například kvůli verzování, které nemusí probíhat pomocí změny názvu souboru – standardně se používá aktuální datum nebo číslo verze; ale o verzování se postará samotné CDE i s archivací neaktuálních verzí pro možnost je kdykoliv obnovit. Negrafická data jsou většinou v CDE uchovávána v podobě tabulek, databází nebo jsou navázána na grafická data (BIM 3D modely, IFC atd.).

Základními požadavky na CDE z pohledu práce s negrafickými daty jsou:

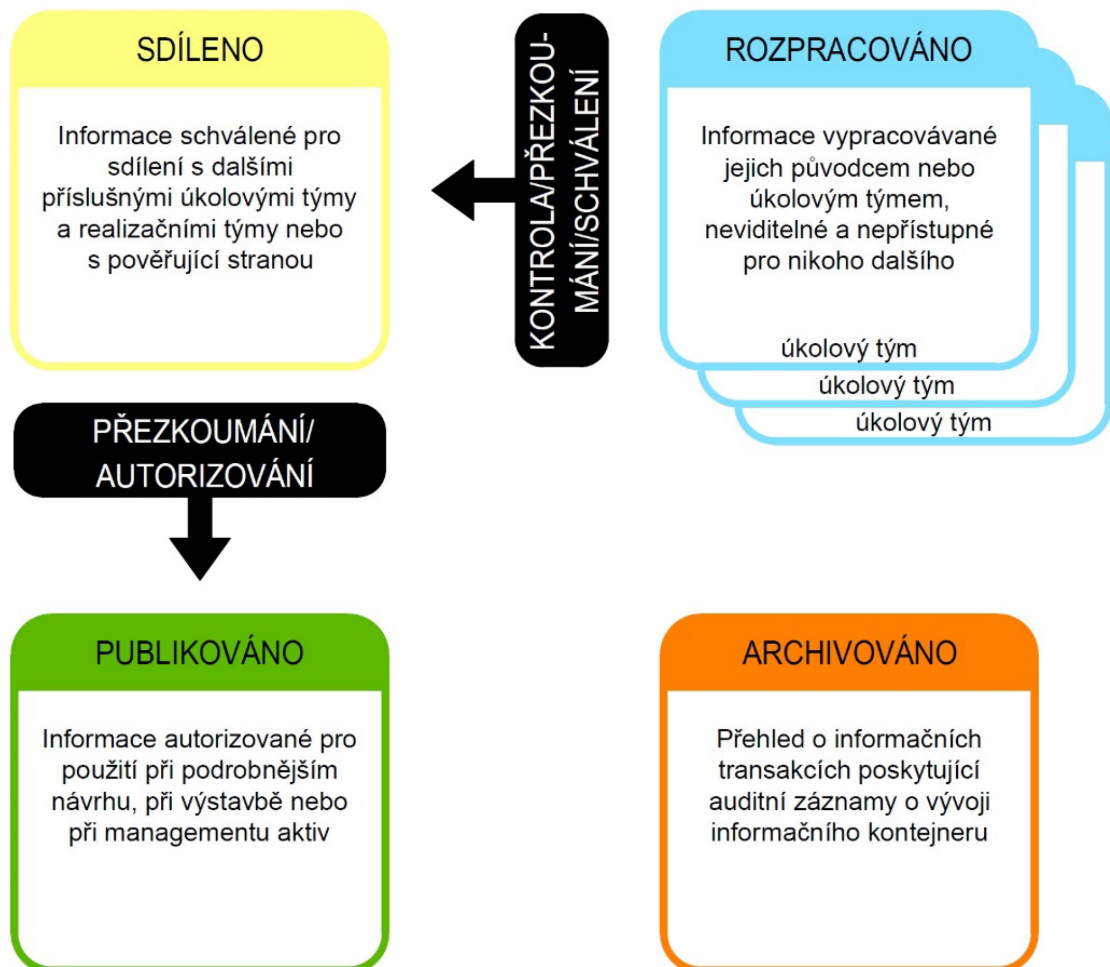
- Možnost práce s tabulkami a databázemi přímo v CDE
- Nástroje pro vizualizaci negrafických dat
- Otvírání IFC souborů, jako univerzálního BIM formátu a formátu pro výměnu dat
- Neustálý on-line přístup, jak pro uživatele, tak webové služby (používají je nástroje pro vyhodnocování a shromažďování dat)
- Možnost implementace widgetů – jednoduchá okna, která zobrazují grafiku (grafy, čísla, bary, ukazatele atd.) – aktuální statistiky/přehledy, jak si projekt vede (např. kolik modelů, výkresů nebo dokumentů je hotových, kolik z nich čeká na schválení, kolik a jakých kolizí modely obsahují, vynaložené investice na projekt, počet a typ nehod, při facility managementu kolik poruch čeká na opravení, počet nahlášených problémů, dostupných zasedacích místností, dní do další prohlídky/kontroly, atd.).

CDE by mělo být informačním a komunikačním centrem celého projektu po celou dobu životnosti stavby – od započatí před-investiční přípravy až po demolicí

a archivaci všech souborů pro případné další využití. To klade na CDE značné požadavky týkající se životnosti a udržitelnosti řešení – v ideálním případě by mělo zůstat stejné po celou dobu, to může znamenat i více než 100 let. V reálném světě to ale asi není reálné, protože vývoj IT techniky se velmi rychle posouvá a nikdo nemůže zaručit co bude za 100, ani 50 a skoro ani 10 let, a proto je důležitou charakteristikou i možnost všechny data/informace mezi CDE přesouvat tak, aby co nejvíce informací zůstalo zachováno [29].

3.3.1 Struktura CDE

CDE by mělo obsahovat všechny informace o stavbě – velké množství různých typů dat, která jsou vytvářena různými účastníky. Struktura a přesuny souborů jsou proto velmi důležité. Základním principem jsou čtyři adresáře (viz Obrázek 3.2), které představují 4 základní fáze každého souboru: vytváření, kontrolu, publikování a nakonec archivaci [39] [43].



Obrázek 3.2: CDE pracovní postup [35]

3.3.2 Jediný zdroj pravdy

Jediný zdroj pravdy, anglicky Single Source Of Truth (SSOT), je koncept/řešení, které se používá pro zajištění, aby každý účastník/uživatel vždy pracoval s nejaktuálnějšími daty. To znamená, že je k dispozici pouze jedna platná verze každé informace/souboru, pouze na jednom místě. Zabraňuje to práci s neaktuálními informacemi, duplikování verzí a z toho plynoucích chyb.

Block-chain

Blok-chain je princip řešení jednoho zdroje pravdy v podobě distribuované decentralizované sítě informací. Výhodou, když je síť decentralizovaná, je to, že není náchylná k výpadkům a každý uživatel se může starat pouze o část dat v případě, kdy celý balík je moc veliký. Hlavní principem je, že při provedení změny v datech se záznam o změně odešle dalším uživatelům, kteří změnu přijmou a provedou ji i u svých dat (aktivita probíhá na pozadí, bez zásahu samotného uživatele). Tím je zajištěna aktuálnost všech dat a vedení historie změn. Při provedení změny stejných dat je rozhodujícím faktorem takzvané časové razítko, které specifikuje přesný čas provedení změny. Změna, která proběhla dříve má přednost, to znamená platí. V reálném nasazení je to často doprovázeno výzvou uživateli, že k takovému problému došlo a aby manuálně konflikt vyřešil.

Blok-chain jako celek není pro CDE tak výhodný, jako třeba pro kryptoměny, které ho proslavily, protože jeho hlavní benefity nejsou pro CDE tak důležité: velké množství změn, možnost úplné anonymity uživatelů, nutnost decentralizované sítě kvůli její velikosti, neovlivnitelnost (nad sítí z její podstaty nemá žádný jednotlivec nebo organizovaná skupina kontrolu a platí pravidlo většiny), provádění pouze “malých” úprav (typy CDE souborů většinou neumožňují posílat si pouze změny provedené, ale je nutné poslat vždy celý soubor). V rámci skutečných CDE řešení se principy block-chainu používají, ale většinou v kombinaci s jinými řešeními nebo pouze pro určité typy souborů nebo work-flow [26].

3.3.3 Typy CDE

Datové úložiště na síti s přístupem do WAN

Network Attached Storage (NAS), v podstatě se nejedná ani o CDE, ale spíše o jednoduché EDMS s přístupem z WAN, protože nenabízí žádné z pokročilejších funkcionalit (verzování, integrované nástroje pro otevírání souborů, automatická pravidla a kontroly, plánování operací). Příkladem může být síťový disk.

Je velmi náchylné k výpadkům a ztrátě dat (často není redundantní), omezené možnosti sdílení a správy uživatelů. Výhodou je cena řešení a jeho skoro neomezená velikost - cena je obvykle pouze za nakoupení hardware a provoz je skoro bez-nákladový. Dále je k němu také komplikovaný přístup z mobilních zařízení.

Cloudové řešení

Pokročilejší řešení, které řeší problém ztráty dat a výpadků (je redundantní). Nabízí jednoduché sdílení informací, většinou dokáže otevřít základní typ souborů bez nutnosti je stahovat (word, excel, pdf atd.). Podporuje verzování a lepší správu uživatelů. Placené pomocí „subscription“ – měsíční poplatky. Jednoduchý přístup z mobilních zařízení. Příklady: Microsoft OneDrive a Sharepoint, Google drive aj.

Speciální řešení

CDE řešení speciálně pro BIM. Nabízejí nejlepší a nejvíce funkcionalit. Umí otevírat i BIM formáty přímo v CDE, většinou IFC a nějaké proprietární podle dodavatele CDE. Umožňují připomínkování, verzování, plánování operací a všechny ostatní výhody cloudových řešení. Integrace s AEC softwary.

Nejdražší, ale z pohledu celkové efektivity se ve výsledku vyplatí již při středně velkém pracovním týmu. Příklady: Autodesk Bim360, Proconom, Trimble connect, Dalux build, Bim.Point, BIMcloud, ProjectWise a další viz [16] [39].

Kapitola 4

Standardizace

Standardizace je základním kamenem provozní efektivity a automatizace. Je zároveň důležitou součástí práce s negrafickými daty, protože negrafických dat je ve většině případů tolik, že jejich ruční zpracování není reálné a pro automatizaci je potřeba mít data jednotné. Počet parametrů/vlastností u instancí se obvykle pohybuje od 5 - 10 do 20 - 50 podle stupně podrobnosti modelu a účelu využití (model pouze pro realizaci nebo i pro správu objektu). Standardizace také umožňuje vůbec definovat zadávací podmínky (požadavky) na to, jak má model vypadat. Kdyby model standardizovaný nijak nebyl, tak není možné ověřit, jestli dodavatelem předložený model obsahuje vše, co bylo zadáno a zda jsou data v požadované kvalitě, rozsahu a podrobnosti.

Standardizovat, jinak také sjednotit, je v BIMu možné velké množství informací. Jedna z prvních je nazývání parametrů (vlastností), které si až na několik základních vestavěných napevno v daném softwaru může uživatel upravit podle libosti. To nemusí být problém pro tvůrce modelu, protože ten v danou chvíli chápe, co které parametry znamenají, ale i při malých projektech rodinných domů není běžné, aby celý projekt zpracovával jeden člověk nebo pokud je potřeba se k projektu v budoucnu vrátit tak i tvůrce se nemusí ve svém vlastním názvosloví orientovat. Vždy bude potřeba specialista na elektro, vytápění, plyn a v případě používání například zkratk v názvech parametrů může dojít k zbytečným problémům. Základní pravidla pro standardizaci pro malé projekty jsou: jednoznačnost, výstižnost, stálost (jeden jazyk, jeden styl, jedna syntaxe viz konec Kapitoly 2.1.1), bez zbytečné košatosti a projekt by měl proběhnout z tohoto pohledu bez problémů. Pokud se jedná o složitější projekty je vhodné se zaměřit i na standardizaci samotných názvů, aby mohla být připravena pravidla pro zpracování dat neohledně na to, kdo je jejich autorem. A nemuselo docházet k doptávání se mezi členy i jednoho týmu, co je kterým názvem přesně myšleno.

Kvůli využívání standardizace, v podobě například klasifikace modelovaných objektů, se většina procesů výměny dat stane efektivnější – předávání podkladů specialistům v podobě klasifikovaného architektonického modelu, kdy si může specialista vyfiltrovat pouze pro něj důležité konstrukce pomocí předem připraveného filtru, na jedno kliknutí bez nutnosti předchozího studování modelu, a kvůli tomu zmenší pravděpodobnost, že při vybírání konstrukcí, které chce zachovat od těch které skryje, tak omylem označí nějakou, kterou skrýt nechce. Klasifikací je také možné jednoduše nastavit společnou řeč, kdy každá správná klasifikace má i sémantickou část – vysvětlení každého pojmu a uvedení příkladů instancí, které se tímto pojmem/třídou mají klasifikovat.

V neposlední řadě je standardizace velmi důležitá z pohledu využívání modelu v průběhu celého životního cyklu objektu, který může trvat běžně i přes 100 let. V průběhu takto dlouhého času není možné předpokládat, že se o samotný objekt, respektive o model bude starat pouze jeden člověk, ale tato práce bude předávána mezi mnoha lidmi, kteří se i při nejlepší snaze nemohou při přebírání zodpovědnosti dozvědět o objektu úplně vše, a proto dojde ke ztrátě informací. Zde je opět benefitem mít vše v modelu standardizované, jak obsahem, tak popisem, aby nový člověk při základní znalosti objektu a obecných BIM standardů v něm používaných, byl schopen sám zjistit vše potřebné pro jeho správu, údržbu a další povinnosti s tím spojené, pouze z BIM modelu.

Standardizace, například v podobě klasifikace, je doplňkem k standardizované struktuře dat ve vlastním formátu modelu, například pro IFC jeho třídám, které již data mohou, ale nemusejí, do skupin klasifikovat/rozdělovat samy o sobě. Problém ale nastává s kompatibilitou při přesunu dat mezi jednotlivými formáty, protože každý používá jiné skupiny/třídy/kategorie, které se sice mohou z části podobat, ale u většiny se najde několik případů, v kterých se budou lišit. Každý software vznikl za jiným účelem a zatím neexistuje žádný globální standard dělení konstrukcí do skupin, podle kterého by bylo možné vývoj sjednotit a tím zajistit lepší využití nativní klasifikace z formátu souboru. Příkladem může být dělení sloupů na sloupy a pilíře, kdy je jednoduché při přesunu ze softwaru, který rozlišuje sloupy a pilíře (statický software) do softwaru, který je nerozlišuje a definuje pouze sloupy (architektonický software). Protože stačí pouze zobecnit všechny sloupy a pilíře pouze na sloupy (nebo obecně prutové svislé nosné prvky). Přenos dat obráceně je už mnohem komplikovanější, kdy pro přenos sloupu z architektonického do statického softwaru je důležité, aby byla přidána informace, zda se jedná skutečně o sloup nebo zda jde o pilíř, protože s touto informací software dále pracuje. V tomto případě může například statický software umožnit podrobnější filtrování nebo používat jiný přístup

pro stanovení únosnosti.

Náročnost využívání standardizace a obecně problémů při snaze o její využívání je mnoho. Většinu u nich je možné rozdělit na ty před zavedením a po zavedení standardizace:

- ***Před zavedením standardizace*** – Pro úspěšné nasazení standardizace je potřeba nejdříve zhodnotit, které procesy mají být standardizované, respektive jestli standardizace přinese pro zvolené procesy vyšší provozní efektivitu. Ne všechny procesy jsou vhodné pro standardizování, protože pokud je proces velmi proměnlivý – neprobíhá pokaždé stejně, tak může standardizace přinést pouze vyšší náročnost, ale žádné benefity. Stejně to je u procesů, které se neopakují nebo počet opakování je velmi malý a standardizace je pro ně náročná. Před zavedením standardizace je také dobré proces nejdříve důkladně pochopit, aby byla metoda standardizace správně zvolena a přinesla požadované benefity. Ideální je, když člověk, který standardizaci definuje/zavádí, celý proces zná nebo úplně nejlépe, pokud se sám podílel na jeho tvorbě už s výhledem, že u procesu bude využita standardizace.
- ***Po zavedením standardizace*** – Pokud byla standardizace zvolena správně, měly by benefity být vidět již po jednotkách provedených opakování celého procesu. Hlavně v prvních fázích po zavedení je potřeba důkladněji kontrolovat její dodržování, než dojde k ustálení jejího používání. To stejné platí i při zaučování nového člena týmu, kde je vhodné mít jasně všechny pravidla vypsané, pro jak jejich kontrolu, tak jejich naučení.

4.1 Třídníky stavebních konstrukcí a prací

Třídníky nebo jinak také klasifikační systémy jsou typem standardizace, kterou je možné využít pro označování stavebních konstrukcí – instancí v BIM modelu – za účelem jejich přenosu, uspořádání, filtrování, jinými slovy organizace dat. Díky klasifikačním systémům je možné nazývat schodišťový stupeň, „schodišťovým stupněm“ v každé fázi a v každém modelu nebo datovém balíku [32].

Podle průzkumu si více než 85 % odborné veřejnosti myslí, že BIM data bez využití klasifikačního systému/třídníku není možné sdílet a předávat [20]. Využití klasifikačního systému je vhodným nástrojem pro zvýšení transparentnosti a konzistentnosti vytvářených dat a informací v průběhu celého životního cyklu budovy [38].

Klasifikovat BIM model je možné dvěma různými způsoby. Prvním je mít unikátně zaklasifikovaný každý typ konstrukce: například okna dělit podle způsobu

otevírání, materiálu a umístění nebo stěny podle materiálu a technologie provádění. Druhým je klasifikovat unikátně každou jednu instanci v modelu, aby ji následně bylo možné přesně dohledat. Tento druhý působ je ve většině případů zbytečně pracný a v praxi se nepoužívá (viz Kapitola 4.2.2 a nevyužívání druhé části jejich klasifikačního kódu). Zajímavou alternativou je kombinace klasifikace po typech, ale přitom k ni vždy doplnit ID prvku. Tato varianta by umožnila klasifikovat jen malý počet typů konstrukcí, ale přitom bychom byli schopni konstrukce vždy v modelu zpětně dohledat. Pro ukázkou při využití *Autodek Revit* a klasifikace SNIM (viz Kapitola 4.2.2) by to vypadalo nějak takto *SD.02:1865896*, kdy první část kódu před dvojtečkou je označení dle SNIM a čísla za ní jsou unikátní identifikátor instance v Revitu.

V roce 2019 byla provedena rozsáhlá rešerše klasifikačních systémů za účelem získání podkladů pro výběr/tvorbu klasifikačního systému pro ČR, rešerše byla provedena pracovní skupinou BIM koncepce 2022 PS03 (Česká agentura pro standardizaci). Klasifikační systémy jsou v této rešerši hodnoceny podle mnoha kritérií, jedním je jejich horizontální a vertikální rozsáhlost [4]:

- **Vertiální** – definuje, do jaké podrobnosti třídění umožňuje instance popsat.
- **Horizontální** - říká, které všechny instance mohou být tříděním popsány, na které všechny oblasti/typy staveb je možné úspěšně třídění využít.

Většinou třídění umožňují pouze jeden typ rozsáhlosti – vertikální nebo horizontální. Pro BIM je důležitějším ten horizontální, protože je podstatnější popsat všechny instance alespoň nějak, než pouze část z nich podrobně a zbytek nemít klasifikovaný vůbec.

Využití třídění je možné i pro další účely – princip třídění/klasifikace nebyl vymyšlen speciálně pro BIM, ale má mnohem delší historii. Standardně je využíván ve státní správě, například pro účely vyhledávání a standardizace ve veřejných dokumentech – CPV (společný slovník pro veřejné zakázky) [33].

Všechny vybrané klasifikační systémy/třídění, popisované v Kapitole 4.1 byly podrobně zkoumány i v [4], a proto bude v této práci uvedena u každého pouze stručná charakteristika, příklad jedné konkrétní klasifikace s popisem, výhody a nevýhody z pohledu této práce. Tato práce také při jejich popisu čerpá z výše zmíněné analýzy. Při vyhodnocení analýzy [4] vzešel jako nejlepší klasifikační systém CoClass viz Obrázek 4.1. Procenta na Obrázku 4.1 ukazují na kolik se každý klasifikační systém blíží pomyslnému ideálnímu klasifikačnímu systému, tak jak si ho představují autoři práce a Koncepce BIM 2022. Všechny hodnocené kategorie přitom byly váženy svou důležitostí k dosažení reprezentativního výsledku.

Celkové hodnocení				Pořadí
KS		Rozsah	Průměr	
č.	Název	max 100%		
04	CoClass	80-90 %	84,85 %	1
05	CCS	66-82 %	74,08 %	2
01	Uniclass 2	67-77 %	72,01 %	3
10	TFM a NS3451	59-70 %	64,30 %	4
11	CI/SfB	52-75 %	63,49 %	5
14	KKS	48-74 %	61,24 %	6
09	TALO 2000	53-69 %	60,90 %	7
02	Omniclass	53-68 %	60,49 %	8
08	Natspec Worksection	47-57 %	52,05 %	9
03	Unifomat a Masterformat	42-62 %	52,00 %	10
16	SKP	39-56 %	47,65 %	11
18	SNIM	44-51 %	47,43 %	12
17	TSKP	45-49 %	46,99 %	13
06	ASAQS Elemental Class	37-54 %	45,28 %	14
15	RTS BIM	30-57 %	43,69 %	15
12	CZ-CC	32-53 %	42,75 %	16
07	BIM7AA	34-48 %	41,12 %	17
13	KSO (JKSO)	24 %	23,83 %	18

Obrázek 4.1: Výsledek rešerše klasifikačních systémů od ČAS - Koncepce BIM 2020 [4]

4.1.1 Typy třídníků/klasifikací

- **Dělení podle toho, co třídí**
 - Stavební práce – např. ÚRS – třídník dělí konstrukce podle činností
 - Stavební výrobky/konstrukce/objekty – skoro všechny ostatní třídíky
- **Dělení podle původu**
 - Vytvořené speciálně pro BIM – CoClass, RTS, SNIM
 - Ostatní – vytvořeny za jiným účelem (ÚRS – oceňování stavebních prací), obvykle mají dlouhou historii používání a jsou vyspělé bez chyb. Možné popsat jako „legacy“ a „mature“.
- **Dělení podle počtu parametrů/úhlů pohledu**
 - Jedno-parametrové – ÚRS, RTS BIM, Omniclass, Uniclass - Výsledkem klasifikace je pouze jedna sekvence znaků. Postup klasifikace je jednodušší, protože ho stačí provést pouze jednou. Může se stát, že neobsáhne všechny informace o instanci, protože se na ní pohlíží pouze z jednoho úhlu pohledu. Většinou více obecné nebo to vyžaduje velmi rozsáhlou klasifikační databázi. Komplikované zajištění horizontální rozsáhlosti.
 - Více-parameterové – CoClass, CCI – Umožňují klasifikovat instance z několika úhlů pohledu na sobě vzájemně nezávislých. Např. podle fáze

projektu, umístění nebo pohledů jednotlivých účastníků. Velká nevýhoda je pracnost implementace a ruční klasifikace. Komplikované zajištění vertikální rozsáhlosti.

- **Dělení rozšiřitelnosti**

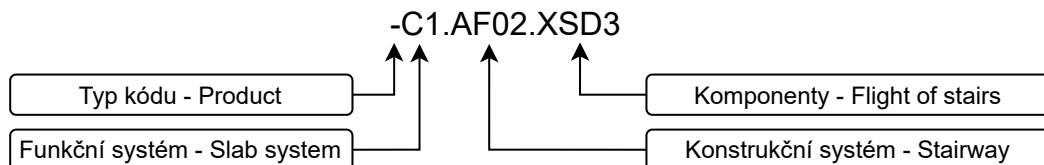
- Omezeně rozšiřitelný – CoClass, CCI, OmniClass, Uniclass – struktura třídění neumožňuje bez zásadní změny neomezenou rozšiřitelnost – v každé kategorii může nastat chvíle, kdy „dojdou“ znaky a nebude možné přidat další třídy/typy rozlišení.
- Neomezeně rozšiřitelný – struktura umožňuje přidání neomezeného počtu tříd/typů rozlišení. Velmi progresivní přístup, který umožňuje výborný horizontální i vertikální rozsah.

4.1.2 Příklady třídění

Není možné obecně říct, který třídění je úplně nejlepší, existuje jich velké množství a každý má svoje silné i slabé stránky. Velmi záleží na použití, kdy většina třídění je dobře použitelná v projekční a realizační fázi, ale není už tak ideální například pro facility management. To platí hlavně pro klasifikační systémy s nízkou vertikální podrobností. BIM je také implementován různě v různých mírách využití, pro někoho to může být pouze používání „BIM-ready“ softwaru a provádění kontroly kolizí [1].

CoClass

Moderní objektově orientovaný klasifikační systém ze Švédska. Je často používán jako podklad pro tvorbu jiných, specializovaných, klasifikačních systémů.



Obrázek 4.2: Příklad klasifikace schodiště - CoClass

Výhody:

- Objektově orientovaný a proto vhodný pro BIM
- Stále vyvíjený a vylepšovaný
- Umožňuje tvorbu vlastních kódů a proto je možné ho přizpůsobit každému projektu

- Typové rozlišení pomocí čísel - konkrétní specifikace materiálů nebo dalších jiných vlastností - zvyšuje vertikální podrobnost

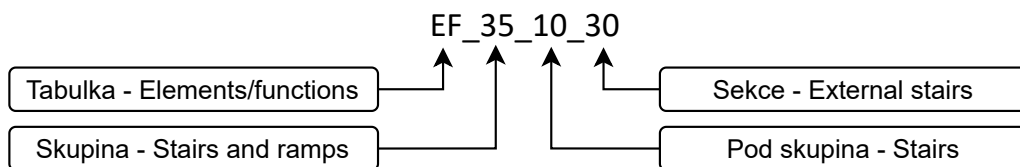
Nevýhody:

- Plná verze není zdarma – předplatné
- Omezená rozšiřitelnost – omezený počet znaků v kódech
- Není úplně standardizovaný - umožňuje tvorbu vlastních kódů (tříd)
- Není celý přeložen do angličtiny – části jsou pouze v švédštině, žádný překlad do češtiny
- Komplikovaná tvorba kódů
- Chybí větší vertikální podrobnost
- Kvůli vysoké komplexnosti obsahuje duplicity

Proto, aby mohl být CoClass implementován do BIM softwarů, respektive, aby mohl být pohodlně a naplno využíván, tak bude potřeba udělat v softwarech určité úpravy - vytvořit nové funkcionality. Důvodem je, že si klasifikovaná instance přebírá klasifikaci své nadřazené instance (například okno, které je prvkem stěny, která je součástí místnosti a ta součástí celé budovy) a pro úspěšnou implementaci je vhodné tento proces dědění informací automatizovat.

Uniclass

Klasický klasifikační systém, původem z Velké Británie.



Obrázek 4.3: Příklad klasifikace venkovního schodiště - Uniclass

Výhody:

- Nabízí nadprůměrný vertikální i horizontální rozsah
- Velmi jednoduchý na pochopení a orientaci
- Velmi dobře zdokumentován
- Jednoduchý na implementaci
- Využití je bez poplatků

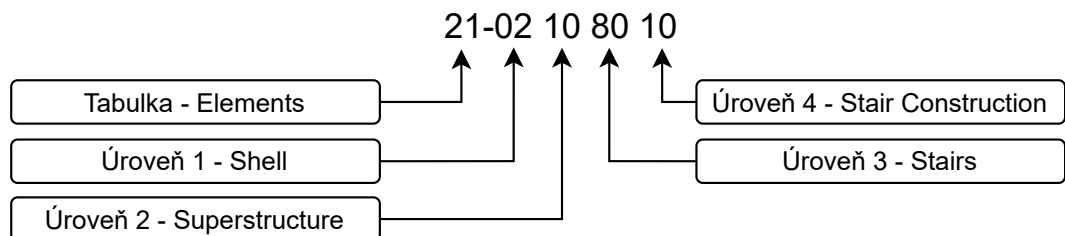
Nevýhody:

- Omezená rozšiřitelnost

- Malá flexibilita
- Malá míra abstrakce – neumožňuje jednodušší filtrování podle účelu

OmniClass

Americký klasifikační systém, klasického typu.

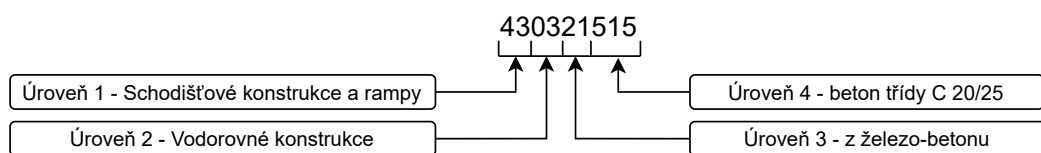


Obrázek 4.4: Příklad klasifikace schodiště - OmniClass

Principiálně podobný/stejný jako Uniclass, stejné výhody i nevýhody, největší rozdíl je, že není tak podrobný a z pohledu automatizace není vhodné řešení rozdělení úrovní kódu mezerami.

ÚRS

V Čechách nejrozšířenější třídník stavebních prací. Kvůli tomu, že neklasifikuje samotné instance/konstrukce, ale práce na nich, tak je jeho použití pro BIM složitější. [14]



Obrázek 4.5: Příklad klasifikace schodiště - ÚRS

Výhody:

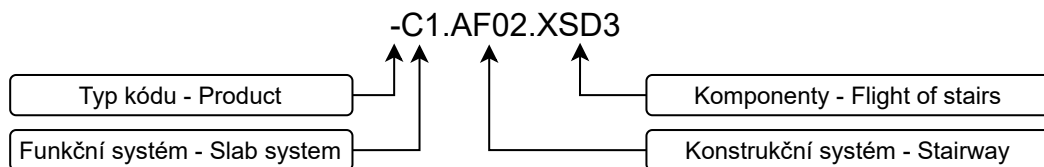
- Největší horizontální i vertikální rozsah
- V ČR hodně používaný
- Využití je bez poplatků
- Má přímou návaznost na asi nepoužívanější cenovou databázi u nás

Nevýhody:

- Samotný kód není moc standardizovaný
- Používání R položek – možnost vytvoření vlastních položek, které omezují interoperabilitu
- Nemá návaznost na BIM
- Neklasifikuje objekty (konstrukce), ale práce a proto není jeho nasazení moc vhodné

RTS BIM

Zajímavá alternativa v podobě české klasifikace pro BIM, umožňuje klasifikovat jak stavební objekty, tak jednotlivé konstrukce a díky tomu je mnohem vhodnější pro BIM než ÚRS. Specializace pouze na pozemní stavby [31].



Obrázek 4.6: Příklad klasifikace schodiště - RTS BIM

Výhody:

- Jednoduchý
- Český
- Klasifikuje i podle materiálu

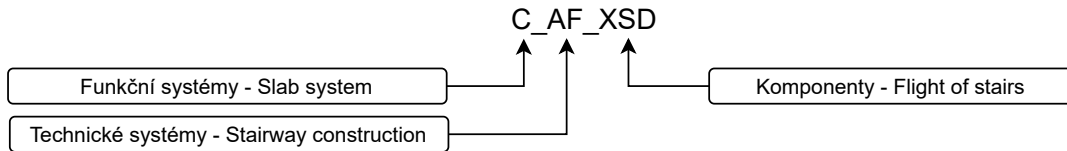
Nevýhody:

- Není předpoklad napojení na jiný klasifikační systém nebo využití ve světě/E-vropě
- Malá vertikální podrobnost pro výrobky
- Neklasifikuje podle funkce nebo způsobu využití instance, a proto neumožňuje obecné hledání a filtrování

CCI

Aktuálně vyvíjený celoevropský klasifikační systém, na jehož vývoji se aktivně podílí i ČR. Vychází z švédského klasifikačního systému CoClass a dánského CCS (sloužil jako předloha pro CoClass), ale na rozdíl od CoClass neumožňuje tvorbu vlastních tříd. Měl by sloužit jako jeden z hlavních BIM klasifikačních systémů pro ČR.

V současné době (12/2020) není ještě hotový a jeho nasazení je velmi problematické, především kvůli chybnému překladu do češtiny, i když je již vydaný a přístupný na stránkách BIM koncepce 2022 [23]. Pokud bude překlad opraven, doplněny o další příklady, vysvětlení (sémantika) a budou k dispozici kvalitní návody na jeho využití, tak může sloužit pro potřeby klasifikace u nás velmi dobře.



Obrázek 4.7: Příklad klasifikace schodiště - CCI

Součástí klasifikačního systému CCI i CoClass je v základu i charakteristika vybudovaného prostoru a celého objektu, která zde v příkladech není uvedena. Důvodem je záměr popsat stejnou část konstrukce ve všech příkladech.

Výhody:

- Probíhá aktivní vývoj
- Oficiální český překlad
- Po vzoru CoClass umožňuje dobrou míru abstrakce, a proto filtrování
- Využití je bez poplatků

Nevýhody:

- Zatím není dokončen
- Špatný český překlad
- Chybí dokumentace a návod na použití
- Chybí vertikální podrobnost pro inženýrské stavby
- Složitější implementace kvůli přebírání informací z nadřazených instancí
- Komplikovanější na pochopení

4.2 Datový standard (DS)

Datový standard definuje, co vše má BIM model obsahovat, v jaké formě a struktuře. Je to obecný název pro skupinu dokumentů, tabulek nebo jiných specializovaných formátů, které konkrétně definují, které parametry a další informace jsou, pro které konstrukce, vyžadovány, jak se mají nazývat, jaký mají mít formát, kde mají být umístěny v datové struktuře a podobně. Často je to ve skutečnosti několik skupin dokumentů a tabulek, kdy každá skupina může odpovídat buď nějaké fázi

projektu (DUR, DPSP, DPS, DSPD, FM atd) nebo obecně nějakému zadání od investora podle toho, k čemu BIM model chce využívat.

Datový standard je podmínkou standardizace, respektive standardizace je docíleno používáním a dodržováním datového standardu. Bohužel u nás (ČR) zatím není na celostátní úrovni nic takového, jako je datový standard, využíváno a většina investorů proto využívá svoje vlastní datové standardy - například SNIM (viz Kapitola 4.2.2) nebo vůbec žádný datový standard nepožaduje a nechává pouze na zhotoviteli BIM modelu, která data a v jaké formě bude BIM model obsahovat. Změnou do budoucna by měl být DSS – Datový standard stavebnictví (viz Kapitola 4.2.3), který je zatím ve vývoji.

Tvorba datového standardu je problém s kterým se potýkají inženýři všude na světě, ale jeho řešení je obvykle lokální. Tím je myšleno, že zatím není k dispozici žádný celosvětový datový standard, který by dobře fungovat všude. Mezi hlavní důvody, proč tomu tak není, patří rozdílné: jazyky, dominantní stavební technologie a zvyklosti, normy (EU vs zbytek světa), dodavatelské systémy, autorská práva, typy projektových dokumentací apod. I v případě řešení pro jeden stavební trh se ve výsledku vždy jedná pouze o kompromis, aby DS co nejlépe definoval vlastnosti a strukturu pro co nejvíce nejpoužívanějších stavebních technologií a konstrukcí.

Úspěšnost nasazení DS zatím velmi ovlivňuje typ dodavatelského modelu, to především protože nejsou nastaveny celostátní sjednocující standardy, které by problematiku DS řešily. Kvůli tomu při použití dodavatelského modelu Design & Bid & Build (D&B&B), kdy někdo jiný BIM model vytváří a někdo jiný ho pak využívá při zhotovení stavby, obvykle nedochází k využití plného potenciálu BIMu. Naopak dobré zkušenosti jsou s aplikací DS nebo obecně standardizace u projektů s typem dodavatelského systému Design & Build (D&B), to hlavně kvůli tomu, že kvůli předávání BIM modelu pouze interně je lepší (hlavně upřímnější a vstřícnější) domluva na tom, která data jsou důležitá a která ne.

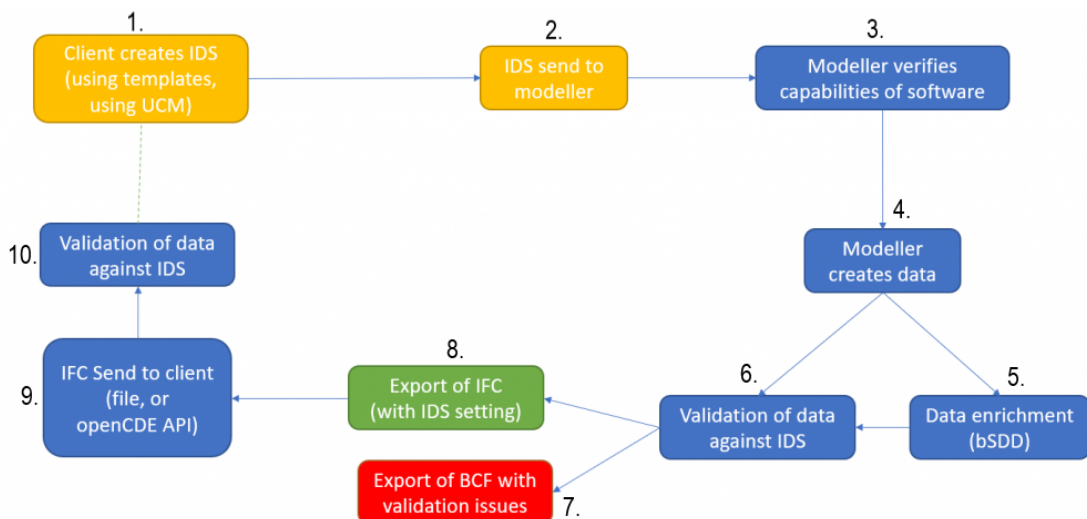
4.2.1 Information delivery specification (IDS)

IDS je možné přeložit jako předpis, jak má vypadat dodávaná/předávaná informace (výměnný datový standard). Jedná se o počítačově čitelný formát, který obsahuje definici požadavků na výměnu dat. Definuje, jak se mají předávat objekty, klasifikace, vlastnosti, i jaký formát mají vlastní informace mít. Informace, které může IDS definovat se v IDS nemusí striktně držet pouze notace IFC a jeho doménových rozšíření, ale může definovat i další klasifikace a standardy (státní, firemní nebo projektové unikátní), která mohou být uloženy v bSDD (viz Kapitola 4.3) nebo někde jinde. IDS je také možné využívat pro definování minimální potřebné

informace - minimálního obsahu negrafických dat v modelu [13].

Zobecněně je možné říct, že IDS nahrazuje v IFC5 (budoucí verze IFC, zatím pouze plánovaná) to, co znamenalo MVD [37] pro IFC4 a starší. Hlavním rozdílem IDS oproti MVD a důvodem pro tvorbu IDS je princip jeho tvorby, respektive tvorby MVD – viz výše otevření definice i mimo IFC. Protože specifikaci, tvorbu a certifikaci pro všechny MVD zajišťuje buildingSMART, tak je nabídka MVD co do počtu dost omezená, a proto nemusí být pro některé typy projektů ideální - nedokáže dobře předávat všechny instance a informace. IDS proto oproti MVD slibuje jednoduchou certifikaci a standardizaci pouze na spodní úrovni (Core layer viz [37]) - základní abstraktní třídy z kterých se tvoří všechny ostatní třídy, npř. IfcKernel nebo IfcProductExtension; a zbytek (vyšší úrovně) již nebudou tolik regulovány. To umožní tvorbu vlastního IDS skoro každému a úpravu definice projektu na míru, pokud to bude nutné. BuildingSMART bude stále garantem několika základních IDS, pro ukázkou/vzor nebo využití na jednodušších projektech, kde základní definice bude stačit [9].

IDS by mělo být k dispozici jako šablona, která obsahuje nějaké předdefinované vlastnosti a je připravená tak, aby si další specifika mohl určit každý zadavatel sám, podle typu stavby, stupně podrobnosti a využití. Zároveň se předpokládá návaznost na další nástroje, které za pomoci IDS budou schopny požadavky s určitou mírou automatizace kontrolovat.



Obrázek 4.8: Navrhovaný pracovní postup při využívání IDS [13]

Podrobnější popis a vysvětlení Obrázku 4.8

1. Zadavatel (objednatel) BIM modelu vytvoří IDS. Ideálně již takové, které má otestované a z předchozích projektů ví, že funguje a má pro všechna data

- přípravené pracovní postupy pro jejich zpracování a využití.
2. Zadavatel IDS poskytuje v prvotní fázi projektu, protože je IDS důležité pro nacenění zpracování BIM modelu a zhodnocení proveditelnosti. Struktura a obsah IDS ovlivňuje volbu hlavního BIM softwaru a pracnost celého modelu.
 3. Zpracovatel BIM modelu ověří možnosti jeho softwaru.
 4. Zpracovatel vytvoří BIM model.
 5. Zpracovatel doplní do modelu negrafická data, například za využití bSDD (viz Kapitola 4.3).
 6. Zpracovatel si ověří, že BIM obsahuje všechny data, která po něm zpracovatel požadoval. Kontrola probíhá za využití IDS.
 7. Pokud jsou při kontrole objeveny nějaké chyby nebo nedostatky (*issues*), tak může k jejich řešení být využito formátu BCF (BIM Collaboration Format). Do BCF jsou *issues* exportovány přímo z nástroje ve kterém je kontrola pomocí IDS prováděna a jsou v něm o *issues* uloženy i sledovány všechny důležité informace (typ, umístění, vytvořil, má na starost, datum vytvoření, datum vyřešení, závažnost atd.) [12].
 8. Export BIM modelu do IFC nebo jiného formátu pro odevzdání.
 9. Odeslání vyexportovaného souboru zadavateli. Je možné poslat přímo daný soubor nebo lépe, využít CDE (viz Kapitola 3.3), kde je možné elegantně řešit další možné *issues*.
 10. Kontrola BIM modelu ze strany zadavatele za využití IDS. Případně řešení *issues* a nakonec přijetí modelu.

4.2.2 Standardizace negrafických informací 3D modelu (SNIM)

Standardizace negrafických informací 3D modelu, zkrácené SNIM, je zároveň datový a klasifikační systém vyvíjený Odbornou radou pro BIM (CzBIM). Lépe řečeno je to datový standard, který obsahuje i vlastní klasifikační systém. Samotný klasifikační systém našel, podle zkušeností autora, ve své zkrácené verzi dobré přijetí mezi odbornou veřejností a již je používán na mnoha projektech. Využití našel zejména v označování konstrukcí a výrobků, kdy nahradil to původní zažité, ale nijak nestandardizované označování, např.: okna O01, O02; dveře D01, D02; zámečnické konstrukce Z01, Z02 atd. Příklad celého kódu SNIM: *ON.02.O1.125* = *ON* (okno) *.02* (hliníkové) *.O1* (označení typu, okno *O1*) *.125* (např. *125* výskytů daného okna *O1* na celé stavbě) [17]. Jak je vidět, SNIM původní konvenci trochu připomíná, dále ji rozvíjí a zpřesňuje, kdy ke každému označení nepřerazuje pouze globální označení, ale i konkrétní identifikátor (GUID), který je na projektu unikátní

(viz Obrázek 4.9). Bohužel podle zkušeností autora se tento doplněk na konci kódu v praxi zatím neuchytil a do "bublin" se zapisuje pouze jeho zkrácená verze, např. *ON.02*. Předpokládaným důvodem je vysoká pracnost na implementaci, délka kódu a duplicita s GUID instance v samotném softwaru.

SNIM datový standard je zatím jediným rozšířeným, otevřeným a dostupným datovým standardem u nás. Není ho proto moc s čím srovnávat. Podle zkušeností autora je to dobrý základ při implementaci BIM a dobře slouží jako obecné řešení na kterém je dobré začít a doplnit si případně chybějící parametry podle konkrétního účelu a zkušeností. Velkou výhodou je definice, které parametry jsou vhodné pro které fáze projektu, protože je to český standard, a proto používá dělení dokumentací podle Vyhlášky 499/2006 Sb. [45]. Standard také obsahuje názvy IFC parametrů, do kterých by měly být konkrétní DS parametry zapisovány. To opět umožňuje jednodušší použití, protože ty odpovídají syntaxi IFC a není je proto nutné dohledávat. Sémantika samotných parametrů je výborná a určitě lepší než u CCI 4.1.2. Použití SNIM datového standardu pro další zpracování negrafických dat je určitě benefitem, ale není ho možné bezvýhradně doporučit, protože pravděpodobně bude v kolizi s Datovým standardem staveb (DSS), který má větší váhu, protože za ním nestojí pouze velké české stavební podniky, ale vládní organizace a má přesah do povolovacího procesu staveb.

4.2.3 Datový standard staveb (DSS)

Datový standard staveb je český datový standard vyvíjený pracovní skupinou PS03 v rámci oboru Koncepce BIM agentury ČAS. Zatím je ve fázi vývoje, kdy podle slov ředitele odboru Koncepce BIM – ČAS Jaroslava Nechyby by mělo dojít k představení první verze na přelomu roku 2020 a 2021. DSS má za cíl sjednotit minimální informační obsah modelu a podle návrhu zákona o BIM by měl být datovým standardem pro BIM veřejné zakázky. DSS se skládá z několika částí, kdy pro negrafická data je tou nejdůležitější částí Datový standard informačního modelu stavby (DSIMS), který definuje požadavky na parametry (vlastnosti) konstrukcí [5].

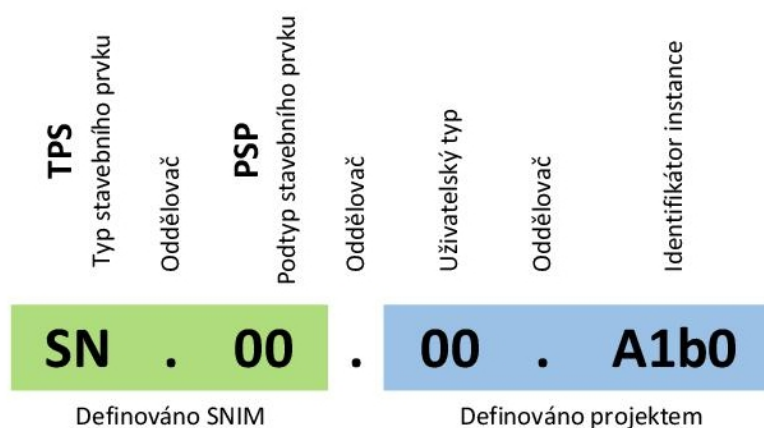
Z dostupných informací (pilotní projekty, které DSS využívají) o DSS bylo zjištěno, že autoři zvolili k jeho tvorbě zajímavý přístup, nedefinovali pro každou položku databáze (typ konstrukce) vlastní tabulku s parametry (jako to je u SNIM). Datový standard informačního modelu stavby (DSIMS) místo toho obsahuje skupiny parametrů (vlastností), které jsou následně přiřazovány jednotlivým typům konstrukcí (viz Obrázek 4.11). Například skupina pro potrubí by obsahovala parametry DN, materiál, délka potrubí; a byla by následně přiřazena všem potrubním systémům. Zjednoduší to zápis a sjednotí to požadavky na parametry pro podobné

Skupina parametrů	Název	Popis	Datový typ	Jednotka	IFC Název	IFC Property Set	Tagy	Stupně projektové dokumentace	Mapování parametrů
Základní informace	Kód prvku	Jednoznačné a unikátní identifikační kód prvku.	string	TEXT	Reference		UNTAGGED	náhled	náhled
Základní informace	Podlaží	Informace o přiřazení prvku ke konkrétnímu podlaží: Nadzemní podlaží 1NP, 2NP, atd. Podzemní podlaží 1PP, 2PP, atd.	string	TEXT	FloorID		UNTAGGED	náhled	náhled
Rozměry	Délka	Číselná hodnota délky udávaná v mm.	number	mm	Length		UNTAGGED	náhled	náhled
Rozměry	Objem	Číselná hodnota objemu prvku udávaná v m3.	number	m3	NetVolume		UNTAGGED	náhled	náhled
Rozměry	Plocha	Číselná hodnota plochy jedné strany prvku.	number	m2	NetArea		UNTAGGED	náhled	náhled
Rozměry	Tloušťka	Číselná hodnota tloušťky prvku udávaná v mm	number	mm	Thickness		UNTAGGED	náhled	náhled
Rozměry	Výška	Číselná hodnota výšky prvku udávaná v mm.	number	mm	Height		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Funkce	[ANO/NE] Označuje zda je prvek vnější	boolean	ANO/NE	IsExternal		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Povrch 1	Jednoznačné kódové označení lícové povrchu prvku.	string	TEXT	SurfaceObverseID		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Povrch 2	Jednoznačné kódové označení povrchu na druhé lícové straně prvku. Použije se např. v případech, kde není stejná omítka na obou stranách stěny, stejný povrch prvku na obou stranách apod.	string	TEXT	SurfaceReverseID		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Součinitel prostupu tepla U	Číselná hodnota součinitele prostupu tepla uvedená v W/(m2.K)	number	W/m2.K	ThermalTransmittance		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Statická funkce	Je prvek nosný?	boolean	ANO/NE	LoadBearing		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Vážená stavební neprůzvučnost	Číselná hodnota vážené stavební neprůzvučnosti prvku uvedená v dB.	number	dB	WeightedApparentSoundReductionIndex		UNTAGGED	náhled	náhled
Požární ochrana	Požární odolnost	Popisuje druh konstrukce (DP1, DP2, DP3), dobu požární odolnosti (15, 30, 45, ...), mezní stav (R, E, I, W, ...)	string	TEXT	FireRating		UNTAGGED	náhled	náhled

Název	Označení	Popis	Tagy
Betonová	01		UNTAGGED

Skupina parametrů	Název	Popis	Datový typ	Jednotka	IFC Název	IFC Property Set	Tagy	Stupně projektové dokumentace	Mapování parametrů
Technické informace	Receptura betonu	Popis složení a způsob výroby dané betonové směsi.	string	TEXT	ConcreteDescription		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Třída betonu	Třída dle normy ČSN.	string	TEXT	StrengthClass		UNTAGGED	náhled	náhled
Technické informace	Prefabrikát	Udává zda je prvek prefabrikovaný	boolean	ANO/NE			UNTAGGED	náhled	náhled

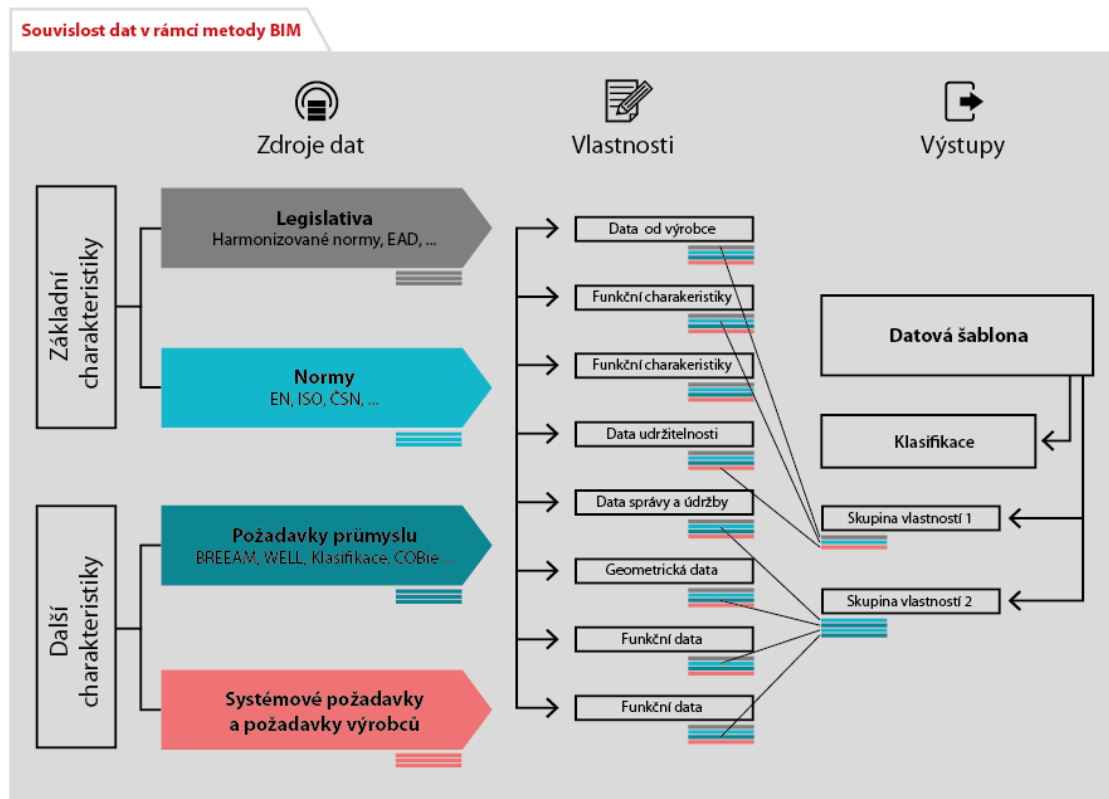
Obrázek 4.9: Příklad datového standardu pro stěnu podle SNIM [15]



Obrázek 4.10: Struktura kódu klasifikace SNIM [17]

konstrukce. Zároveň je i jednodušší implementace, kvůli omezení nutnosti pro každou konstrukci definovat všechny parametry, ale stačí definovat jen mnohem menší

počet skupin, to omezí i chybovost.



Obrázek 4.11: Struktura tvorby datového standardu informačního modelu stavby [5]

Po zveřejnění DSS bude vhodný okamžik na to, začít vytvářet nástroje, které chtějí využívat pravděpodobně v budoucnu ten nejrozšířenější typ standardizace. Díky časové mezeře, podle aktuálních informací cca 2 roky, mezi zveřejněním DSS a zavedením povinnosti jeho využívání pro veřejné zakázky bude dost času na nalezení toho nejlepšího využití všech informací, které díky DSS budou BIM modely obsahovat. Bohužel to už nemůže být obsahem této práce, protože ani do poslední chvíle nebyl standard oficiálně zveřejněn.

4.3 buildingSMART Data Dictionary (bSDD)

bSDD je online nástroj pro unifikaci klasifikačních systémů a dalších datových standardů, včetně IFC. Hlavním účelem je poskytnout jednotné prostředí pro databáze klasifikačních a dalších systémů pro obohacování BIM modelů o negrafické informace. Vytváří propojení mezi zjednodušeným zápisem informací do modelu (kód, zkratka, GUID) a sémantickým zápisem s napojením na další ekvivalentní třídy/klasifikace z jiných klasifikačních systémů, které bSDD může obsahovat.

Díky společné kolaboraci na datech od mnoha stran je zaručena jejich maximální správnost a horizontální i vertikální rozsáhlost. Jednoduché API pak umožňuje implementaci do téměř jakéhokoliv softwaru. bSDD navíc už v základu obsahuje kompletní aktuální specifikaci IFC s vysvětlivkami v několika jazycích včetně češtiny. Mnohojazyčnost vysvětlivek je jeden z dalších benefitů bSDD, kdy je proto možné při klasifikaci pomocí bSDD jednoduše překládat popisové atributy do jiných jazyků, respektive nechat bSDD přeložit BIM model za nás [11].

Kapitola 5

Příklad přenosu negrafických dat

Výměna negrafických dat může probíhat:

- Na přímo:
 - **API** - Jedná se o nejpoužívanější metodu pro přenos dat mezi "spřátelenými" softwary. Nabízí největší možnosti co do typu přenesených dat, ale je vždy omezená jen na 2 konkrétní softwary a jeden konkrétní účel. Je to vhodné řešení, ale pouze za předpokladu, že právě pro ten jeden speciální hledaný účel nějaké existuje.
- Pomocí přenosového formátu:
 - **IFC** - Slouží pro přenos grafických i negrafických dat. Podrobně popsáno v Kapitole 3.2 a [37].
 - **CSV** - *Comma-separated values* - Jedná se o nezákladnější formát souboru pro přenos tabulkových dat. Výhodou je jednoduchý zápis dat, který je možné otevřít i v textovém editoru, kvůli jednoduchosti je rychlý na implementaci do vlastních řešení. Nevýhodou je zápis dat bez datového typu (viz Kapitola 2.1.2). Jednotlivé hodnoty jsou od sebe odděleny standardně pomocí čárek, ale v české variantě jsou používány středníky, protože čárky mezi daty byly v kolizi s čárkami jako oddělovačem desetinných míst (viz Kód 5.1). Středníky tedy oddělují pomyslné sloupečky tabulky a speciální znak pro "nový řádek" (v programovacím jazyce C zastoupeno výrazem $\backslash n$), který je v textovém editoru standardně vytvořen stisknutím klávesy *Enter*, značí nový řádek tabulky.

```
Name;ID;Classification;Material
Zdivo_keramicke_PTH_AKU_300;1489290;SN.05.05;Keramicke tvarnice AKU
Stena_ZB_200;1495949;SN.05.06;C 25/30 XC2, XA1
Strop_ZB_250;1865896;SD.02.11;C 30/37 XC2, XM1
```

Kód 5.1: Ukázka zápisu části negrafických dat do CSV

5.1 Využití BIM dat pro definici zatížení statického modelu konstrukce

V rámci autorovi bakalářské práce na téma: Využití BIM dat pro definici zatížení statického modelu konstrukce [37] bylo definováno několik problémů v souvislosti s přenosem BIM dat a vyhodnoceno, že by bylo vhodné se k nim ještě v budoucnu vrátit a vyřešit je.

Jedním z nalezených problémů byla chybějící univerzální definice toho, o jaký typ konstrukce a materiálu se při přenosu dat pomocí IFC jedná. Respektive bylo zjištěno, že při přenosu dat pomocí IFC mezi architektonickým s statickým softwarem neexistuje žádný standard kromě samotné kategorizace dat do tříd uvnitř IFC. Zároveň bylo ale i vyhodnoceno, že samotné IFC třídy a předdefinované parametry s výčtem hodnot (enumerations) nejsou dostatečně podrobné pro zamýšlené využití. Navíc používání podrobných IFC tříd není podmíněno (vyžadováno), a proto je IFC často implementováno za využití generalizovaných IFC tříd, které jsou jednodušší na specifikaci. Při využití pouze těchto *enumerations* a obecnějších tříd se na první pohled model sice může zdát v pořádku, ale ve skutečnosti postrádá informace, které jsou pro statickou analýzu důležité: rozdělení stropní konstrukce na nosnou desku a skladbu podlahy, tepelnou izolaci fasády a nosnou částí stěny, konkrétní definici materiálu. Všechny tyto kombinace konstrukcí *Autodesk Revit* ukládá jako jeden IFC typ - *IfcSlabCommon* a *IfcWallStandardCase*. *Revit* k rozlišení následně používá názvy konstrukcí pomocí kterých si je může při načtení zpět do *Revitu* přiřadit k jedné z již definovaných *rodin* (název pro typy konstrukcí v *Revitu*) získat k nim všechny další potřebné informace. *Revit* k tomu využívá IFC entitu *Name* a *Description*. Tento princip ale není možné použít při přenosu dat do jiných softwarů.

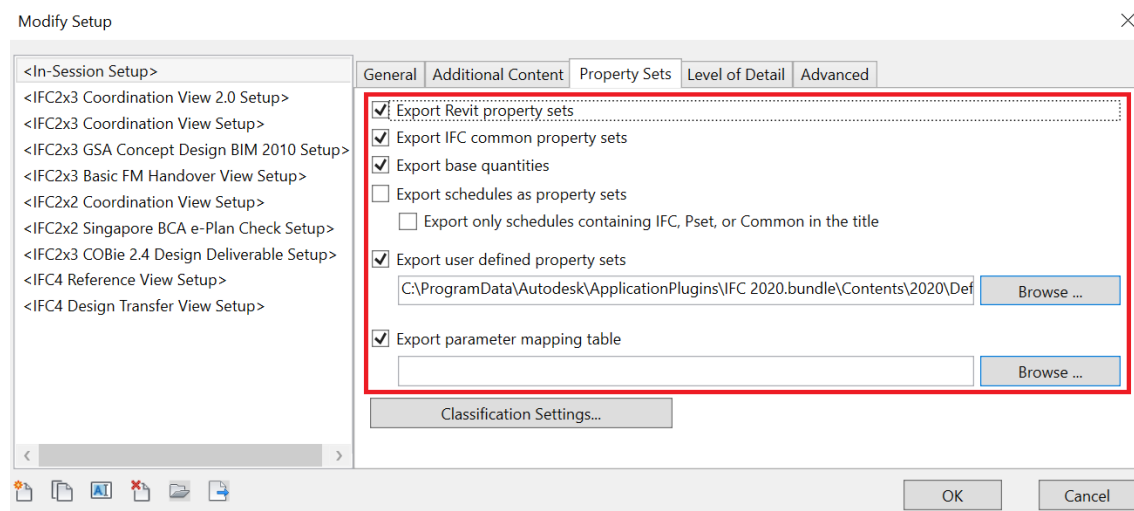
5.1.1 Návrh řešení

Prvním krokem řešení je standardizace negrafických dat, tedy definice datového standardu - ideální je využití takového, který je na trhu nejpoužívanější a splňuje

přítom všechny naše požadavky. V současné době existuje takový datový standard pouze jeden - SNIM (viz Kapitola 4.2.2). Až bude zveřejněn DSS (viz Kapitola 4.2.3), bude to nejspíše vhodnější volba především z důvodu své podrobnosti a využití ve státní správě.

Datový standard je vždy dobré implementovat celý, i když neplánujeme využívat všechny jeho parametry, jinak se totiž vystavujeme nebezpečí, že při komunikaci s jiným softwarem nebudou naše parametry rozpoznány, i když budou mít správné názvy a datové typy, jen z toho důvodu, že nebudou všechny, které cílový software očekával dle specifikace DS. Pro účely této práce bude dále popisováno pouze zpracování parametrů, které jsou pro tento příklad relevantní: materiál, statická funkce, objem, klasifikační systém a typ konstrukce. Jako další parametry, nad rámec DS, je vhodné zapsat také objemovou tíhu pro následně jednodušší práci ve statickém softwaru.

BIM model s vyplněnými parametry by se vyexportoval standardním způsobem (podrobněji popsáno v bakalářské práci [37]), pouze s rozdílem, že je nutné v dialogovém okně při exportu konkrétně namapovat nové parametry vytvořené podle datového standardu (viz Obrázek 5.1). Zároveň výhodou negrafických dat je, že pomocí textu je možné přenést i jiné informace, než pouze ty pro které byly formáty připraveny, například i zatížení, které není možné z Revitu do IFC exportovat. To je možné obejít pomocí zapsání hodnot zatížení do parametrů včetně příslušných zatěžovacích stavů pomocí textu.



Obrázek 5.1: Dialogové okno pro definici parametrů a *Psetů* v Revitu

Následuje import, kdy je na začátku možné využít funkci SCIA Engineer, která nabízí přiřazení materiálů definovaných v IFC materiálové databázi v SCIA. Tato tabulka při zachování jednotné syntaxe v Revitu může být jedna a používaná

opakovaně nehledě na charakteristice projektu. Na straně SCIA Engineer je syntaxe vždy stejná, protože materiály jsou pouze vybírány z SCIA Engineer databáze. Po načtení IFC je možné využít nástroje pro propojení konstrukcí aby došlo k jejich správnému napojení. Na závěr je možné provést samotné automatické generování zatížení. Protože se v tomto případě zatížení generuje přímo v statickém softwaru, na rozdíl od navrhované metody v bakalářské práci, kde bylo počítáno s generováním zatížení ještě v IFC formátu.

Generování zatížení v IFC formátu s sebou přináší komplikace s tím, na které konstrukce má působit. Pokud by se generování provedlo ze v statické softwaru, o vše by se postaral on a implementace tohoto řešení by proto byla jednodušší. SCIA Engineer pro tyto účely nabízí API. Za pomoci API by proto bylo naprogramované, aby vyhledání všech nenosných konstrukcí (podle parametru "Statická funkce" z DS), jejich objemu a objemové tíhy. Z těchto hodnot je následně možné vypočítat ekvivalentní zatížení a umístit ho do statického modelu pro další výpočty.

Kapitola 6

Příklady práce s negrafickými daty

V této kapitole je detailněji představeno několik pokročilejších postupů, jak je možné využívat negrafická data. Hlavním cílem při práci s negrafickými daty přitom bylo získání více a kvalitnějších informací, jako podkladu pro řízení a kontrolu BIM stavebního procesu, rychleji, než by tomu je v neBIM stavebním procesu. K demonstraci příkladů je využito softwarových nástrojů Autodesk Revit jako v ČR nejpoužívanějšího multidisciplinárního BIM softwaru a Microsoft Excel z balíku Office 365 opět kvůli jeho univerzálnosti, všeobecnému využití a dostupnosti na trhu. Pro přístup k oběma softwarům byla využita studentská licence poskytovaná Fakultou stavební ČVUT.

BIM softwary, které jsou v současné době na trhu běžně dostupné, již umožňují některé základní způsoby využití negrafických dat. Především se jedná o automatickou tvorbu výkazů výměr a výrobků, tabulek místností nebo tabulek výplní otvorů pro účely umístění těchto tabulek na výkresy. Možnosti práce s daty přitom odpovídají zamýšlenému způsobu využití, a proto při tvorbě těchto výkazů přímo v BIM softwaru není obvykle možné provádět komplexnější analýzy, ale pouze základní filtrování, formátování, řazení nebo provádění součtů a mezosoučtů. I přes omezení lze tato data využít i pro další jiné účely, než bylo autorem softwaru zamýšlené. BIM software umožňuje export výkazů do souboru typu .xlsx (Excel), kde je možné s nimi dále pracovat.

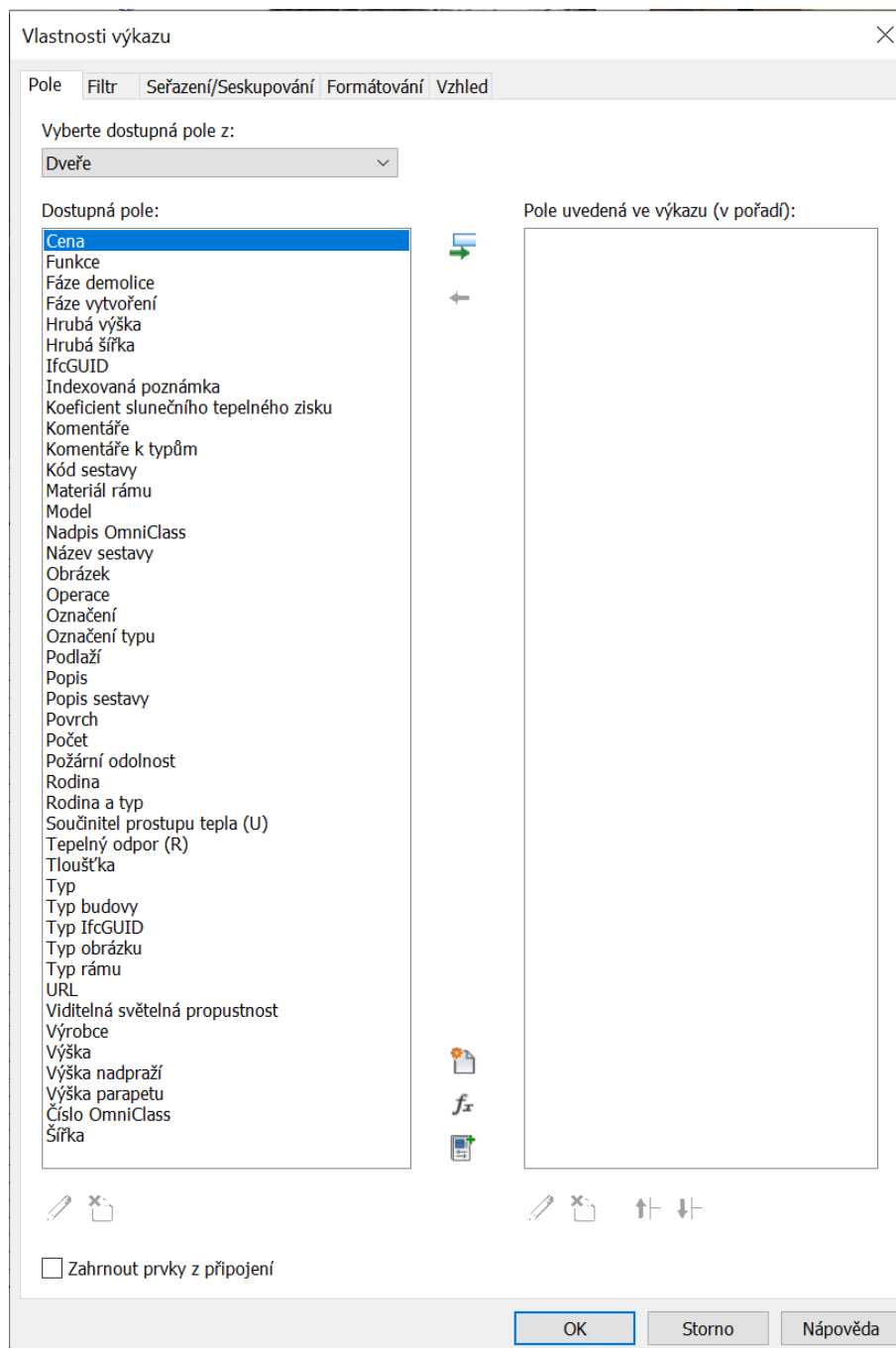
Parametry (vlastnosti), které může výkaz obsahovat jsou omezené pouze množstvím informací v samotném BIM modelu, a je proto důležité si před započítáním projekčních prací dobře definovat využití negrafických dat a podle toho následně specifikovat Datový standard (viz Kapitola 4.2). Využití jednoho DS mezi více projekty také umožní tvorbu šablon pro výkazy a tím násobné zrychlení celého procesu získávání dat. Náročnost takové práce je pak s tou pro neBIM projekty neporovnatelná, zejména v případě provádění změn. Z důvodu provedených změn se často

musí celý projekt znova před odevzdáním překontrolovat, protože se změny do všech závislých pohledů a výkazů nepropisují sami, tak jako tomu je u BIM modelů. Proto jsou tyto základní výkazy v BIM softwarech tak užitečné. Dokážou jednoduchým, rychlým a spolehlivým způsobem připravit data, která by jinak bylo neefektivní připravovat ručně. To především kvůli vysoké náročnosti na získání dat v porovnání s jejich přínosem. Z toho vyplývá, že i data která by normálně neměla takový přínos při uvážení náročnosti na jejich získání manuálním způsobem, se tak najednou vyplatí využít, když je jejich získání umožněno jen na několik, kliknutí myši. Nejvíce se to projevuje v krizovém řízení, kdy není na rozhodnutí moc času, protože samotné odložení rozhodnutí by vedlo ke značným ekonomickým ztrátám. BIM výkazy v takovou chvíli nabízejí poskytnutí dodatečných informací, a to buď přidáním dalších informací do výkazu, které za normálních okolností nejsou zásadní nebo poskytnutí nového zobrazení/filtrování tak, aby bylo dané rozhodnutí založeno na lepších informacích a tím pádem byla vyšší pravděpodobnost, že bude správné.

V kapitole 4.1 jsou představeny klasifikační systémy/třídníky i s popsáním jakým způsobem mohou přispět k lepšímu využití BIM modelu. Jak je zmíněno, tak ideálním případem je, když klasifikaci obsahují už knihovní prvky a samotný pracovník, který model vytváří se o ni nemusí starat. Bohužel to zatím není moc běžné, hlavně kvůli nízké míře standardizace napříč odvětvím způsobené skutečností, že historie zkušeností s BIM ve většině případů není příliš dlouhá. Dalším důvodem mohou být požadavky zadavatele na speciální klasifikaci (rozšířenou nebo upravenou oproti té originální) opět kvůli nízké míře celorepublikové standardizace. Tehdy je na projektu nutné klasifikaci manuálně pro každý typ instance vyplnit a hrozí vyšší riziko vnesení chyby než u knihovních prvků. Je proto vhodné mít k dispozici nástroje, kterými je možné tuto ruční práci zkontrolovat, neboť špatná informace je horší než žádná informace.

Z pohledu této práce není rozdíl, jestli je klasifikace do modelu přidávána nebo kontrolována, protože oba úkony jsou ve své podstatě stejné. U vyplňování klasifikace se po dohledání daného kódu vyplní příslušný parametr; u kontroly klasifikace se také dohledá daný kód, ale nezapíše se do parametru, pouze se s ním porovná – v podstatě ten stejný úkon a stejná časová náročnost.

Aktuálně nejběžnější způsob vyplnění/kontroly správnosti klasifikace je zatím ten ruční, respektive kontrolu provede pověřená osoba manuálně. Je sice nejjednodušší na implementaci, ale bohužel je to zároveň i ten nejpomalejší způsob, a proto celkově ve výsledku nejnákladnější (horizont několika let). Samotný předpoklad, že se člověk dokáže klasifikaci naučit nazpaměť je přitom nerealistický, protože většina z klasifikací (viz Kapitola 4.1) je natolik rozsáhlá, že to není lidsky možné. Člověk



Obrázek 6.1: Ukázka základních negrafických dat (vlastností), které je možné zobrazit ve výkazu dveří.

se při opakovaném používání obvykle naučí několik nejpoužívanějších (pro základní stěny, výplně otvorů, stropy, podlahy atd.), ale vždy bude potřebovat hledat v dokumentaci klasifikace ty, které si nepamatuje. Z praktických zkušeností autora s klasifikací SNIM se jedná o 20-60 % položek, v závislosti na době od posledního použití dané klasifikace, typu klasifikace, míře podrobnosti a typu stavby. Od toho se odvíjí i rychlost kontroly/vyplňování klasifikace, kdy opět ze zkušeností autora

je na klasifikaci jedné instance (typu instance) běžně potřeba 2-8 minut. Ze zkušeností autora také vyplývá, že architektonický model rodinného domu je proto možné ručně zkontrolovat/zaklasifikovat za jeden den a jednodušší bytový dům nebo administrativní budovu do 5 dní. Bohužel to je přesně těchto 5 či více dní navíc, které na reálných projektech obvykle na jejich konci, kdy tato kontrola probíhá, chybí. Je proto velmi ceněné, když je možné si tuto práci zjednodušit/zrychlit.

6.1 Automatizace klasifikace

Zrychlení vyplnění/kontroly klasifikace je možné provést několika způsoby:

- **Metody strojového učení** – Algoritmus, podle kterého se klasifikace provádí, si vytvoří počítač sám, respektive na základě velkého množství již správně zaklasifikovaných instancí si sám vytvoří pravidla, podle kterých může následně klasifikovat/zkontrolovat konstrukce nové.
- **Metody jednoduchých pravidel** – Člověk napevno naprogramuje/zadefinuje pravidla, podle kterých je pak vyhodnocována správnost použité klasifikace. Pravidla jsou sama o sobě velmi jednoduchá, například: když je poměr dvou strany menší než nějaké číslo tak to nemohou být tyto kategorie nebo, že musí instance obsahovat určité parametry (podle datového standardu) nebo že stejnou klasifikaci nemohou mít dvě úplně odlišné konstrukce. Dále je také pro kontrolu možné využít samotné rozdělení konstrukcí v modelu, které na první pohled vypadá jako skoro jednoznačné, ale opak často bývá pravdou. Jednotlivé softwary nemají nástroje pro každý typ konstrukce, ale je vždy nutné si vystačit s tím co je k dispozici, to znamená, že v praxi se překlady kreslí pomocí podlahy, střešní chříčce pomocí oken a podobně. Jednotlivá jednoduchá pravidla se následně kombinují dohromady (řetězí) a vytvářejí se složitější struktury, které dokáží zkontrolovat i komplikovanější konstrukce s vysokou přesností. Tato metoda je vhodná především pro kontrolu, protože nedokáže klasifikaci určit na 100 % a často jí zbudou například 2 možné odpovědi, což pro kontrolu obvykle stačí.

Kontrola samotná nemusí vždy odhalit 100 % chyb, ale nějaké vysoké procento, které ve většině případů bohatě stačí. Podle Jin Wu [46] se procento úspěšnosti při automatické klasifikaci pohybuje od 95 % a více, podle typu modelu a provedení algoritmu. Výhoda použití pouze na kontrolu je v tom, že není problém s falešně určenými chybami, protože ty vždy zkontroluje nakonec člověk. Člověk má tedy na práci místo stovek pouze jednotky kusů a to je velké usnadnění práce.

Další výhodou výše zmíněné metody jednoduchých pravidel je, že jí může vy-

užít úplně každý. Je jí totiž možné vytvořit i například v Excelu, na rozdíl od automatické metody, která vyžaduje pokročilé metody programování a velké množství vstupních (již zaklasifikovaných) dat. Jako nejjednodušší kontrolu je možné využít prostě seřazení řádků podle klasifikace od *A* do *Z*, která seskupí stejné typy konstrukcí k sobě. Kontrola jen samotných dat pomocí zraku dokáže odhalit chyby, například když v jednom řádku chybí nějaké hodnoty, které ale jsou u ostatních konstrukcí stejného typu. Vzbudí to pozornost a odhalí instance s podezřelými hodnotami, lišícími se od průměru. V nich bývají i nejčastěji chyby, které jsou podstatné. Chyba která ovlivní výsledek o 0,1 % není podstatná. Například pro výkazy výměr se běžně předpokládá chyba až 5 %.

6.1.1 Základní kontrola negrafických dat

Jako základní kontrolu u negrafických dat je vhodné provést jednoduché ověření, zda model obsahuje všechna požadovaná data. Zdroj informací pro toto ověření je datový standart (viz Kapitola 4.2), ten by měl obsahovat unikátní označení pro každou svoji položku - například klasifikaci klasifikačním systémem. Pomocí této klasifikace je následně možné spárovat negrafická data získaná z modelu k definici datového standartu a zjistit jestli všechny instance obsahují všechna požadovaná data.

V Excelu je takovéto spárování možné provést jak v *Power Query* - nástroj pro načítání a přípravu dat; tak i přímo v tabulce například pomocí funkce *pozvyhledat*. Jakmile jsou data napárovaná - v jednom řádku tabulky jsou jak negrafická data z modelu tak názvy parametrů z datového standardu, tak už je kontrola jen o vytvoření kontrolní funkce. Taková funkce pro všechny jména parametrů v každém řádku zkontroluje, jestli stejnojmenné sloupce s daty obsahují hodnoty, které by měly a případné chybějící hodnoty parametrů zvýrazní pro následné připomínkování (viz Obrázek 6.2). Tento postup je možné rozšiřovat o další funkce, například zkontrolovat i formát dat - jestli se jedná o číslo nebo text a pod.

ID	Název	Klasifikace	Prefabrikát	Materiál	Šířka [mm]	Výška [mm]	Průměr [mm]	Třída betonu
1	ŽB stěna	SN.02.45	Ne	ŽB	200	3200		C30/37 XC2
2	ŽB stěna prefa	SN.02.58	Ano	ŽB prefa	250			C30/37 XC2
3	Základový pas	ZS.02.06			800	900		C20/25 XC4 XF2
4	ŽB sloup prefa	SL.02.18	Ano	ŽB	0	3200	300	C25/30 XC2

Kontrola vyplnění parametrů	Parametr1	Parametr2	Parametr3	Parametr4	Parametr5	Parametr6
Správně	Prefabrikát	Materiál	Šířka [mm]	Výška [mm]	Třída betonu	
Chybí	Prefabrikát	Materiál	Šířka [mm]	Výška [mm]	Třída betonu	
Chybí	Materiál	Šířka	Třída betonu			
Správně	Prefabrikát	Materiál	Šířka [mm]	Výška [mm]	Průměr [mm]	Třída betonu

Obrázek 6.2: Ukázka jak by mohla vypadat kontrola vyplněnosti parametrů v Excelu

6.2 Propojení BIM na jiné zdroje

Digitální podoba BIM dat má obrovskou výhodu v tom, že se v ní lépe a rychleji orientuje a vyhledává. Toho je možné využít například při dohledávání dodatečných nebo zpřesňujících informací k instancím umístěným v 3D BIM modelu.

Zatím není běžnou praxí, že by se v BIM modelovala betonářská výztuž do podrobnosti výrobní dokumentace tvarů jednotlivých vložek výztuže (výjimkou jsou například mostní pilíře a podobné vysoce vyztužené a prostorově složité konstrukce). Výkresy tvaru a výkresy výztuže se stále zpracovávají především ve formě 2D pdf, respektive papírových výkresů. Při provádění například kontrol výztuže před betonáží statikem/dozorem je pak nasnadě vždy co nejrychleji získat ten správný výkres nebo část výkresu podle toho, kde se právě v objektu nachází, na jakou konstrukci se hledí/kontroluje. Výkresů tvaru a výkresů výztuže i pro stavbu jen menšího bytového domu jsou obvykle desítky, je proto vhodné používat tablet nebo jiné přenosné zařízení pro jejich rychlé prohlížení ve společném datovém prostředí (CDE viz Kapitola 3.3) a nemuset s sebou nosit balík velkých výkresů všude po stavbě. Zde přichází výhoda klasifikace a naplněnosti negrafických dat v 3D BIM modelu, protože v BIM modelu je možné označit zájmovou konstrukci a z nabídky parametrů jakýkoliv vybrat. Do takového parametru je totiž možné umístit hypertextový odkaz, který vede přímo na hledaný výkres. Po kliknutí na hypertextový odkaz je uživateli otevřen správný výkres a může hned dojít ke kontrole. Pro označení provedení kontroly a její vyhodnocení je opět možné využít CDE a předpřipravený formulář o provedení kontroly. Podobně lze postupovat při kontrole jiných konstrukcí, které mají samostatné výkresy.

Jako další vylepšení je možné použít vestavěné senzory v tabletu pro automatické sebe umístění v modelovém prostoru, a proto zjednodušení výběru požadované

konstrukce. Pokud se člověk nachází přímo v terénu na otevřené stavbě, typicky liniové stavbě, tak je nejjednodušší využití GNSS (Globální družicový polohový systém), který je obsažen v běžných tabletech a dosahuje přesnosti okolo 5 metrů. Pokud se jedná o nasazení v interiéru budovy nebo na menší stavbě, tak je možné využít například WFPS – Wi-Fi poziční systém nebo jiné podobné technologie, které umožňují zjištění pozice uvnitř objektu s přesností na jeden metr [47].

Tento princip hypertextových odkazů nemusí být využíván pouze v terénu na stavbě, ale hodí se i v kanceláři při tvorbě a kontrole modelu, kdy opět urychlí práci s dohledáváním správných výkresů a omezí chybovost. U rozsáhlých konstrukcí, které obsahují řadu tvarově podobných konstrukčních prvků, může při klasickém postupu dojít k jejich záměně vedoucí například k chybnému vyztužení prvku (pro sloup A se použije vyztuž sloupu B a naopak). Automatická detekce pozice prvku v kombinaci s kontrolou od člověka toto riziko značně eliminuje (není dobré se na technologie 100 % spoléhat, pokud to není nezbytně nutné).

Stejným principem přes hypertextové odkazy je možné propojit instance na jakákoliv jiná data dostupná na síti nebo obecně online - certifikáty, specifikace, návody, fotky, informace o údržbě a podobně.

6.3 Kdy je vhodné opustit 3D model

Negrafická data není nutné vždy zpracovávat pouze v společném souboru/software s těmi grafickými. Obvykle jsou spolu vytvořena a uchována, ale pro tvorbu analýz nebo za účelem jiného zpracování je obvykle vhodnější negrafická data oddělit a zpracovat samostatně. Důvodem je především komplikovanost zpracování negrafických dat, respektive úkony, které jsou s daty prováděny a které BIM softwary neumožňují.

Jako příklad je možné uvést: načítání dat pro porovnání dle klíče z relační databáze, používání složitějších vzorců a pravidel k vyhodnocení správnosti informace/vlastnosti nebo výpočet hodnotících kritérií/ukazatelů. Dalším důvodem může být možnost plné kontroly nad daty, jejich filtrování, řazení a formátování. A v neposlední řadě to je rychlost práce s daty, kdy, pokud BIM software nenabízí alespoň základní nástroje pro tabulkové zpracování dat (v například Autodesk Revit to je funkcionality tabulky/výkazy), je každý úkon velmi časově náročný, protože vyžaduje regeneraci i grafických dat, která trvá násobně déle než těch negrafických.

Jako další úroveň v rychlosti zpracování dat je možné rozlišit tabulkové a databázové softwary/řešení, kdy obojích existuje velké množství se specifickými výhodami a nevýhodami, které jsou nad rámec této práce. Tabulkové a databázové

softwary se mohou navzájem ve funkcionalitách prolínat, protože tabulkové softwary často nabízejí databázový typ zpracování dat, tzv. pre-processing (před-zpracování), a naopak. Jako nejpoužívanější nástroj pro zpracování negrafických dat je používán Microsoft Excel, protože negrafická data jsou ve své podstatě pouze tabulka/databáze a pro úpravu tabulek byl Excel vytvořený.

Není přitom nikdy vhodné negrafická data oddělit od těch grafických úplně, bez možnosti aktualizace dat v budoucnu, ale záleží vždy na konkrétním účelu získání dat. První variantou je pouze provedení analýzy nebo jiné podobné využití dat, kdy se nepředpokládá, že bude potřeba separovaná negrafická data upravovat tak, aby je bylo nutné nahrát upravená zpět ke grafickým datům a tím BIM model aktualizovat. V tom případě je dostačující, když v co největší míře budou data upravována s využitím metody zaznamenávání postupu. Jinými slovy, aplikace bude ukládat každý jednotlivý úkon, který na datech uživatel provede (filtrování, aplikování vzorce, rozdělení, přejmenování sloupců apod.), aby v případě potřeby provést stejnou analýzu na novější verzi dat stačilo pouze aktualizovat vstupní soubor a úpravy dat se provedly automaticky i s předložením nového výstupu.

Druhou variantou je provádění procesu, při kterém se předpokládá, že bude vhodné upravovat negrafická data mimo zdrojový BIM soubor a nahrát je následně do něj nazpět. Tehdy je důležité mít možnost jak data zpět na sebe napojit, rozpoznat, které informace patří ke kterým konstrukcím. Nejjednodušší metodou je využití ID – unikátní identifikátor, který zajistí, že data bude možné napárovat nazpět k jejich původním 3D instancím a identifikovat přitom, pokud nějaké konstrukce chybí nebo naopak přebývají. Změny prováděné na těchto datech je potřebné nejen zaznamenávat, ale také dokázat vrátit nazpět, aby data vypadala stejně jako ta původní, pouze některé hodnoty byly jiné. Využití například za účelem provedení cenové optimalizace, optimalizace uhlíkové stopy, energetické optimalizace nebo jakékoliv jiné optimalizace ve specializovaném softwaru.

6.4 Získávání negrafických dat z 3D modelů

Způsobů, jak získat (exportovat), v angličtině *query* - dotaz nebo otázka, negrafická data z 3D modelu existuje několik, velmi přitom záleží na používaném BIM softwaru/formátu. Pro získávání dat přímo z nativních BIM softwarů obvykle jsou dvě varianty:

- **Předpřipravená od výrobce softwaru** - jednoduchá s omezenou nabídkou možností toho, která data z modelu exportovat.
- **Uživatel si ji vytvoří sám** - složitější, vyžaduje znalost programování, ale

umožní získání jakýchkoliv parametrů i ostatních informací obsažených v modelu.

Další možností je využití formátu IFC, u kterého je pro účely oddělení negrafických dat velmi rozšířený software *Solibri*.

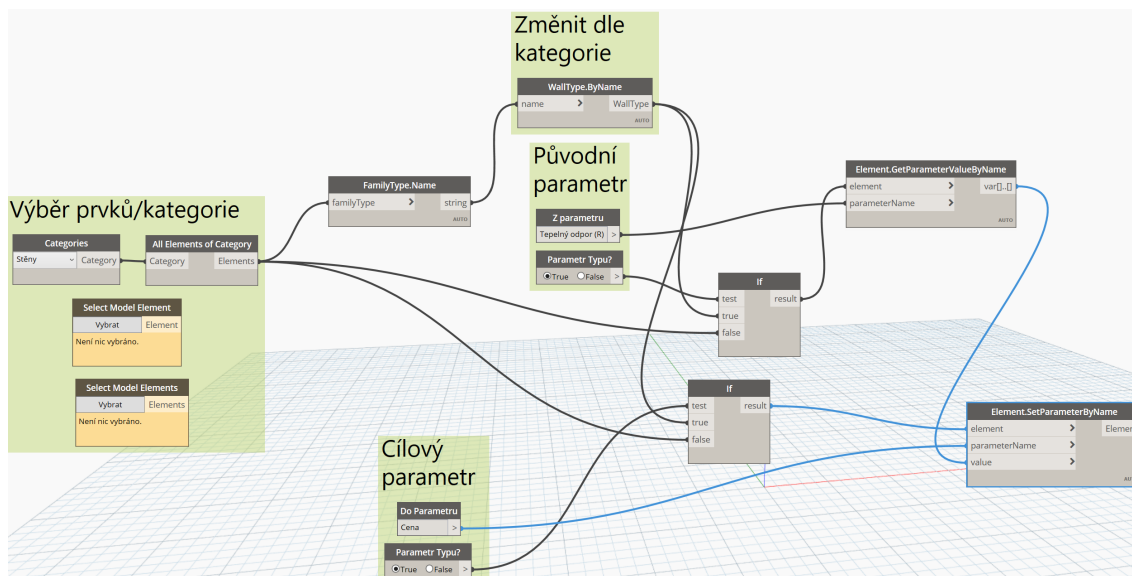
6.4.1 Z nativních formátů BIM softwarů

Většina BIM softwarů nabízí alespoň základní možnosti exportu do Excelu nebo podobných tabulkových a databázových formátů. Například v *Autodesk Revit* je takto možné exportovat výkazy výměr a množství pro základní konstrukce i s možností filtrování a řazení do CSV. Tento způsob je ideální pro export tabulek místností nebo výkazů výměr za účelem vlastního formátování a následně tisku z tabulkového editoru. Bohužel v Revitu není možné provádět složitější zpracování data a rozsah získatelných dat v jednom kroku je velmi omezen. Například není možné vykázat více druhů konstrukcí najednou: dveře, stěny, podlahy, střechy, základy atd. musí být exportovány samostatně.

Další variantou získávání dat je si nástroje vyrobit přesně podle našich požadavků. *Autodesk Revit* je v tomto ohledu trochu unikátní, protože nejen, že podporuje využívání pluginů (programovaných pomocí API), ale navíc je do něj integrovaný nástroj *Dynamo*. Dynamo umožňuje pomocí grafického programování (viz Obrázek 6.3) vytvářet vlastní nástroje, které ovládají model, v našem případě mohou například: upravovat, vytvářet, odstraňovat nebo exportovat jeden či více parametrů. Nástroj to je sice velmi užitečný, ale pro operace s velkým množstvím dat špatně použitelný, protože není tak rychlý. Podle zkušeností autora trvá export dat 10x až 100x déle, než pomocí pluginu. Navíc pro komplikovanější úpravy je programování stejně potřeba, protože nabídka základních stavebních prvků (uzlů) je značně omezena - do dynamu je možné vkládat menší části kódu pro rozšíření jeho funkcí. Dynamo má využití především v situacích kdy se nepracuje s velkým množstvím dat nebo se hodí grafické rozhraní s vestavěným přehrávačem. Například pro generativní koncepčního návrh nebo parametrické koncepční modelování - obecně práci s grafickými daty.

Pluginy

Pro jednoduchost bude vysvětleno na příkladu softwaru *Autodesk Revit*. Pluginy nabízejí největší kontrolu nad modelem, a proto možnostmi, jaká data a jakým způsobem budou exportována. Hlavním principem je, že výrobce umožní přístup do svého softwaru na přímo, skrze API (Application Programming Interface) - oficiální



Obrázek 6.3: Grafické programování v nástroji Dynamo pro Revit - kopírování hodnoty parametru do jiného parametru

způsob, jak daný program ovládat pomocí kódu vytvořeného uživatelem. Pluginy k tomu využívají již vytvořené funkcionality Revitu [40], a proto je ovládání Revitu úplně stejné bez ohledu na to zda se kliká na tlačítka v pracovním okně nebo je spuštěn plugin a vykoná tu stejnou práci podle předem naprogramovaných příkazů. Protože jsou všechny funkce již předpřipravené, tak se jedná z velké části pouze o skládání funkcí za sebe pro dosažení cíleného výsledku.

V případě Revitu je nejčastějším programovacím jazykem pro pluginy *C#*. Ten nabízí dobré možnosti kombinace s dalšími softwary, například zápis parametrů přímo do Excelu, kdy pomocí pluginu je možné spustit i jiné programy a provádět v nich změny. Tento konkrétní postup se zápisem hodnot na přímo do Excelu je vhodný pouze pro malé množství hodnot, protože je proces velmi pomalý. Podle zkušeností autora cca 10 parametrů za sekundu, kdy obvyklé Revit modely obsahují jednotky tisíc instancí a každá až desítky parametrů.

Ze zkušeností autora vyplývá, že pro vytvoření použitelné metody pro oddělení negrafických dat od těch grafických je nutné využívat pouze co nejefektivnější nástroje. To obvykle znamená využívat co nejjednodušší nástroje, které nemají zbytečné funkce navíc, které by celý proces zpomalovaly. Pro tento účel se osvědčil formát přenosového souboru CSV (Comma-separated values) a .NET třída *StringBuilder* [22].

Jako příklad využití výše v textu představovaných variant byl naprogramován plugin pro získání negrafických dat z Revit BIM modelu (viz Kód 6.1). V aktuální prezentované variantě vznikne po kompilaci tohoto kódu (převedení zdrojového

kódu do pro Revit spustitelné (binární) podoby) plugin, který pro v modelu označené konstrukce vyexportuje do CSV libovolný počet jakýchkoliv negrafických dat. Pro ukázkou některých těch základních byly vybrány parametry: *Family* - jméno Rodiny instance, *Element type* - jméno Typu instance, *ID* - identifikátor instance, *Kod prvku* - příklad uživatelem vytvořeného sdíleného parametru podle SNIM klasifikace, *Comment* - jeden ze základních vestavěných (Built-in) Revit parametrů, *Area* - plocha instance, *Length* - délka instance a *Volume* - objem instance. U každého z výše zmíněných parametrů je nutné využít jiný způsob pro získání jeho hodnoty.

```

UIApplication uiapp = commandData.Application;
UIDocument uidoc = uiapp.ActiveUIDocument;
Application app = uiapp.Application;
Document doc = uidoc.Document;
    Načtení aktuálně otevřeného modelu.
Funkce funkce = new Funkce();
    Načtení knihovny funkcí autora této práce.
IList<Element> elems = uidoc.Selection.PickElementsByRectangle(
    "Vyberte_objekty_pretazenim.");
    Uživatel je vyzván k označení konstrukcí, pro které chce exportovat parametry.
string elemPara_KodPrvku, elemPara_Comment, elemTypePara_Family,
    elemId, elemType, elemPara_Area, elemPara_Length,
    elemPara_Volume;
    Zadefinování proměnných, do kterých budou ukládány hodnoty parametrů.
StringBuilder csv = new StringBuilder();
    Funkce "StringBuilder" pro rychlé a efektivní spojování textových řetězců
var newLine = string.Format("Family;Element_type;ID;Kod_prvku";
    "Comment;Area;Length;Volume");
csv.AppendLine(newLine);
    Definování prvního řádku CSV, následně se použije jako hlavička tabulky
    při načtení do Excelu.
foreach (Element elem in elems)
{
    Iterování po jednotlivých instancích pro získání parametrů z každé z nich.
    ElementId elemTypeId = elem.GetTypeId();
    Element eType = doc.GetElement(elemTypeId);
    if(eType != null)
        Definování potřebných proměnných pro získání parametrů.
        {

```

```

elemTypePara_Family = funkce.ParToString(eType,
                                         BuiltInParameter.ALL_MODEL_FAMILY_NAME);

elemType = doc.GetElement(elem.GetTypeId()).Name;

elemId = elem.Id.ToString();

elemPara_Comment = funkce.ParToString(elem, BuiltInParameter.
                                       ALL_MODEL_INSTANCE_COMMENTS);

elemPara_Length = funkce.ParToString(elem, BuiltInParameter.
                                       CURVE_ELEM_LENGTH, "delka");
Získání vestavěných Revit parametrů.
elemPara_Area = funkce.ParToString(elem, BuiltInParameter.
                                    HOST_AREA_COMPUTED, "plocha");

elemPara_Volume = funkce.ParToString(elem, BuiltInParameter.
                                       HOST_VOLUME_COMPUTED, "objem");

elemPara_KodPrvku = funkce.ParToString(elem, "Kod_prvku");
Získání jakýchkoliv ostatních parametrů vytvořených uživatelem.
newLine = string.Format(elemTypePara_Family + ";" + elemType +
                        ";" + elemId + ";" + elemPara_KodPrvku +
                        ";" + elemPara_Comment + ";" + elemPara_Area +
                        ";" + elemPara_Length + ";" + elemPara_Volume);
Poskládání všech hodnot parametrů aktuální instance do jedné
dlouhé sekvence rozdělené pomocí středníků.
csv.AppendLine(newLine);
Připojení výše získané sekvence k zbytku již získaných parametrů.
}
}

string userInput = "Export_do_CSV";
string path = @"C:\Export\";
string filePath = path + userInput + ".csv";

if (File.Exists(filePath))

```



```

{
    File.Delete(filePath);
}

File.AppendAllText(filePath, csv.ToString());
    Uložení hotového CSV do složky v počítači.
TaskDialog.Show("Export.", "Csv_vytvoreno!:_:)_do_\n" + filePath);
    Oznámení uživateli, že vše proběhlo v pořádku.
return Result.Succeeded;

```

Kód 6.1: Ukázka kódu pluginu pro získání negrafických dat z Revitu

Některé parametry není možné pouze rovnou zapsat do CSV, ale je nutné je nejdříve zformátovat. Například rozměrové údaje (viz Kód 6.2) u kterých hodnoty po načtení z Revitu obsahují i jednotky (m², m³), a je proto nutné tyto jednotky před dalším zpracováním odstranit. Protože je Revit americký software, používá jako oddělovač desetinných míst tečku místo čárky a to je nutné změnit pro následně jednodušší práci v české verzi Excelu.

Funkce pro získání rozměrových údajů.

```

public string ParToString(Element elem, BuiltInParameter
                        builtInParameter, string typ)
{
    char[] charsTooTrim = { ' ', 'm', '2', '3' };
    switch (typ)
    {
        case "delka":
            if (elem.get_Parameter(builtInParameter) != null)
            {
                typ = GetParameterValue(elem.get_Parameter(
                    builtInParameter)).Trim(charsTooTrim);
                typ = (double.Parse(typ)/1000).ToString().Replace(".", ",");
            }
            else
            {
                typ = "";
            }
            return typ;
        case "plocha":

```

```

    if (elem.get_Parameter(builtInParameter) != null)
    {
        typ = GetParameterValue(elem.get_Parameter(builtInParameter)
            ).Trim(charsTooTrim).Replace(".", ",");
    }
    else
    {
        typ = "";
    }
    return typ;
    case "objem":
    if (elem.get_Parameter(builtInParameter) != null)
    {
        typ = GetParameterValue(elem.get_Parameter(builtInParameter)
            ).Trim(charsTooTrim).Replace(".", ",");
    }
    else
    {
        typ = "";
    }
    return typ;
    default:
    return "ERROR";
}
}

```

Funkce pro získání vestavěného parametru.

```

public string ParToString(Element elem, BuiltInParameter
    builtInParameter)
{
    string hodnotaParametru;
    if (elem.get_Parameter(builtInParameter) != null)
    {
        hodnotaParametru = GetParameterValue(elem.get_Parameter(
            builtInParameter));
    }
    else

```

```

{
    hodnotaParametru = "";
}
return hodnotaParametru;
}

```

Funkce pro získání jakéhokoliv parametru, podle jeho jména.

```

public string ParToString(Element elem, string nazevParametru)
{
    string hodnotaParametru;
    if (elem.LookupParameter(nazevParametru) != null)
    {
        hodnotaParametru = GetParameterValue(elem.LookupParameter(
            nazevParametru));
    }
    else
    {
        hodnotaParametru = "";
    }
    return hodnotaParametru;
}

```

Kód 6.2: Ukázka funkcí odkazovaných se z kódu 6.1

6.4.2 Získání negrafických dat z IFC pomocí Solibri

Solibri je finský software používaný především pro prohlížení IFC modelů. Software umožňuje základní kontrolu modelu, tvorbou výkazu výměr a množství, detekci kolizí, pokročilé metody připomínkování pomocí BCF manageru nebo aplikaci i kontrolu klasifikace.

Při získávání dat je možné konstrukce filtrovat, seskupovat nebo jakkoliv jinak selektovat pro zaručení exportu pouze zamýšlených konstrukcí. Po zvolení i konkrétních parametrů pro vytvoření výkazu je možné si všechna nastavení uložit do šablony pro opakované použití. Export následně probíhá přímo do Excelu.

Celkově Solibri nabízí velké množství nástrojů pro automatizaci celého procesu kontroly modelu. Bohužel omezením pro větší nasazení na českém trhu může být, že Solibri neobsahuje češtinu.

Kapitola 7

Závěr

V této práci se podařilo úspěšně splnit všechny úkoly, které byly určeny v zadání, včetně navržení konkrétních metod pro využití negrafických dat v BIM stavebním procesu. Dále byly úspěšně splněny i dílčí úkoly, které vyvstaly v průběhu vypracovávání této práce.

Byl představen a zhodnocen aktuální stav využívání BIM v ČR s výhledem do budoucna. Negrafická data přitom budou hrát důležitou roli, se kterou počítá i nově vznikající legislativa a normy. Bohužel tato diplomová práce je tvořena v době těsně před vznikem těchto dokumentů a nebylo proto možné podrobně vyhodnotit jejich důsledky a zakomponovat jejich obsah do prezentovaných příkladů. V práci je vyhodnoceno alespoň aktuální znění navrhované verze nového zákona o BIM. Je možné předpokládat, že díky tomuto zákonu bude pokračovat zavádění BIMu ještě rychleji než doposud a o nástroje, jako jsou ty představované v poslední kapitole, bude v dalších letech velký zájem. Dalším důvodem k tomuto předpokladu je konkrétní informace o požadavcích na BIM, kterou zákon bude poskytovat a bude se možné o ni opřít při rozhodování o investici do BIM.

Dále byly popsány různé metody standardizace, především ty se zaměřením na negrafická data jako jsou klasifikační systémy a datové standardy. Standardizace přitom byla vyhodnocena jako klíčový prvek pro práci s negrafickými daty, zvýšení provozní efektivity, lepší interoperabilitu a obecně úspěšné implementování BIMu. Bohužel opět budoucí český datový standard (Datový standard stavebnictví) bude zveřejněn až na začátku roku 2021 a jeho představení je proto provedeno pouze podle omezených dostupných zdrojů.

V příkladu na přenos negrafických dat bylo definováno, jak může vypadat přenos pomocí CSV souboru, jako jednoduchého řešení při tvorbě nových nástrojů pro analýzu negrafických BIM dat. Jako příklad využití datového standardu a klasifikačního systému byl vyřešen problém definovaný v bakalářské práci autora [37].

Problém se zabýval přenosem konstrukce mezi architektonickým a statickým softwarem za využití IFC. Při řešení bakalářské práce chyběla pro optimální přenos dat efektivní standardizace, která byla v této práci vydefinována, a proto mohla být použita.

V poslední kapitole byla představena automatická kontrola negrafických dat za pomoci několika různých technik a jejich možnosti použití i s časovou náročností. Bylo diskutováno, jak využít negrafická data při pohybu po staveništi pro rychlejší orientaci v dokumentaci a omezení vzniku chyb. Proběhlo představení důvodů, kdy a proč je vhodné oddělovat negrafická data od těch grafických i se zajištěním rychlého znovu provedení analýz v případě úpravy zdrojových dat. Na závěr pak byl popsán postup jak z 3D BIM modelu negrafická separovat a připravit je tak k dalšímu zpracování. Pro metodu s nejvíce schopnostmi (plugin) byla představena její implementace do softwaru *Revit* i s popisem co jednotlivé naprogramované kroky znamenají.

Jako pokračování v tématu by bylo vhodné konkrétněji prozkoumat možnosti využití formátu IFC a zápisu dat i z dalších AEC softwarů dostupných na českém trhu a možnosti kontroly IFC modelu jako celku. Dalším problémem, který byl při zpracovávání práce objeven, je správné uložení především grafických dat do IFC a obecně export velkých modelů do IFC. Na těchto a dalších tématech má autor práce v plánu pokračovat v rámci doktorského studia.

Seznam obrázků

2.1	Harmonogram doporučených opatření - původní verze[2]	19
3.1	Příklad negrafických dat	24
3.2	CDE pracovní postup [35]	29
4.1	Výsledek rešerše klasifikačních systémů od ČAS - Koncepce BIM 2020 [4]	36
4.2	Příklad klasifikace schodiště - CoClass	37
4.3	Příklad klasifikace venkovního schodiště - Uniclass	38
4.4	Příklad klasifikace schodiště - OmniClass	39
4.5	Příklad klasifikace schodiště - ÚRS	39
4.6	Příklad klasifikace schodiště - RTS BIM	40
4.7	Příklad klasifikace schodiště - CCI	41
4.8	Navrhovaný pracovní postup při využívání IDS [13]	43
4.9	Příklad datového standardu pro stěnu podle SNIM [15]	46
4.10	Struktura kódu klasifikace SNIM [17]	46
4.11	Struktura tvorby datového standardu informačního modelu stavby [5]	47
5.1	Dialogové okno pro definici parametrů a <i>Psetů</i> v Revitu	51
6.1	Ukázka základních negrafických dat (vlastností), které je možné zobrazit ve výkazu dveří.	55
6.2	Ukázka jak by mohla vypadat kontrola vyplněnosti parametrů v Excelu	58
6.3	Grafické programování v nástroji Dynamo pro Revit - kopírování hodnoty parametru do jiného parametru	62

Literatura

- [1] K. Afsari and C. M. Eastman. A comparison of construction classification systems used for classifying building product models. In *52nd ASC Annual International Conference Proceedings*, pages 1–8, 2016.
- [2] ČAS - Koncepce BIM 2022. Harmonogram doporučených opatření, 12/2020. URL <https://www.koncepcebim.cz/304-6-1-harmonogram-doporucenych-opatreni>.
- [3] ČAS - Koncepce BIM 2022. Pracovní skupiny, 12/2020. URL <https://www.koncepcebim.cz/pracovni-skupiny>.
- [4] ČAS - Koncepce BIM 2022. Rešerše a srovnání klasifikačních systémů stavebních prvků v kontextu informačního modelování staveb zpráva, 4/2019. URL <https://www.koncepcebim.cz/dokumenty?dok=362>.
- [5] P. Bohuslávek and J. Nechyba. Co je Datový standard stavebnictví DSS, 2/2020. URL <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20190-co-je-datovy-standard-stavebnictvi-dss>.
- [6] O. Bojar. Přehled kódování češtiny, 12/2020. URL <http://www.cestina.cz/kodovani/>.
- [7] A. Borrmann, M. König, C. Koch, and J. Beetz. *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Springer-Verlag, 2015.
- [8] buildingSMART. Ifc specifications database, 12/2020. URL <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>.
- [9] buildingSMART. The curious case of the MVD, 12/2020. URL <https://blog.buildingsmart.org/blog/the-curious-case-of-the-mvd>.
- [10] buildingSMART. buildingSMART - About, 12/2020. URL <https://www.buildingsmart.org/about/what-we-do/>.

- [11] buildingSMART. buildingSMART Data Dictionary, 12/2020. URL <https://www.buildingsmart.org/users/services/buildingsmart-data-dictionary/>.
- [12] buildingSMART. BIM Collaboration Format (BCF), 2020. URL <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>.
- [13] buildingSMART. Information Delivery Specification (IDS), 2020. URL <https://technical.buildingsmart.org/projects/information-delivery-specification-ids/>.
- [14] Cenová soustava ÚRS. Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP), 12/2020. URL https://www.cs-urs.cz/tridniky-a-ciselniky/tskp/?023_a3161.
- [15] czBIM. Standard Negrafických Informací 3D Modelu (SNIM), 12/2020. URL <https://snim.czvim.org/>.
- [16] czBIM. Najdi CDE, 12/2020. URL <https://www.najdicde.cz/>.
- [17] D. Erhart. bimfo - snim a jeho budoucnost, 6/2019. URL <https://www.bimfo.cz/Aktuality/SNIM-a-jeho-budoucnost.aspx>.
- [18] Česká agentura pro standardizaci. Koncepce bim 2022, 12/2020. URL <https://www.koncecebim.cz/>.
- [19] ISO/PAS 16739:2005. *Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform)*, 10/2005.
- [20] B. Janovská. Coclass – seznámení odborné veřejnosti s klasifikačním systémem, 5/2019. URL <https://www.koncecebim.cz/432-coclass-seznameni-odborne-verejnosti-s-klasifikacnim-systemem>.
- [21] N. Jung and G. Lee. Automated classification of building information modeling (bim) case studies by bim use based on natural language processing (nlp) and unsupervised learning. *Advanced Engineering Informatics*, 41:100917, 2019.
- [22] Microsoft. Online dokumentace pro .NET API- Třída StringBuilder, 12/2020. URL <https://docs.microsoft.com/cs-cz/dotnet/api/system.text.stringbuilder?view=net-5.0>.
- [23] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Koncepce zavádění metody BIM v České republice, 2017. URL <https://www.>

mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepcie-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf.

- [24] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Stanovisko k využití formátu IFC jako požadovaného otevřeného datového formátu pro výměnu informací o stavbách při informačním modelování staveb (BIM), 2019. URL <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/>.
- [25] Ministerstvo průmyslu a obchodu. BIM, 4/2016. URL <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/bim--173150/>.
- [26] N. O. Nawari and S. Ravindran. Blockchain technologies in bim workflow environment. In *Computing in Civil Engineering 2019: Visualization, Information Modeling, and Simulation*, pages 343–352. American Society of Civil Engineers Reston, VA, 2019.
- [27] Nařízení vlády č. 172/2016 Sb. *Nařízení vlády o stanovení finančních limitů a částek pro účely zákona o zadávání veřejných zakázek*, 10/2016.
- [28] Návrh zákona o BIM. Zákon o informačním modelu stavby, informačním a digitálním modelování a změně některých zákonů, 12/2020.
- [29] J. Patacas, N. Dawood, and M. Kassem. Bim for facilities management: A framework and a common data environment using open standards. *Automation in Construction*, 120:103366, 2020.
- [30] R. Ren and J. Zhang. Model information checking to support interoperable bim usage in structural analysis. In *Computing in Civil Engineering 2019: Visualization, Information Modeling, and Simulation*, pages 361–368. American Society of Civil Engineers Reston, VA, 2019.
- [31] RTS, a.s. Cenová soustava - RTS BIM, 12/2020. URL <http://www.cenovasoustava.cz/default.asp?Typ=1&ID=9&BIId=9&Pop=1&IDmH=9722362&Menu=Obecn%E9%20informace>.
- [32] S. Sadrinooshabadi, A. Taheri, I. Yitmen, and R. Jongeling. Requirement management in a life cycle perspective based on iso 19650-1 and coclass as the new classification system in sweden. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2020.
- [33] SIMAP - Informace o evropských veřejných zakázkách. Společný slovník pro veřejné zakázky, 12/2020. URL <https://simap.ted.europa.eu/cs/cpv>.

- [34] ČSN EN ISO 16739-1. *Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu - Část 1: Datové schéma*, 10/2020.
- [35] ČSN EN ISO 19650-1. *Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách včetně informačního modelování staveb (BIM) - Management informací s využitím informačního modelování staveb - Část 1: Pojmy a principy*, 10/2019.
- [36] ČSN EN ISO 19650-2. *Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách včetně informačního modelování staveb (BIM) - Management informací s využitím informačního modelování staveb - Část 2: Dodací fáze aktiv*, 12/2019.
- [37] V. Starý. ČVUT v Praze - Bakalářská práce. *Využití BIM dat pro definici zatížení statického modelu konstrukce*, 2019.
- [38] M. Stransky, P. Dlask, et al. Process of matching work items between bim model and cost estimating software. *Engineering for Rural Development*, 17: 856–864, 2018.
- [39] Státní fond dopravní infrastruktury. METODIKA pro výběr společného datového prostředí (CDE), 09/2019. URL https://www.sfdi.cz/soubory/bim/2019_09_cde.pdf.
- [40] G. Talarico. Online dokumentace pro Revit API, 12/2020. URL <https://www.revitapidocs.com/>.
- [41] Terminologická databáze (TDB). Terminologie bim, 12/2020. URL <https://www.nlfnorm.cz/terminologicky-slovník>.
- [42] UK - Přírodovědná fakulta. Metoda, metodika, metodologie, 12/2020. URL <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/studium/bakalarske-studium/pravidla-pro-bakalarske-prace/metoda-metodika-metodologie>.
- [43] UK the Government Construction Strategy. Common data environment CDE, 10/2020. URL https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common_data_environment_CDE.
- [44] Unicode, Inc. Unicode - overview, 12/2020. URL <https://home.unicode.org/basic-info/overview/>.

- [45] Vyhláška č. 499/2006 Sb. *Vyhláška o dokumentaci staveb*, 10/2016.
- [46] J. Wu and J. Zhang. New automated bim object classification method to support bim interoperability. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 33(5): 04019033, 2019.
- [47] C. Yang and H. Shao. Wifi-based indoor positioning. *IEEE Communications Magazine*, 53(3):150–157, 2015. doi: 10.1109/MCOM.2015.7060497.
- [48] Zákon č. 134/2016 Sb. *Zákon o zadávání veřejných zakázek*, 10/2016.