



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická

Katedra měření

Pilotní projekt BIM dle Datového standardu stavebnictví se zaměřením na energetickou optimalizaci provozu budovy

BIM Pilot Project according to the Construction Data Standard Focusing on Energy Optimization in Operation Phase

Studijní program: Inteligentní budovy

Vedoucí práce: Ing. Jan Růžička, Ph.D., katedra konstrukcí pozemních staveb

Bc. Ondřej Vitek

Praha 2020



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Vítek** Jméno: **Ondřej** Osobní číslo: **457168**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra měření**
Studijní program: **Inteligentní budovy**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Pilotní projekt BIM dle Datového standardu stavebnictví se zaměřením na energetickou optimalizaci provozu budovy

Název diplomové práce anglicky:

BIM Pilot Project according to the Construction Data Standard Focusing on Energy Optimization in Operation Phase

Pokyny pro vypracování:

Ověřte metodologii tvorby datového modelu staveb pro správu a optimalizaci provozu v souladu s datovým standardem stavebnictví (DSS). Jako pilotní objekty použijte budovu UCEEB a experimentální objekt TICO. Zaměřte se především na možnosti použití informačního modelu pro energetickou optimalizaci provozu budovy, na možnosti využití formátu IFC v tomto procesu, a také analyzujte náročnost, smysluplnost a možnosti DSS.

Seznam doporučené literatury:

https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/drafter/2528/180213_IFC_Handbuch.pdf
BIM Forum, <https://bimforum.org/iod/>

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Jan Růžička, Ph.D., katedra konstrukcí pozemních staveb FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **14.02.2020**

Termín odevzdání diplomové práce: _____

Platnost zadání diplomové práce:

do konce letního semestru 2020/2021

Ing. Jan Růžička, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

_____ podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použitých literatur, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

_____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 22.5.2020

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Janu Růžičkovi, Ph.D. a panu Ing. Jakubu Veselkovi za cenné připomínky a odborné rady, díky nimž byla dokončena tato práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu.

I would also like to thank Dr. Sergej Muhič for consultation about IFC export.

Abstrakt:

Tato práce se zabývá vytvořením informačního 3D modelu budovy Univerzitního centra energeticky efektivních budov (UCEEB) v aplikaci Autodesk Revit. Pojednává o modelování architektonického řešení stavby i řešení technických zařízení budovy, konkrétně profese vytápění. Stěžejní část práce popisuje postupy a možnosti exportu a importu do formátu IFC z aplikace Revit a ověřuje je v souladu s požadavky Datového standardu stavebnictví ČR. K textové části standardu je uveden komentář. Práce se dále zabývá možnostmi využití informačního modelu pro energetickou optimalizaci provozu budovy.

Klíčová slova:

BIM, Revit, 3D model, IFC, Koncepte BIM ČR, LOD, MVD, architektonické řešení stavby, technická zařízení budovy, import, export, elementy, sady vlastností, Dynamo, Revizto

Abstract:

This thesis deals with the creation of a 3D model in Autodesk Revit. The University Centre for Energy Efficient Buildings was chosen as the subject of modelling. This model includes architectural solution as well as the solution of a heating system. The main section of the thesis describes methods and possibilities of export of the model into IFC format as well as its import. This work also verifies the results of the export and determines whether the conditions specified in the Construction Data Standard are met. This thesis details options of using IFC file in energetic optimization in Facility Management.

Key words:

BIM, Revit, 3D model, IFC, BIM Concept Czech Republic, LOD, MVD, architectural solution, mechanical, electrical, plumbing, import, export, elements, property sets, Dynamo, Revizto

Obsah

Úvod	8
1 Problematika BIM.....	9
1.1 Informační modelování	9
1.1.1 Level of Development (LOD)	10
1.1.2 Společné datové prostředí (CDE).....	11
1.1.3 Informační požadavky zadavatele (EIR).....	12
1.1.4 Plán realizace BIM (BEP).....	12
1.2 Formát IFC	13
1.3 Koncepce zavádění metody BIM v České republice	13
2 Metodika ověření DSS na modelu budovy UCEEB	15
2.1 Rozbor problematiky	15
2.2 Použité programy	16
2.2.1 Modelovací software Revit.....	16
2.2.2 Software pro spolupráci Revizto	16
2.2.3 Software Navisworks s detekcí kolizí.....	17
3 Případová studie – budova UCEEB	18
3.1 Informace o objektu	18
3.2 Tvorba modelu	18
3.2.1 Externí reference	19
3.2.2 Centrální model a pracovní sady	19
3.2.3 Rozdělení objektu.....	20
3.2.4 Údaje modelovacího prostoru.....	21
3.2.5 Modelované stavební elementy.....	21
3.2.6 Technické zařízení budovy.....	27
3.3 Detekce kolizí modelu UCEEB.....	30
3.3.1 Kolize TZB.....	33
4 Export IFC	34
4.1 Uživatelské rozhraní nástroje IFC export.....	34
4.2 Export elementů do IFC entit	36
4.2.1 Aplikací podporované IFC entity.....	36
4.2.2 Kategorie Revitu a IFC.....	36
4.2.3 Parametry IfcExportAs a IfcExportType.....	38
4.2.4 Ověření správného exportu projektu do IFC entit	38
4.2.5 Standardizace textového souboru pro export kategorií v programu Revit.....	39

4.3	Export parametrů do sad vlastností IFC	40
4.3.1	Property sets	40
4.3.2	Quantity sets	42
4.3.3	Czech Property sets	43
4.3.4	Parameter mapping table.....	45
4.3.5	Přetypování parametrů pro program Revit.....	46
4.4	Alternativní postupy přidání parametrů do projektu.....	47
4.4.1	Přidání parametrů pomocí nástroje Dynamo.....	47
4.4.2	Přidání parametrů pomocí vestavěné funkce	50
4.5	Export modelových hodnot parametrů.....	51
4.5.1	Naplnění parametrů hodnotami	51
4.5.2	Příprava vstupů.....	52
4.5.3	Vytvoření skriptu v prostředí Dynamo	52
4.5.4	Ověření exportu hodnot parametrů.....	55
4.6	Výsledky exportu dle požadavků DSS.....	56
5	Import IFC.....	59
5.1	Připojení IFC souboru	59
5.2	Otevření IFC souboru.....	59
6	Analýza dokumentu Požadavky na data pro fázi DZS.....	61
6.1	Obecné požadavky	61
6.2	Vybrané stavební elementy.....	62
6.3	Zhodnocení požadavků.....	62
7	Energetická optimalizace budovy.....	63
7.1	Energetická optimalizace při návrhu stavby.....	63
7.2	Energetická optimalizace provozu budovy s využitím IFC.....	64
	Závěr.....	65
	Seznam použité literatury	67
	Seznam zkratk.....	70
	Seznam použitých obrázků.....	71
	Přílohy.....	72

Úvod

Informační modelování již v současnosti není metoda, kterou se zabývá pouze několik specializovaných společností v zahraničí, ale i v České republice se stává každodenní realitou v sektoru stavebnictví. Jedním z úkolů probíhající Koncepce zavádění metody BIM v České republice (kapitola 1.2) je sjednotit požadavky vládní legislativy a norem ve formě metodických dokumentů a datových standardů [1].

Účelem této práce je vytvořit model vybraného stavebního objektu v aplikaci Autodesk Revit, jak jeho architektonického řešení, tak řešení vybrané profese technických zařízení. Tato práce se nezabývá podrobným modelováním, je však třeba vytvořit model vhodný pro zhodnocení exportu do formátu Industry Foundation Classes (IFC). Úkolem dalších kapitol této práce je prozkoumat možnosti exportu v souladu s Datovým standardem stavebnictví a ověřit, zda jsou požadavky standardu splnitelné. Měl by být zhodnocen export elementů do IFC entit i export parametrů do definovaných sad vlastností a jejich správné zařazení do struktury IFC formátu. Výsledky by měly být shrnuty do přehledné tabulky. Dále je třeba naplnit parametry v aplikaci Revit teoretickými hodnotami a otestovat správný export těchto dat. Tyto postupy je třeba ověřit na určitém počtu elementů stavebních a elementů technických zařízení. Práce by také měla prozkoumat možnosti exportu do IFC v oblasti energetické optimalizace provozu budovy.

1 Problematika BIM

1.1 Informační modelování

Building Information Modeling (BIM), neboli informační modelování staveb, je proces vytváření stavebního objektu v digitální podobě, jeho údržby, správy a analýzy dat [1]. BIM umožňuje řízení informací během celého životního cyklu stavby a také přehlednou vizualizaci, koordinaci a komunikaci. BIM mohou využívat jednotlivci, společnosti i pověřené státní orgány k plánování, navrhování, projektování a správě jakéhokoli objektu libovolné infrastruktury [2].

Ačkoli většina termínů, např. model budovy, je známa již od 80. let minulého století, Informační modelování budov definovala až publikace od společnosti Autodesk v roce 2002 [3]. Společnost Autodesk v současnosti patří mezi přední světové výrobce BIM nástrojů a programů. V publikaci bylo pojednáváno především o charakteristice spojení informačních technologií a stavebnictví. Jedním řešením bylo vytvoření digitální databáze pro spolupráci, viz program Autodesk Revit. Alternativní programy jsou například Allplan od společnosti Nemetschek, Archicad od společnosti Graphisoft nebo Aecosim od společnosti Bentley.

Může se jevit, že BIM je tedy vytvoření digitálního modelu stavebního objektu, avšak je to pouze část procesu, byť jedna z hlavních. Část, která úzce souvisí s předchozí, je komunikace nad projektem se všemi zúčastněnými. Veškeré předávání informací a souborů probíhá na jednom místě, na takzvaném společném datovém prostředí neboli Common Data Environment (CDE) (viz kapitola 1.3). Další velkou kapitolou je využití BIM pro Facility Management (FM), tedy pro správu daného objektu v provozní fázi. Koncept 7D BIM zahrnuje vytvoření 3D modelu, časové plánování (4D), náklady (5D), udržitelnost nebo energetickou náročnost (6D) a jako poslední dimenzi Facility Management [4]. Uvádí se, že právě provoz a správa objektu mají největší vliv na náklady celkového životního cyklu [5]. Informační model usnadní správu stavebního objektu. Mezi jeho výhody patří např. přehlednější správa prostoru budovy, efektivnější údržba a možnost přenosu dat mezi BIM modelem a Computer Aided Facility Management (CAFM) systémem, tedy výpočetním systémem pro provoz budovy.

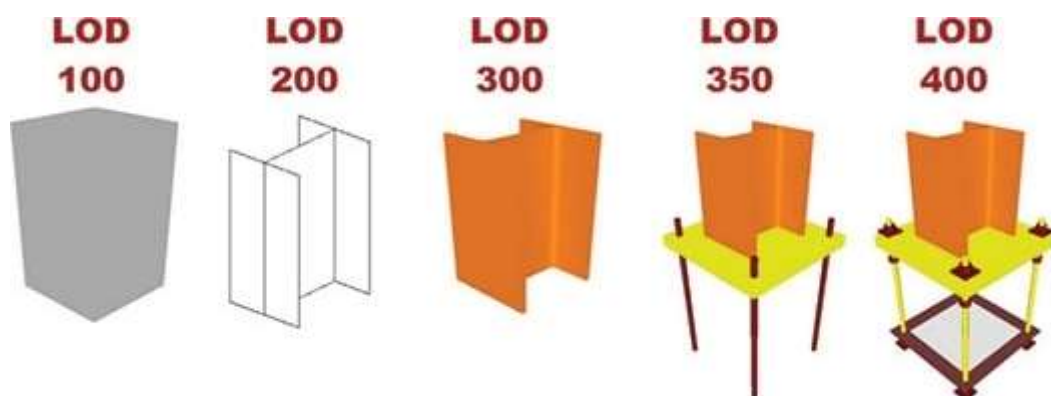
Výhod informačního modelování je nepřeberné množství. Zmiňované 3D modely a přehledná komunikace nad projektem jsou jedny z hlavních přínosů. Mezi další patří spolupráce mezi profesemi díky možnosti připojení modelů a sledování prvků, dále snížení chybovosti a minimalizace oprav projektu, analýza a simulace procesů či možnosti automatizace. Informační modely zároveň slouží jako databáze k ukládání informací ke každému z prvků.

K nevýhodám se v České republice řadila absence legislativy a nedostatečné znalosti, odborníků [6]. Postupem času se ale vědomosti a edukační příležitosti rozšířily a nyní i v ČR nalezneme mnoho expertů a specializovaných společností. Probíhající Koncepce zavádění metody BIM v České republice [1] doplní stávající zákony a rozšíří metodiku informačního modelování.

1.1.1 Level of Development (LOD)

Pojem Level of Development, nebo také Level of Definiton - LOD, určuje grafickou a informační podrobnost modelu. Ve stavební praxi umožňuje přesně specifikovat požadavky na informační model stavby v různých fázích [7] [8]. Tyto definice vytvořil Americký institut architektů (AIA) a organizuje jej Institut stavebních specifikací (CSI) [8].

Grafická podrobnost modelu určuje míru detailu modelování. Důvodem zjednodušení je fakt, že graficky nebo geometricky podrobnější prvky jsou náročnější na modelování i vykreslení, čímž zatěžují celkový model [7].



Obrázek 1 - Různé úrovně LOD [7]

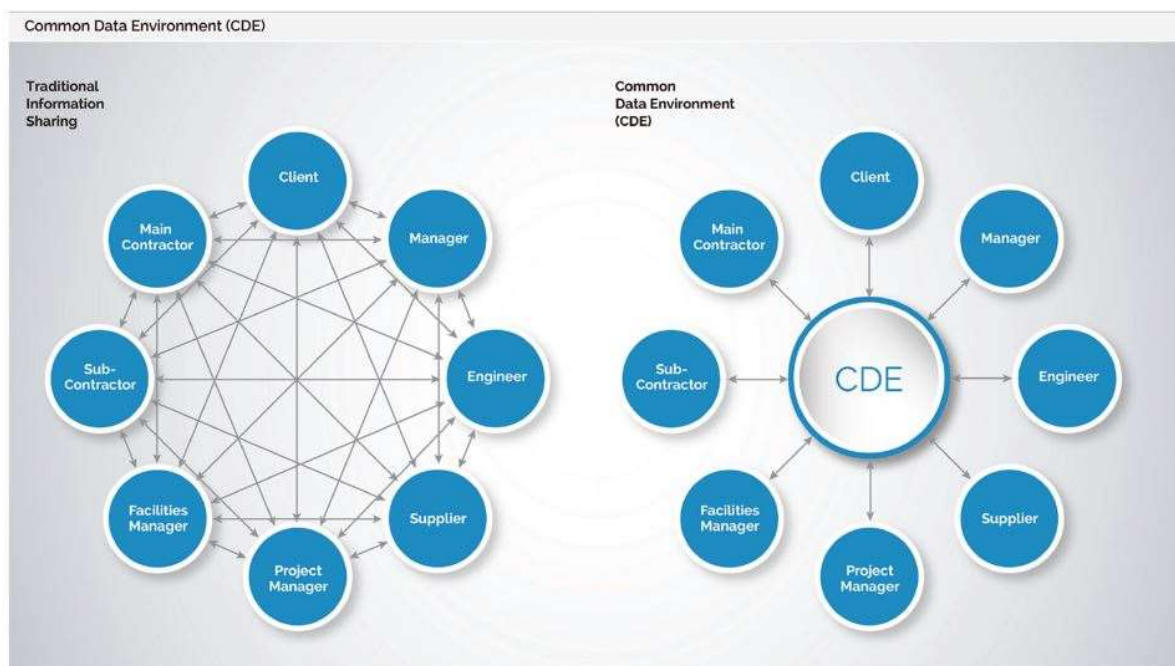
Informační podrobnost modelu určuje množství informací, které má obsahovat daný prvek v různých fázích návrhu. Nejjednodušší zápis požadavků může mít podobu tabulky, pokročilejší formou může být databáze [7].

ZÁKLADNÍ INFORMACE				FÁZE PROJEKTU		
SKUPINA PARAM.	PARAMETR	POZNÁMKA	JEDN.	DUR	DSP	DPS
				LOD 200	LOD 300	LOD 300
				Fáze 2	Fáze 3	Fáze 4
STAVEBNÍ ČÁST						
PODKLADNÍ BETON						
Základní informace	1	Oznaceni typu	Jedinečné označení objektu		✓	✓
	2	Kod budovy			✓	✓
	4	Kod skladby			✓	✓
	5	Tloušťka		mm	✓	✓
Rozměry	7	Objem		m3	✓	✓
	8	Plocha	Plocha pro výpočet bednění	m2	✓	✓
	9	Material				✓
Technické informace	10	Třída betonu				✓
	11	Další prvky	Např. vrstva geotextilie, podsyp, ...			✓

Obrázek 2 - Informační podrobnost modelu [7]

1.1.2 Společné datové prostředí (CDE)

Společné datové prostředí, Common Data Environment (CDE), je jedna z hlavních metodik BIM procesu. Jeho hlavní funkcí je uchovávání všech souborů, dat a informací daného stavebního projektu, tedy jak 3D modelu, tak jeho negeometrických dat i všech dalších dokumentů. Tím je splněn jeden z požadavků BIM, jímž je, aby každý soubor existoval pouze jednou, což zabraňuje vzniku problémů v komunikaci [9].



Obrázek 3 - Společné datové prostředí [10]

Za CDE mohou být považovány i běžné cloudové služby, existují však nástroje přímo pro BIM. Tyto nástroje mají rozšířenou speciální funkcionalitu přímo zaměřenou na požadavky, které stanovuje správný a udržitelný BIM proces. Mezi tyto funkce patří např. podpora prohlížení formátu IFC i jiných nativních formátů modelování, dále také připomínkování, archivace a okamžitá dostupnost předchozích verzí, zálohování, přidělování přístupů i úkolů a jiná komunikace nad projektem, transparentnost a schvalování. Kromě samotné existence softwarového nástroje je neméně důležité dodržování dohodnutých postupů pro sdílení dat každým účastníkem projektu. Pouze za splnění této podmínky jsou využity všechny výhody použití CDE. Metodika pro produkci, sdílení a organizaci informací o stavbách s použitím společného datového prostředí je specifikována v ČSN ISO 19650 [11].

K nástroji CDE je požadován co nejrozšířenější přístup. Většina aplikací podporuje přístup pomocí prohlížeče nebo samostatného programu připojenému na cloud, někdy bývá umožněn i mobilní přístup.

Pod pojmem společné datové prostředí se rozumí prostředí pro všechny soubory jednoho určitého projektu. Nejedná se například o databázi všech veřejných zakázek v metodě BIM a podobně.

1.1.3 Informační požadavky zadavatele (EIR)

Employer's Information Requirements (EIR) neboli Informační požadavky zadavatele je dokument, který stanovuje investor v úvodních fázích projektu před tím, než je vybrán dodavatel [12]. Dokument stanovuje formát výměny dat, grafickou i informační podobnost modelu, koordinační systém, společné datové prostředí a podobně [12]. Dokument také stanovuje účel 3D modelu, například může sloužit jako podklad pro realizaci stavby nebo jako model o skutečném provedení stavby [13]. Na základě tohoto dokumentu dodavatel vytvoří plán realizace BIM [12] (viz kapitola 1.1.4).

1.1.4 Plán realizace BIM (BEP)

Plán realizace BIM neboli BIM Execution Plan (BEP) vytváří dodavatel na základě vydaných Informačních požadavků zadavatele před uzavřením smlouvy (Pre-contract BEP). Plán definuje, jakým způsobem bude zhotoven informační model a jak budou splněny cíle určené dokumentem EIR. Měl by popisovat hlavní milníky dodávání informací během stavby. Pokud je uzavřena smlouva, BEP je třeba aktualizovat (Post-contract BEP). Aktualizovaná verze obsahuje podrobnější časový plán, definuje role a jejich povinnosti, způsoby spolupráce, formáty při výměně souborů a další [14].

1.2 Formát IFC

Souborový formát IFC, z anglického Industry Foundation Classes, byl vytvořen jako otevřený a neutrální za účelem sdílení dat v procesech informačního modelování. Slouží tedy ke komunikaci mezi rozdílnými BIM nástroji a nezávisí na jednotlivých společnostech a jejich produktech. Formát IFC je registrován jako mezinárodní standard pod ISO 16739-1:2018 [15] a byl schválen pro výměnu dat v ČR [16].

Soubor IFC lze uložit do několika formátů s rozdílnými příponami. Standardní formát pro výměnu informačních modelů zastupuje přípona *.ifc*, *.ifcZIP* je komprimovaný IFC soubor s menší velikostí. Po rozbalení je viditelný standardní IFC soubor. Reprezentace IFC dat ve formátu XML, která je požadována některými výpočetními programy, je ukládána do souboru s příponou *.ifcXML* [17].

Formát IFC je pravidelně aktualizován skupinou buildingSMART. Je doporučeno používat vždy nejnovější verze IFC formátu. Ve výše uvedené ISO publikaci je uvedena verze IFC4 ADD2 TC1. Na začátku roku 2020 byly vydány ještě 2 novější verze - IFC4.1 a IFC4.2, ty však ještě nebyly klasifikovány jako mezinárodní standard [18].

Další součástí formátu IFC jsou tzv. Model View Definitions (MVD), tedy Definice pohledu na model. Tyto definice určují různé výměny dat pro rozdílné účely daného IFC souboru. Pro každou verzi IFC formátu je jich několik. V programu Autodesk Revit jsou k nalezení ve výchozím nastavení pro export dvě MVD pro IFC4, a to *Reference View* a *Design Transfer View*. *Reference View* slouží pro vizualizační a koordinační účely. Nelze s ním pracovat se záměrem upravení jeho geometrie, obsahuje totiž jen základní geometrické definice. To však neznamená, že model nemůže být exportován s vysokou úrovní detailu. Na druhou stranu *Design Transfer View* slouží pro export modelu za účelem dalších úprav geometrie. Avšak toto MVD je zatím ve verzi beta a export komplexní parametrické vazby elementů do IFC formátu je omezen, je třeba provést manuální úpravy a kontrolu [17].

1.3 Koncepce zavádění metody BIM v České republice

Na základě Usnesení vlády ČR č. 958 ze dne 2.11.2016 [19] byla zpracována Koncepce zavádění metody BIM v České republice [1]. Na procesu se podílelo Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO), dále Ministerstvo dopravy (MD), respektive Státní fond dopravní infrastruktury, experti z Odborné rady pro BIM z.s. a další [1].

Účelem této koncepce je realizace množství opatření specifikovaných vládou, zahrnující vytvoření a zavedení norem a odborné terminologie, tvorba metodiky a datových standardů a realizace pilotních projektů.

Koncepce BIM byla zahájena v roce 2017/2018 a proces zpracování má probíhat do roku 2022. Po roce 2022 budou mít všechny nadlimitní veřejné zakázky v ČR povinnost využívat metodu BIM [20].

Standardizace modelu BIM je rozdělena na standardizaci formátu a standardizaci obsahu. Kvůli většímu množství programů sloužících k informačnímu modelování na trhu, a následně jejich rozdílnými formáty, je třeba sjednotit formu výstupu pro předávání. Bylo schváleno zavedení globálně využívaného formátu IFC, který byl vytvořen přímo pro tento proces [16].

Na druhou stranu neexistuje žádný mezinárodní standard pro obsah informačního modelu, je tedy na jednotlivých státech vytvořit tzv. datový standard. Tento standard je jinými slovy seznam všech požadovaných parametrů a informací, které musí být vyplněny v BIM modelu. Avšak ne všechny parametry je třeba vyplnit u každého modelu. Mohou být rozděleny na různé úrovně LOD nebo LOIN (Level of information needed) [21]. Bylo však zjištěno, že LOD nestačí požadavkům české legislativy, a tím pádem budou požadavky na grafickou i negrafickou podrobnost modelu dodávány ve speciálních metodických dokumentech.

Koncepce BIM se zabývá i společným datovým prostředím, tedy CDE. Je třeba vytvořit metodiku pro výběr prostředí, a zároveň doporučit podmínky a pravidla pro využití během celého cyklu projektu. Důraz je kladen na rysy daného datového prostředí i na bezpečnost uložených dat.

V České republice existuje systém CRAB, tedy Centrální Registr Administrativních budov, který slouží jako aktuální celostátní přehled administrativních budov státu, jejich obsazenosti apod. Je doporučeno vyhodnotit využití modelů BIM pro tento registr, a také vyhodnotit možnosti funkcí souvisejících s FM.

Koncepce navrhovaného DSS v podmínkách ČR

Datový standard stavebnictví vytváří Česká agentura pro standardizaci (ČAS) spadající pod MPO. První část datového standardu je ve formátu databáze obsahující veškeré požadované vlastnosti IFC, které musí daný informační model v podmínkách ČR obsahovat. Požadovaná data se liší s využitím modelu pro rozdílné fáze projektu. Seznam vlastností IFC vychází z verze IFC4 ADD2 TC1. Uživatel přistupuje k databázi přes webový prohlížeč, kde je po zvolení fáze projektu vygenerován sešit Excel s požadavky. Druhá část se skládá z metodické textové části, kde se nachází požadavky na model v souladu s normami České republiky. Každá fáze má svou textovou část.

Datový standard stavebnictví je primárně určen pro nadlimitní veřejné zakázky a předpokládá se, že bude do určité míry akceptován i zbylou stavební praxí.

Pro účely této práce byl DSS poskytnut v rozpracované verzi a je předmětem dalšího vývoje.

2 Metodika ověření DSS na modelu budovy UCEEB

2.1 Rozbor problematiky

Aby mohly být ověřeny požadavky Datového standardu stavebnictví, je třeba nejprve vytvořit model. Bylo rozhodnuto, že model bude tvořen v relativně nízké grafické podrobnosti. Byly vymodelovány všechny běžné stavební elementy a ty byly rozděleny do pracovních sad dle jejich funkce. Pro nosnou konstrukci byly vymodelovány dodatečné rodiny. Do modelu byly umístěny zařizovací předměty. Model vytápěcí soustavy byl vytvořen v odděleném souboru v podobné grafické podrobnosti. Při ověření exportu dle požadavků DSS není třeba elementy detailně modelovat. Je vhodné provést detekci kolizí elementů modelu. Proces modelování i proces detekce kolizí popisuje kapitola 3. Pro tvorbu modelu byl zvolen program Autodesk Revit, pro detekci kolizí byl zvolen program Autodesk Navisworks. Pro vizualizaci a koordinaci při procesu modelování byl využit program Revizto.

Postup ověření splnitelnosti požadavků DSS byl rozdělen na dvě části. Zaprvé bylo zjištěno do jakých IFC tříd jsou exportovány samotné elementy z výchozího nastavení. Pokud bylo toto nastavení nevyhovující, bylo třeba prozkoumat možnosti přepsání exportu do požadovaných IFC tříd. Zadruhé byl proveden export parametrů z programu Revit do požadovaných sad vlastností IFC struktury. Tento postup byl rozdělen na dílčí sekce, a to export obecných sad vlastností, českých sad vlastností, které byly vytvořeny vývojáři DSS a sad množství. Bylo rozhodnuto, že ověření exportu parametrů proběhne pouze pro několik vybraných stavebních elementů, abstraktních elementů a elementů technických zařízení budovy. Export byl testován po naplnění parametrů modelovými hodnotami správných datových typů. Tyto postupy podrobně popisuje kapitola 4, kde je také uvedeno, jakými způsoby je možné přidat parametry do projektu, a jak hromadně zapsat hodnoty do těchto parametrů.

Bylo zvoleno, že mimo export do IFC souboru práce stručně popíše i import IFC souboru, čímž se zabývá kapitola 5.

Dále bylo rozhodnuto o zpracování komentáře k textové části dokumentu „Požadavky na data pro fázi DZS“, který úzce souvisí s datovým standardem. Pokud se v tomto dokumentu vyskytují dodatečné požadavky na vybrané elementy, jejich splnitelnost byla komentována i ověřena. Podrobnější komentář je obsažen v kapitole 6.

Využití informačního modelu při energetické optimalizaci bylo popsáno jak z pohledu optimalizace při návrhu stavby, tak z pohledu optimalizace provozu budovy, kde lze využít zmíněný export do formátu IFC. Tímto se zabývá kapitola 7.

Výsledky exportu modelu do formátu IFC jsou popsány v závěru i v kapitole 4.6, kde je jejich popis detailnější.

2.2 Použité programy

2.2.1 Modelovací software Revit

Software Revit je vytvořen společností Autodesk a několikrát ročně je aktualizován. Program slouží k tvorbě informačních 3D modelů. Disponuje velkým množstvím nástrojů k tvorbě modelu a dílčích částí nebo detailů, od nosné konstrukce přes skladbu stěn až po nábytek nebo zámečnické výrobky. Vše je uzpůsobeno tomu, aby každý díl modelu byl sám o sobě databází informací, které jsou poté využívány v BIM procesech. V programu lze také modelovat ocelové konstrukce a prvky, výztuže, systémy a technologická zařízení budov. Z programu lze generovat výkresy.

Software disponuje nástrojem Dynamo, což je prostředí pro vizuální programování. Slouží například k automatizaci úloh, ulehčení některých postupů či modelaci složité geometrie, pro kterou Revit nemá vlastní nástroje.

Skupina buildingSMART udělila programu Autodesk Revit certifikaci pro verzi IFC2x3. Verzi IFC4 exportovat umí, ale certifikace je zatím v řešení [22].

V této práci byla použita verze program Revit 2020.2.

2.2.2 Software pro spolupráci Revizto

V průběhu této práce byl použit software Revizto k vizualizaci, kontrole, spolupráci a připomínkování. Pro program Autodesk Revit je vytvořen doplněk Revizto, přes který je model exportován do cloudu. Z cloudové služby mohou model otevírat uživatelé prostřednictvím programu Revizto. Ve webovém prohlížeči je tzv. pracovní plocha projektu, která slouží k udělování přístupu do projektu, správy licencí, a také přehlednému sledování připomínek. Ty mohou být vykazovány a ukládány v reportech.

Nainstalovaný program má velký výběr funkcí. Mezi ně patří možnost vytváření a úpravy připomínek, dále vytváření a ukládání pohledů na model. Lze pracovat ve 2D i ve 3D. Program mimo to umožňuje pracovat s modelem jako s celkem, například při vytváření řezů, ale je také možné pracovat s jednotlivými elementy, které je možno filtrovat, skrývat apod.

Jelikož Revizto postrádá modelovací nástroje, probíhá vizualizace projektů plynule a velmi rychle, a to i se zapnutým řezem. Díky menšímu množství funkcí, v porovnání s Revitem, je jednodušší na ovládání.

2.2.3 Software Navisworks s detekcí kolizí

Software Navisworks je podobný programu Revizto, avšak disponuje jednou funkcí navíc, kvůli které byl využit i v průběhu modelování v rámci této diplomové práce, a tou je *Detekce kolizí*. Tato funkce kontroluje, zda spolu dva určité prvky kolidují, tedy kříží se, různě se překrývají a podobně. Na rozdíl od programu Revit, kde je taky funkce *Detekce kolizí* dostupná, v programu Navisworks lze také detekovat kolize s manipulačním prostorem prvků (tzv. *Clearance*). Jelikož je tento software od společnosti Autodesk, je umožněna dobrá komunikace mezi tímto programem a programem Revit.

Dalším rysem, kterým se program Navisworks vyznačuje, je 4D simulace - funkce TimeLiner. Ta umožní po propojení s časovou osou, vytvořenou například v Microsoft Project, simulaci v čase, což je hojně využíváno pro plánování stavebních projektů.

3 Případová studie – budova UCEEB

3.1 Informace o objektu

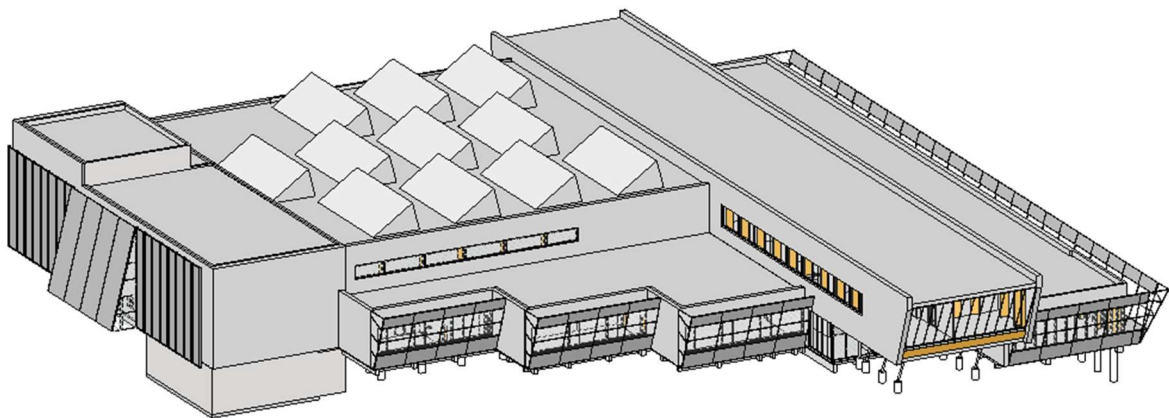
Předmětem modelování se pro účely této práce stala budova UCEEB – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov v Buštěhradu. Centrum vzniklo v roce 2012 jako samostatný vysokoškolský ústav ČVUT v Praze a sdružuje fakultu stavební, strojní, elektrotechnickou a fakultu biomedicínského inženýrství za účelem zabývání se udržitelnými budovami a s tím souvisejícími experimenty a měřeními.

Budova stojí na pozemku o velikosti 19500 m², z toho zastavěná plocha činí necelé 4000 m². Obestavěný prostor je 32 350 m³. Budova je určena pro přibližně 150 osob. Skládá se z 9 metrů vysoké haly, laboratoří (akustické, požární, laboratoře stavební tepelné techniky a dalších), které jsou v jedné části dvoupodlažní, a z administrativního křídla, které je opět z části dvoupodlažní. Obálka budovy odpovídá třídě B, tedy velmi úsporná [23].

Konstrukce budovy se skládá z kombinace dřevěného skeletu s železobetonovým stěnovým systémem.

3.2 Tvorba modelu

Model architektonického řešení stavby byl proveden v LOD 200 - 300 [8].



Obrázek 4 - Model ve finální podobě

3.2.1 Externí reference

Externí reference jsou soubory, které slouží jako podklad k projektování. Soubor se do programu přímo nekládá, ale pouze se připojí. Výhoda připojení souboru je ta, že je-li soubor později změněn, program Revit tuto změnu po znovunačtení daného souboru promítne. Jedinou podmínkou, aby zmíněné fungovalo, je správně nastavená cesta externího souboru, která může být zadána absolutně nebo relativně. V našem případě se jedná o půdorysy a řezy ve formátu *.dwg*.

Aby se hlavní soubor s modelem příliš nezatěžoval, je vytvořen vedlejší soubor pouze pro externí reference. Při připojování je zvolena možnost *Pouze aktuální pohled*, což znamená, že připojený výkres bude viditelný jen v otevřeném pohledu. Ve vedlejším souboru je tedy vytvořen pro každý výkres jeden pohled nebo řez. Soubor s externími referencemi je pojmenován „Main_UCEEB_XREF“.

V hlavním souboru je tedy připojen soubor *.rvt* s načtenými externími referencemi. Aby se správně zobrazil podkladový výkres do příslušného půdorysu nebo řezu, je potřeba změnit nastavení zobrazení připojeného *.rvt* souboru v okně *Viditelnost*. Zobrazení je třeba nastavit na možnost *Dle připojeného pohledu*, a poté vybrat korespondující pohled externí reference.

3.2.2 Centrální model a pracovní sady

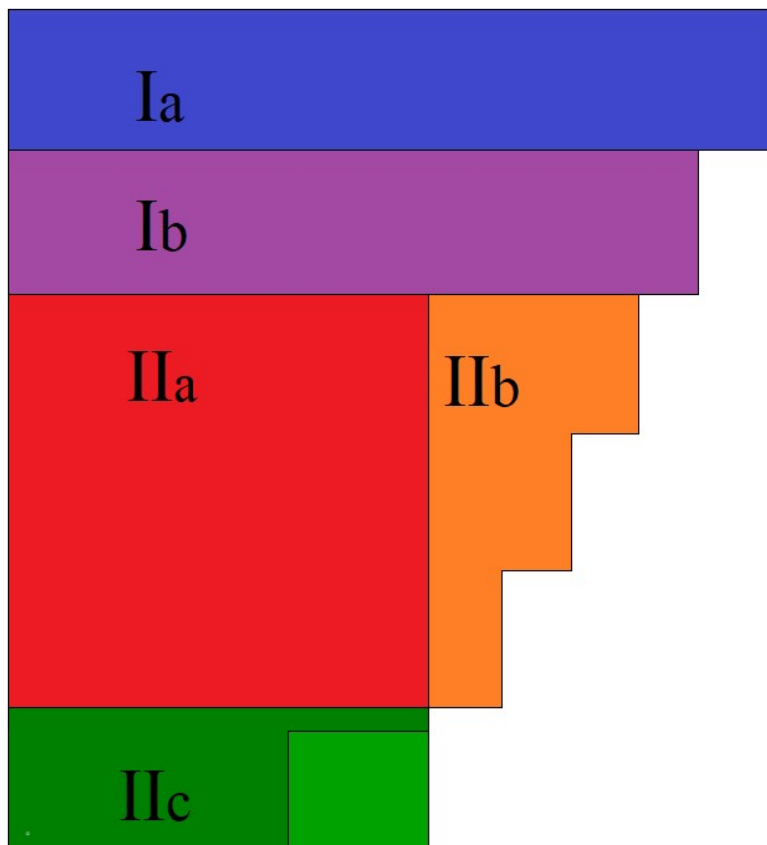
Kvůli možnosti vytvoření pracovních sad byl model uložen jako *Centrální model*. *Centrální model* slouží ke sdílení projektu a vzájemné spolupráci s více lidmi. Uživatel si vytvoří místní kopii projektu a vypůjčí si pracovní sadu, změny se poté synchronizují s centrálním modelem. Důvod pro vytvoření pracovních sad v této práci však nebyla spolupráce, ale rozlišení elementů a následná možnost filtrace. Pracovní sady byly vytvořeny následující, viz obrázek níže.

Název	Editovatelný	Vlastník	Vypůjčovatelé	Otevřené	Viditelné ve všech pohledech
NENOSNE HORIZONTALNI	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NENOSNE VERTIKALNI	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NENOSNE VERTIKALNI DREVENE	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NOSNE HORIZONTALNI	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NOSNE HORIZONTALNI DREVEN	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NOSNE HORIZONTALNI OCELOV	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NOSNE VERTIKALNI	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NOSNE VERTIKALNI DREVENE	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
NOSNE VERTIKALNI OCELOVE	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
OBVOD	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
OBVODOVY PLAST	Ano	ondrejvitek7		Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
OSTATNI	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
Shared Levels and Grids	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
TZB	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
VERTIKALNI KOMUNIKACE	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
VYPLNE OTVORU	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
ZAKLADY	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>
ZARIZOVACI PREDMETY	Ne			Ano	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrázek 5 - Tabulka pracovních sad

3.2.3 Rozdělení objektu

Jedním z pilířů metodiky BIM, a následně životnosti modelu, je správná orientace v objektu. Budova UCEEB je rozdělena na administrativní a laboratorní část. Pro účely modelování byly rozděleny i tyto části na menší celky. Administrativní část byla rozdělena na nižší část *Ia* a vyšší část *Ib*. Část s laboratořemi byla rozdělena na halu *IIa*, na nižší laboratoře *IIb* a vyšší laboratoře *IIc*. V části *IIc* je světlejší barvou zvýrazněna akustická laboratoř s podzemním podlažím.



Obrázek 6 - Rozložení částí objektu

3.2.4 Údaje modelovacího prostoru

Schématická zobrazení modelu

Byly vytvořeny půdorysy 1NP a 2NP, ve kterých je připojen příslušný výkres. Dále byl vytvořen půdorys s názvem 1PP, v němž je připojen výkres akustické laboratoře.

Pojmenování rodin a typů rodin elementů

Pokud se nejednalo o systémovou rodinu, byla vytvořena rodina nová, která byla pojmenována dle vzoru „CVUT_UCEEB_NAZEV_RODINY“. Názvy typů těchto rodin se rovnají rozměrům, je-li tedy název rodiny „CVUT_UCEEB_SLOUP_DREVENY“, je název typu této rodiny „480x200“.

Materiály

V programu Revit jsou materiály přiřazeny jednotlivým položkám v parametru *Materiál* nebo *Konstrukční materiál*, kde je po stisknutí příslušného tlačítka otevřeno okno *Prohlížeč materiálů projektu* a uživatel vybere příslušný materiál. Pokud je vytvářen nový nebo duplikován stávající, v kartě *Vzhled* je přiřazena textura z knihovny, která je instalována společně s programem.

V tomto projektu bylo vytvořeno několik materiálů. Materiál „CVUT_DREVO“ se smrkovou texturou je přiřazen dřevěným sloupům a nosníkům. Materiál „CVUT_OCEL“ je přiřazen sloupům u vstupu do objektu. Materiál „CVUT_ZELEZOBETON“ je přiřazen k železobetonovým konstrukcím, tedy stěnám, sloupům, nosníkům a základům.

3.2.5 Modelované stavební elementy

Stěny

Stěny byly vytvořeny nástrojem *Stěna* a rodinou „Základní stěna“. Typy rodiny byly pojmenovány dle vzoru „CVUT_UCEEB_FUNKCE_TLOUSTKA“, tedy např. „CVUT_UCEEB_PRICKA_200“. Stěny byly umístěny do příslušné pracovní sady. Jelikož parametr *Tloušťka* je v aplikaci Revit u stěny typový parametr, musel být pro každou tloušťku vytvořen nový typ rodiny.

Sloupy

Sloupy byly tvořeny nástrojem *Konstrukční sloup*. Rodiny byly přidány vlastní, a to rodina s názvem „CVUT_UCEEB_SLOUP_DREVENY“ pro sloupy dřevěné a rodina „CVUT_UCEEB_SLOUP_ZB“ pro sloupy železobetonové. Názvy typů rodin byly nastaveny dle rozměrů daného sloupu. Ke dřevěným sloupům byl přiřazen materiál „CVUT_DREVO“. Sloupy s rozměry 80x190 a 190x190 slouží jako podpory vnějšího obvodového pláště a jsou umístěny dle podkladů.

Rodina „CVUT_UCEEB_SLOUP_OCEL“ byla použita k vymodelování ocelových sloupů u vchodu do objektu. Šest sloupů je nakloněných, sklon byl dodržen dle podkladu. Byl vytvořen nový materiál „CVUT_OCEL“, který byl přiřazen k těmto sloupům.

Obvodový plášť

Obvodový plášť se v programu Revit tvoří nástrojem *Stěna*. V tomto projektu byl tvořen dvěma rodinami, a to „CVUT_UCEEB_OP_VNEJSI“ s externí funkcí a „CVUT_UCEEB_OP_VNITRNI“ s interní funkcí. Vnější rodina je umístěna například u vchodu do objektu, vnitřní rodina slouží například k průhledu z druhého podlaží části *Ib* do části *Ila* nebo v druhém patře administrativní části jako stěny kanceláří.

Obvodový plášť byl převážně tvořen bez osnovy, ta byla přidána manuálně z důvodu nepravidelnosti některých úseků.

Šikmé plochy ve druhém podlaží části *Ib* byly tvořeny úpravou profilu stěn, a také vytvořením objemu na místě. Tato funkce umožňuje vytvořit objem přímo v projektu bez nutnosti otevírat další soubor, zde vytvořit objem, a následně jej načíst do projektu. Na šikmé ploše byl poté vytvořen *Systém obvodového pláště*. Vertikální osnovy těchto šikmých plášťů byly vymodelovány dle poskytnutých podkladů, horizontální osnovy byly umístěny dle fotek objektu.

Následně šikmý obvodový plášť vně objektu u částí *Ia* a *Ilb* byl vytvořen obdobně umístěním systému obvodového pláště na objem vytvořený na místě. Horní a spodní panely těchto plášťů byly nahrazeny plnými kovovými panely, až na roh části *Ia*, kde panely nelze nahradit kvůli sešikmení. Účelem těchto elementů je orientačně přiblížit podobu skutečného provedení.

Dveře

Pro umístění dveří je v aplikaci Revit stejnojmenný nástroj. Pro tento model bylo vytvořeno několik rodin, zvláště pro klasické stěny a zvláště pro obvodový plášť. Rozměry dveří, které byly zároveň i názvy typů rodin, byly vyčteny z výkresů poskytnutých centrem nebo přizpůsobeny ostatním. Posuvné dveře byly nahrazeny dveřmi klasickými, buď dvoukřídlými nebo jednokřídlými, a byly odlišeny komentářem instance.

Dveře v obvodovém plášti byly tvořeny rodinou přímo pro tento typ stěny. Dveře se vytvoří výměnou typu jednoho určitého panelu za dveře pro obvodový plášť. Aby byla dodržena výška těchto dveří, musela být přidána jedna část horizontální osnovy zhruba v požadované výšce, aby se tento panel rozdělil na dva. Ze spodního panelu byly potom vytvořeny dveře. Některá vrata v projektu byla také vytvořena jednoduchými dvoukřídlými dveřmi.

Okna

Okna byla v projektu vytvořena převážně obvodovým pláštěm, vyskytují se tam však i okna klasická. Tato okna byla tvořena nástrojem *Okno* a rodinou „CVUT_UCEEB_OKNO“.

V 1PP je jako výplň otvoru ve stěně řídicí místnosti také jedno z klasických oken. Půdorysně bylo umístěno dle podkladů, ale kvůli nedostatku informací bylo horizontálně umístěno přibližně a jeho výška odpovídá průměrné výšce oken.

Základy

Základové pasy byly tvořeny nástrojem *Stěna* a rodinou „Základní stěna“. Názvy typů rodiny odpovídaly vzoru „CVUT_UCEEB_STENA_ZAKLAD_TLOUSTKA“. Pasy byly vždy umístěny na osy, na několika místech navzdory podkladovým výkresům. Tloušťka pasu vlevo od osy 25 se lišila na jednom z řezů o 50 mm. Bylo rozhodnuto, že tloušťka tohoto pasu bude stejná jako ostatní, a to 300 mm. Pasy byly umístěny pod celým objektem na osy, i přes to, že chyběl patřičný řez, který by udával rozteč nebo výšku těchto pasů, například pod laboratořemi v prvním patře mezi osami 7 a 13.

Základové patky byly umístěny nástrojem *Patka* a rodinou „CVUT_UCEEB_ZAKLAD_PATKA“. Název typu rodiny je rozměr odpovídající poskytnuté dokumentaci, tedy 600x600x3500. Všechny patky mají stejný rozměr a byly umístěny pod všechny konstrukční sloupy. Program Revit při umisťování patek disponuje nástrojem *Na sloupy*, kde je možný vícenásobný výběr sloupů, a po potvrzení je patka vytvořena pod sloupem. Pro efektivnější postup byl vkládací bod patky v rodině posunut v záporném směru osy Z o velikost základové desky, aby byla patka automaticky umístěna pod ni.

Nosníky

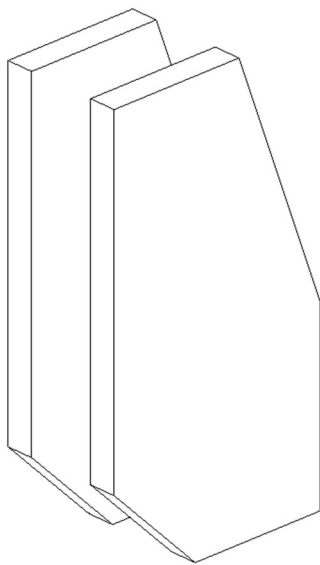
Trámy a průvlaky byly umístěny nástrojem *Nosník*. Dřevěné trámy a průvlaky byly tvořeny rodinou „CVUT_UCEEB_NOSNIK_DREVENY“ v kategorii *Konstrukční rámová konstrukce*. Typy rodiny byly nazvány dle rozměrů. Těmto nosníkům přísluší materiál „CVUT_DREVO“. Železobetonové nosníky byly tvořeny rodinou „CVUT_UCEEB_NOSNIK_ZB“ s materiálem „CVUT_ZELEZOBETON“ a typy byly nazvány dle rozměrů.

Nosníky byly umístěny dle přiložené dokumentace. Na několika místech musela být rozteč upravena, aby počet nosníků a zároveň jejich lokace vyhovovala půdorysu. Jedná se například o nesrovnalost, kde nosník neseděl na sloupu.

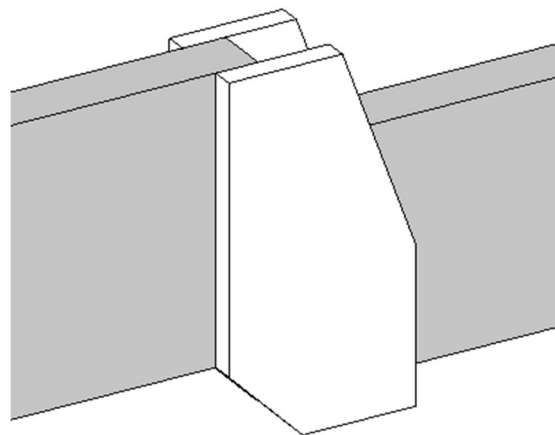
Obecné modely

Pro účely této práce bylo vytvořeno několik nových rodin, které byly umístěny do kategorie *Obecné modely*. První z nich je „CVUT_UCEEB_VYTAH“. Je to jednoduchá rodina ve tvaru kvádrů, která prostupuje dvěma patry a slouží jako zástupný znak pro výtah. Tato rodina byla modelována na místě. Další rodinou, která byla obdobně modelována, je „CVUT_UCEEB_KUCHYNSKA_LINKA“. Ta slouží jako zástupný prvek pro kuchyňské linky, které byly modelovány z důvodu umístění kuchyňských dřezů v rámci modelování zařizovacích předmětů.

Rodina „CVUT_UCEEB_SPOJOVACI_PRVEK_PRUVLAK“ slouží k vizualizaci spojovacího prvku průvlaků v administrativní části budovy, aby se zachovala funkce průvlaků jako jednoho celku. Rodina byla modelována jako samostatný soubor.



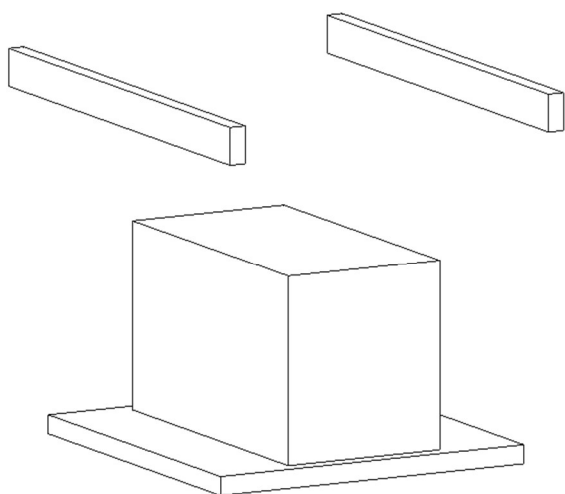
Obrázek 7 - Spojovací prvek



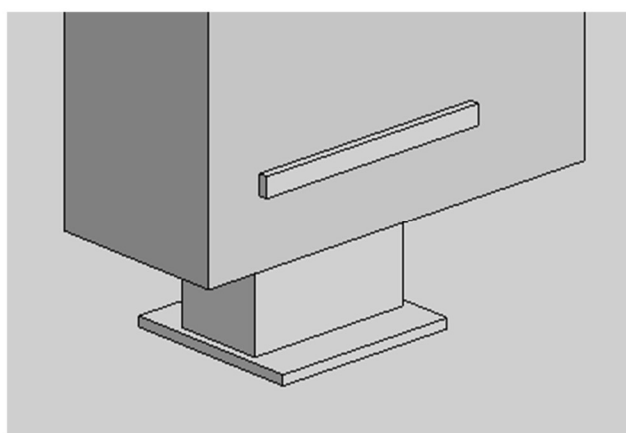
Obrázek 8 - Prvek spojující trámy

Rodiny pro sloupové koncové prvky byly pojmenovány “CVUT...SLOUP_VALEC” a “...SLOUP_KVADR”. Tyto dvě rodiny byly vymodelovány podle fotek ze stavby, aby přibližně odpovídaly rozměrům sloupů. Tenké kvádry na horní straně prvku zachycují oblast šroubů. Tyto kvádry byly modelovány parametricky s modifikovatelným parametrem *Šířka*. Tento parametr je instanční, může se tedy změnit u každého umístění prvku.

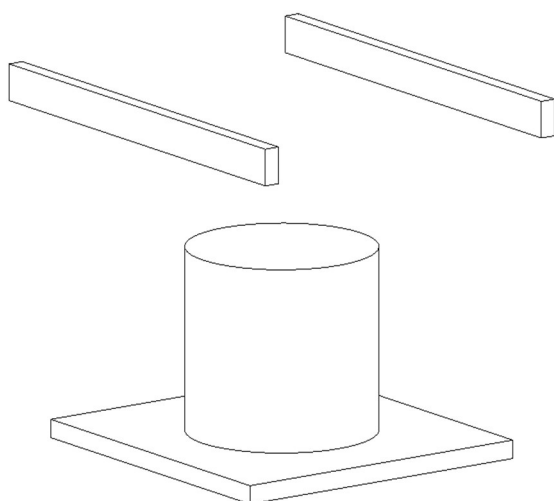
Rodina “_KVADR” je pod všemi nosnými sloupy v části *Ila*, válcová rodina je pod menšími sloupy na straně administrativní části.



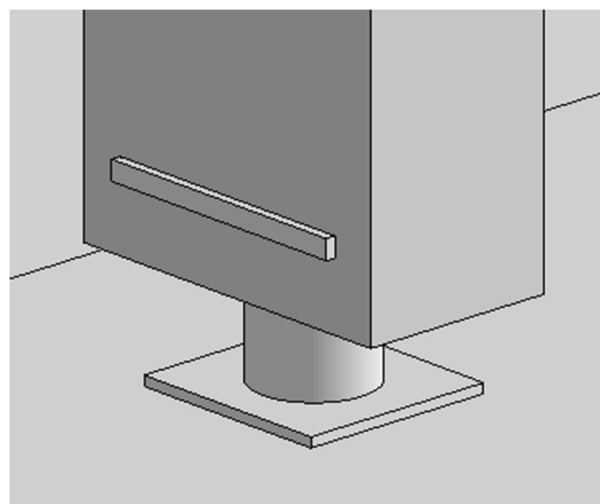
Obrázek 9 - Patka sloupu ve tvaru kvádrů



Obrázek 10 - Umístění kvádřové patky v modelu

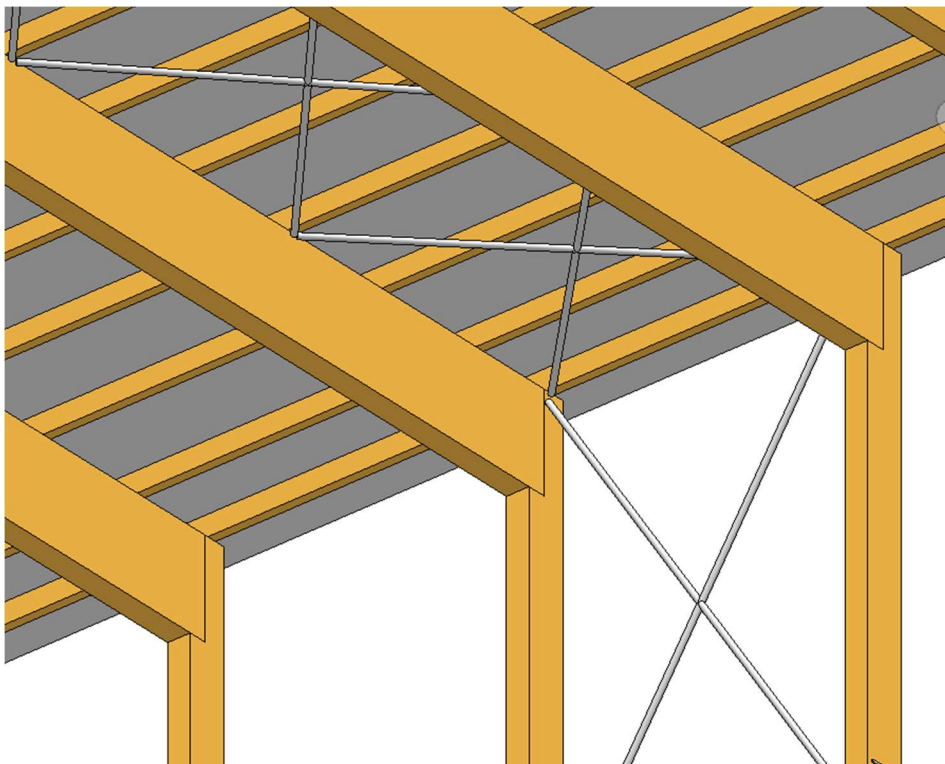


Obrázek 11 - Patka sloupu ve tvaru válce



Obrázek 12 - Umístění válcové patky v modelu

Rodiny „CVUT_UCEEB_DIAGONALA“ a „CVUT_UCEEB_DIAGONALA_STROP“ byly vytvořeny, aby sloužily jako zástupné prvky pro ztužující diagonály horizontální i vertikální. Byly tvořeny parametricky s typovými parametry *Délka* a *Výška* a mohou se tedy měnit dle potřeb uživatele. Prvky byly umístěny dle poskytnutých podkladů a byly jim přiřazeny pracovní sady „NOSNE VERTIKALNI OCELOVE“ a „NOSNE HORIZONTALNI OCELOVE“. Tyto elementy se v modelu nacházejí pouze v části *Ia* z důvodu nedostatku podrobných podkladů pro ostatní části budovy.



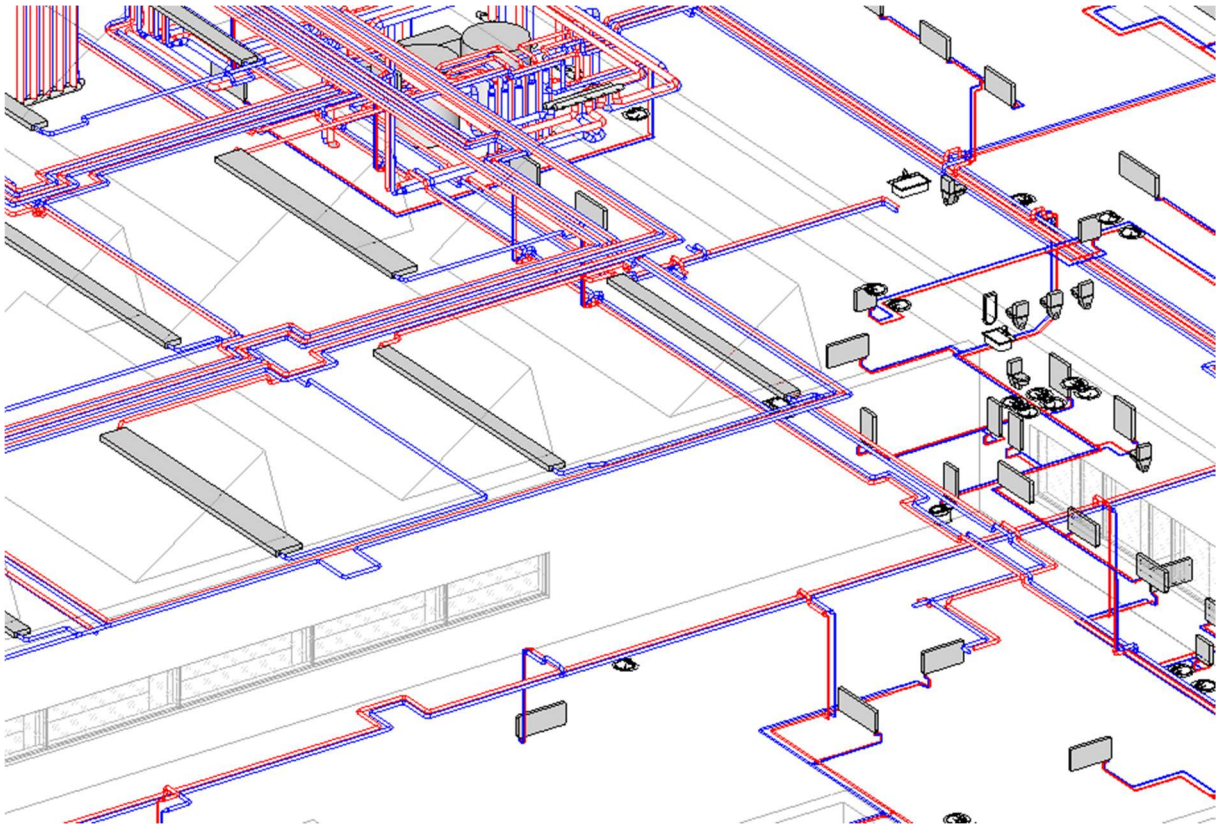
Obrázek 13 - Ztužující diagonály umístěné v modelu

Schodiště a zábradlí

Byla vymodelována schodiště nacházející se v administrativní části *Ib* a v laboratorní části *IIC*. V části *IIC* vedou schodiště do druhého nadzemního podlaží a do prvního podzemního podlaží v akustické laboratoři. Schodiště byla modelována výchozí rodinou s názvem „Monolitické schodiště“. Zábradlí je vytvořeno automaticky při modelování schodiště. Zábradlí je dále umístěno v druhém podlaží části *Ib*, kde ohraničuje šachtu osvětlující prostor v 1NP.

3.2.6 Technické zařízení budovy

Další kapitolou této práce bylo vymodelování určité profese technických systémů. Bylo vybráno vytápění budovy z důvodu komplexnosti systému a vysoké spotřebě energií v provozu budovy. Tato profese byla modelována v rámci LOD 200 [8].



Obrázek 14 - Detail modelu profese vytápění

Příprava souboru TZB

Profese vytápění byla modelována ve zvláštním souboru „Main_UCEEB_TZB“, který byl vytvořen ve výchozí mechanické šabloně programu Revit. Do něj byl referenčně připojen model architektonického řešení. Následně v kterémkoli pohledu lze v programu navolit disciplínu, díky které jsou modely zobrazeny jiným způsobem. Například pro mechanickou disciplínu, ve které se pracovalo nejčastěji, je model architektonický zobrazen ve drátovém pohledu, přičemž model TZB zůstane ve výchozím zobrazení. Poté byl do příslušného pohledu vložen podkladový soubor PDF, dle kterého byly vedeny trasy potrubí.

Vedení potrubí a umístění tvarovek

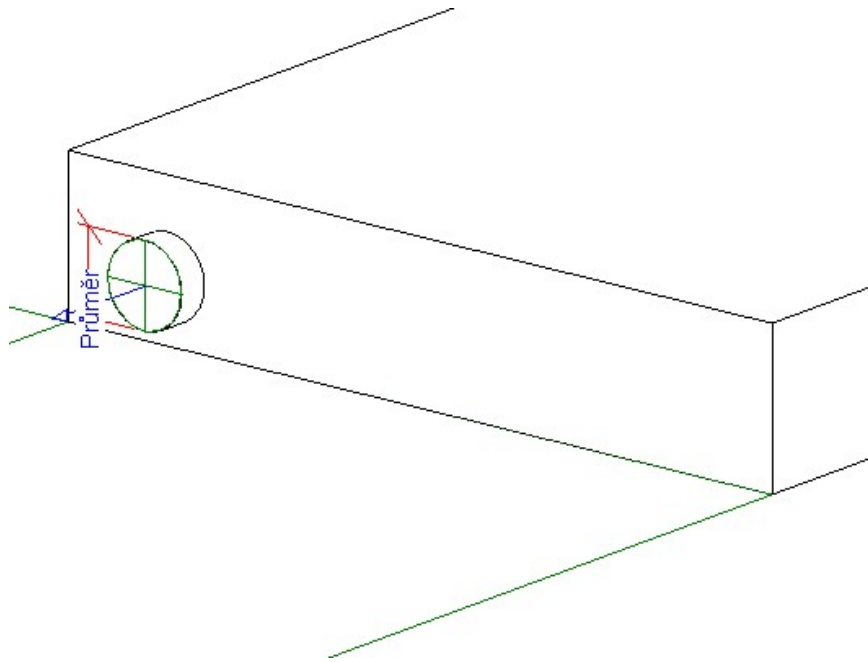
Potrubí bylo vedeno dle tras podkladových souborů příslušných podlaží. Pokud bylo v poskytnutém dokumentu znázorněno, že je trasa vedená pod stropem, v modelu bylo potrubí umístěno pod průvlaky, např. v administrativní části ve výšce přibližně 3 metrů. Pod stropem byly vedeny hlavní trasy potrubí s větším průměrem. Jinou variantou trasy bylo vedení potrubí v podlaze, v modelu umístěné v nášlapné vrstvě. Podlahou vedly menší průměry potrubí k otopným deskovým tělesům. Průměry všech trubek byly zadány přibližně dle podkladů.

Jestliže je v programu Revit při vedení trasy změněna výška, program automaticky umístí svislé potrubí. Pro automatické vytváření tvarovek a spojů musí být do projektu načteny příslušné rodiny a poté vybrány ve *Vlastnostech typu* trubky, v okně *Předvolby trasy*. Pro účely této práce byly zvoleny výchozí rodiny tvarovek z nativní české knihovny. Program je poté dokáže načíst sám na příslušná místa a stále je k nim možno přistupovat jako k samostatným prvkům trasy. Přívod z vedlejšího objektu, kde se nachází turbínová kogenerační jednotka, a následně i odvod, znázorňuje potrubí v levé části místnosti 135 jdoucí pod povrch.

Mechanická zařízení

Mechanická zařízení, například rozdělovače/sběrače, otopná desková tělesa nebo kotle, byla přibližně umístěna dle poskytnutých dokumentů a jedná se o obecné modely z knihovny TZB od společnosti Cadconsulting, která je přístupná zdarma pro akademické účely. Rozdělovače/sběrače z této knihovny jsou však maximálně s pěti vývody, a tak musela být jedna trasa ve strojovně vytápění, místnosti 135, přizpůsobena dimenzím tohoto typu zařízení. Rozměry otopných deskových těles byly převzaty z poskytnutých dokumentů, kde však nebyla uvedena výška od podlahy, tím pádem byly všechny umístěny do výšky 300 mm nad podlahou.

Několik prvků bylo důležitých pro model, ale v knihovně nebyly k nalezení, proto se vytvořily nové rodiny. První z nich je stropní sálavý panel, pro nějž byla vytvořena rodina „CVUT_UCEEB_SALAVY_PANEL“, která slouží jako zástupný prvek. Skládá se z kvádrů o tloušťce 150 mm, jeho šířka i délka jsou stejnojmenné instanční parametry a upravují daný rozměr. Toto nastavení je přidáno z důvodu dvou typů panelů vyskytujících se v objektu. Zleva i zprava je konektor pro trubky, přičemž vlevo se nachází přívod, vpravo odvod. Střední rovina konektorů se nachází 60 mm nad spodní hranou. Vkládací rovina rodiny je totožná se spodní stranou kvádrů. Sálavé panely byly rozmístěny pod průvlaky do roviny vedení trubek v hale.



Obrázek 15 - Detail levé strany panelu s přívodem



Obrázek 16 - Umístění sálavého panelu v modelu

Další takovou rodinou je „CVUT_UCEEB_PODLAHOVA_MRIZKA“, která slouží jako zástupný prvek pro podlahové konvektory. Rodina je tvořena parametricky, lze měnit délku prvku při vytváření nového typu rodiny. Ten je pojmenován dle rozměrů. Rodina je vytvořena obdobně jako stropní sálavý panel, s tím rozdílem, že konektory pro trubky jsou umístěny na jedné z delších stran nalevo a jejich průměr je 15 mm.

Rodina „CVUT_UCEEB_AKUMULACNI_NADRZ“ byla také vytvořena jako zástupný prvek pro nádrže ve strojovně vytápění. Rodina je modelována na místě jednoduchým válcem.

Potrubní systémy

Všechny součásti potrubí je možné v programu Revit umístit do *Potrubních systémů*, mezi které patří například *Sanitární systém* nebo *Studená voda domácí*. V projektu byla modelována profese vytápění, vedení potrubí přívodu teplé vody pro vytápění bylo zařazeno do systému *Tepl vodní přívod*, kdežto zpětné vedení bylo zařazeno do systému *Tepl vodní odvod*. Tyto potrubní systémy lze pro lepší vizualizaci obarvit.

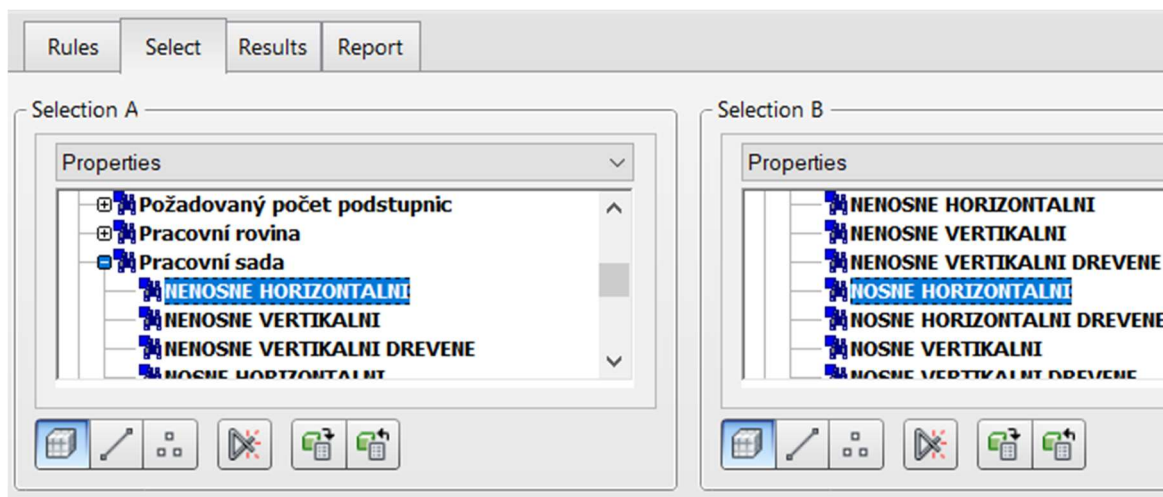
Zařizovací předměty

Do modelu byly umístěny 3D modely zařizovacích předmětů z důvodu koordinace. Byly použity obecné rodiny z výchozích českých a anglických knihoven, které jsou staženy při instalaci programu Revit. Pro umístění byly vybrány záchody, pisoáry, výlevky, umyvadla a kuchyňské dřezky. Tyto předměty byly přiřazeny do pracovní sady TZB a byla jim zadána přirozená výška.

3.3 Detekce kolizí modelu UCEEB

Ve finálních fázích tvorby modelu byla třeba kontrola správnosti umístění elementů, a byl tedy využit nástroj *Detekce kolizí* v programu Navisworks. Software Revit umožňuje export do souboru s příponou *.nwc* při výchozím nastavení. Tento soubor je poté připojen k novému projektu v programu Navisworks. Jako nejpřehlednější způsob postupu kontroly kolizí byl vybrán ten, při kterém jsou porovnávány elementy dvou pracovních sad vůči sobě navzájem. Do toho se zahrnuje i porovnání elementů v rámci jedné pracovní sady. Nevýhodou však je, že v programu Navisworks nelze pracovat s pracovními sadami stejně snadno jako v programu Revit, jelikož pracovní sady, jakožto nástroj, v programu Navisworks chybí. Jediné místo, kde údaj o pracovní sadě najdeme, je stejnojmenná vlastnost u každého prvku v záložce *Element*, kde je uchován v textové podobě.

Další překážka nastává v nástroji *Detekce kolizí*. Standardně se elementy vybírají z hierarchie *Model > Podlaží > Kategorie > Elementy*. Bylo by obtížné a časově náročné vybírat elementy náležící jedné pracovní sadě jednotlivě. Díky tomu, že program obsahuje možnost výběru vlastností, lze přistoupit ke každému atributu jednotlivých prvků, využít je k filtrování a následné kontrole. Když je tedy označena daná pracovní sada v hierarchii *Element > Pracovní sady*, jsou vybrány prvky této sady k detekci. Test byl převážně spouštěn ve výchozím nastavení, byly kontrolovány kolize povrchů s tolerancí 1 mm. Detekce elementů, náležících do pracovní sady *ZAKLADY*, byla spouštěna s tolerancí 10 mm.



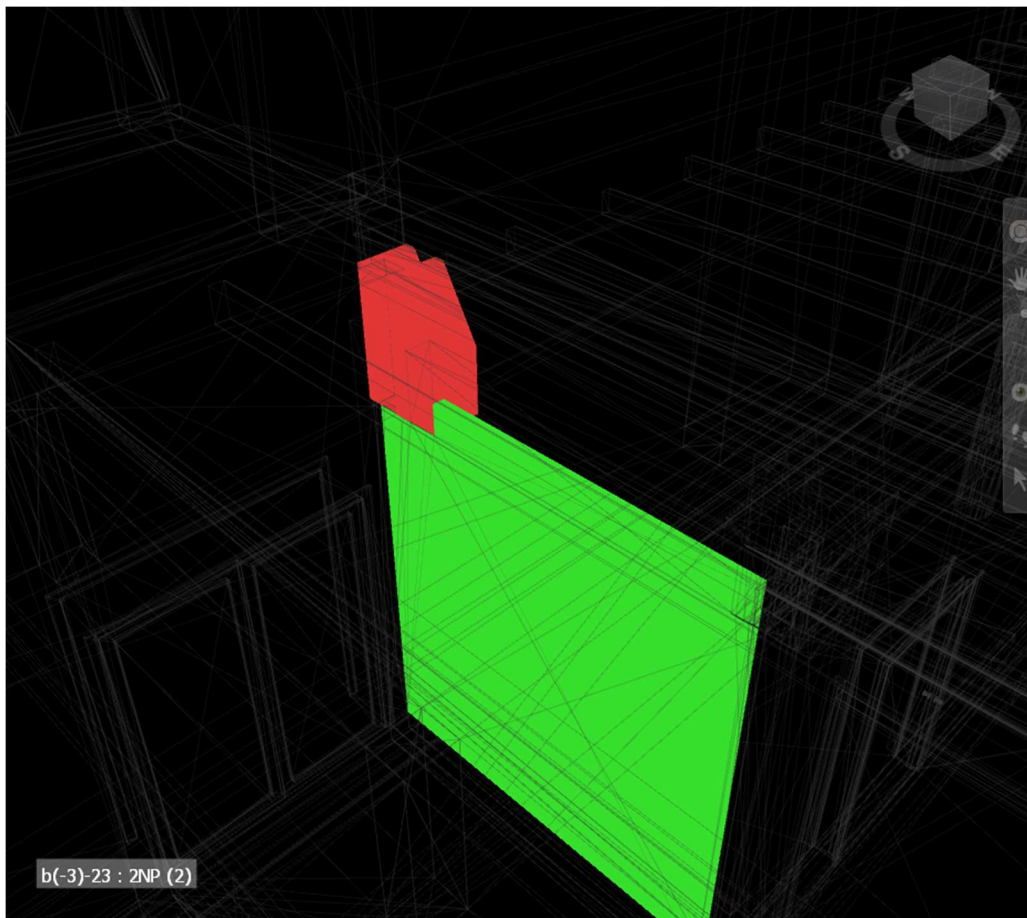
Obrázek 17 - Výběr pracovních sad pro detekci kolizí

Výsledkem testu je seznam kolizí. Kolize je možno označit štítkem stavu, přičemž na výběr jsou možnosti *Nová*, *Aktivní*, *Posouzena*, *Schválena*, *Vyřešena*. Kolize lze seskupovat i přiřazovat jiným uživatelům, například členům týmu. Kolize dále udávají informace o podlaží, umístění v mřížce os a datu nalezení kolize. Ikona fotoaparátu značí uložený pohled na kolizi.

Name	Status	Level	Grid Int...	Found	Approved...	Approv
Clash1	New	1PP (3)	13-32	11:09:51 07-04-2020		
Clash2	New	1PP (3)	13-31	11:09:51 07-04-2020		
Clash3	Reviewed	1PP (3)	c-1	11:09:51 07-04-2020		
Clash4	Active	1PP (3)	1-32	11:09:51 07-04-2020		
Clash5	Resolved	1PP (3)	1-31	11:09:51 07-04-2020		
Clash6	Active	1PP (3)	c-13	11:09:51 07-04-2020		
Clash7	Active	1PP (3)	c-17	11:09:51 07-04-2020		
Clash8	Resolved	1PP (3)	c-21	11:09:51 07-04-2020		
Clash9	Active	1PP (3)	c-14	11:09:51 07-04-2020		
Clash10	New	1PP (3)	13-39	11:09:51 07-04-2020		

Obrázek 18 - Výsledky detekce kolizí

Po kliknutí na jakoukoli položku v seznamu je zobrazena daná kolize. Dva prvky jsou odlišeny barevně, zbytek modelu je ve drátovém pohledu. Vlevo dole je opět informace o podlaží a umístění na osách.



Obrázek 19 - Zobrazení kolize

Výsledky testu je možno exportovat do textového formátu XML nebo HTML. Mezi výpisem informací a obrázkem polohy kolize najdeme i vzdálenost průniku dvou prvků, která je záporná. Během kontroly bylo zjištěno, že v kolonce *Item name* není zobrazen název elementu, ale název materiálu, který daný element obsahuje.

	Name	Clash47
	Distance	-0.050m
	Description	Hard
	Status	New
	Clash Point	30.500m, 48.685m, 1.170m
	Grid Location	c'-15 : 1NP
	Date Created	2020/4/7 10:06

Item 1

Element ID	566991
Layer	1NP
Item Name	CVUT_ZELEZOBETON
Item Type	Solid

Item 2

Element ID	732193
Layer	1NP
Item Name	SKLO
Item Type	Solid

Obrázek 20 - Příklad exportovaného výsledku ve formátu HTML

3.3.1 Kolize TZB

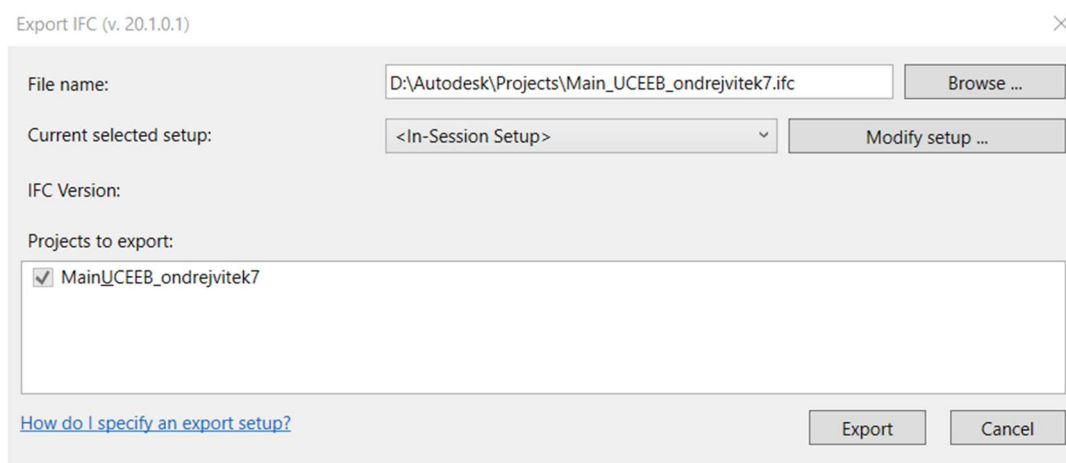
Pro kontrolu kolizí s technologickými systémy byly exportovány oba soubory - „Main_UCEEB“ a „Main_UCEEB_TZB“ do formátu *.nwc* a oba byly připojeny do programu Navisworks. V detektoru kolizí byly poté kontrolovány oba soubory vůči sobě navzájem. Bylo nalezeno přes 800 kolizí, jelikož prostupy nejsou v modelu vytvořeny. V praxi se prostupy řeší doplňky do programu Revit, které vytvoří prostupy automaticky dle nastavených kritérií [24].

4 Export IFC

Při exportu do formátu IFC byly ověřovány požadavky Datového standardu stavebnictví pro fázi DZS – Dokumentace pro zadání stavby. Veškerý export probíhal ve verzi IFC4 a v MVD *Reference View*.

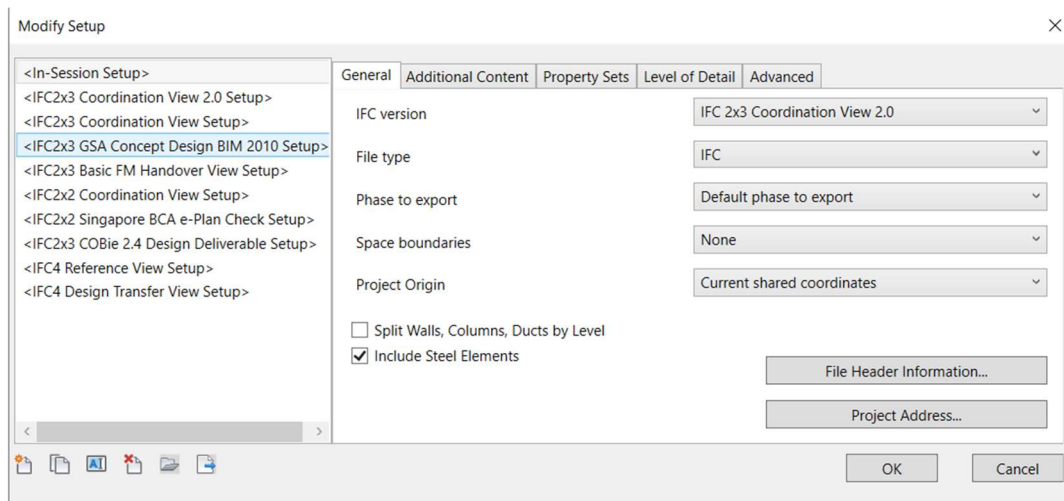
4.1 Uživatelské rozhraní nástroje IFC export

Program Revit disponuje vestavěným nástrojem pro export do formátu IFC, který se otevře v kartě *Soubor > Export > IFC*. Hlavní dialogové okno slouží k výběru složky pro uložení exportu a výběru projektu k exportu v případě, že je otevřeno více modelů a nastavení MVD. Lze vybrat jedno z přednastavených MVD nebo *<Nastavení pro relaci>*, které zpřístupní editaci možností dle potřeb uživatele v okně *Upravit nastavení*, které se otevře po stisknutí stejnojmenného tlačítka.



Obrázek 21 - Hlavní dialogové okno exportu do IFC

V okně *Upravit nastavení* je několik dalších záložek a na levé straně je přehled načtených předdefinovaných nastavení, kde lze i vytvářet nové, ukládat či importovat. V záložce *Obecné* se nachází výběr podporovaných verzí IFC s typem MVD, dále výběr typu přípony souboru, o kterých se hovořilo v kapitole 1.1.3. Je možné zvolit stavební fázi k exportu a zvolit základní bod projektu. Názvy zaškrťovacích funkcí jsou explicitní. Lze upravit hlavičku souboru IFC a zadat adresu projektu.



Obrázek 22 - Možnosti exportu do IFC

Funkce *Hranice prostoru* definuje, jak budou exportovány informace o množství, materiálech a hranicích místností. Možnost *Žádné* neexportuje žádné informace týkající se hranic, pouze odkazy na přilehlé místnosti, komponenty a další. Možnost *První úroveň* exportuje hranice povrchů pro vyhodnocení množství a hmot. Možnost *Druhá úroveň* exportuje stejné informace jako předchozí možnost a přidává všechna data potřebná k energetickým a tepelným kalkulacím [17].

Funkce v záložce *Sady vlastností* operují s parametry a vlastnostmi informačního modelu. První možnost *Exportovat sady vlastností aplikace Revit* se může jevit jako výhodná, ale není tomu tak, protože ostatní programy počítají na vstupech s IFC sadami a vlastnostmi, a je tedy doporučeno tuto možnost nezaškrtnávat a vyhnout se tak zbytečným informacím, které by jen zvětšovaly velikost souboru [17]. Možnost *Exportovat běžné sady vlastností IFC* by měla být vždy zaškrtnuta, obsahem jsou sady vlastností definované ve výchozím nastavení verze IFC. Pokud jsou v modelu výkazy komponent, které je třeba exportovat, lze tak učinit pomocí možnosti *Exportovat výkazy jako sady vlastností*. Jestliže je požadován export pouze některých výkazů, je možné filtrovat zaškrtnutím související možnosti. Když se v názvu výkazu objeví jedno z klíčových slov, výkaz je exportován. Funkce *Nastavení klasifikace* umožňuje uživateli vložit detaily ohledně klasifikačního systému použitého v modelu [17].

Výhodou je, že veškeré toto nastavení lze uložit a soubor je poté použitelný na jiných zařízeních, tím pádem lze navrhnout jeho standardizaci. Soubor je uložen a načítán ve formátu *.json*. Předdefinováním nastavení souboru dle metodických pravidel a jeho uvolnění ke stažení lze předejít chybám špatného upřesnění možností exportu. Soubor je obsažen v Příloze 1.

4.2 Export elementů do IFC entit

4.2.1 Aplikací podporované IFC entity

Společnost Autodesk poskytuje seznam všech podporovaných IFC tříd, se kterými je možno pracovat při exportu a importu [25]. Seznam je rozsáhlý, ale pokud ho porovnáme s výčtem požadovaných IFC entit Datovým standardem stavebnictví, několik tříd chybí, a to *IfcChimney*, *IfcShadingDevice*, *IfcSpatialZone*, *IfcZone*, *IfcRampFlight*, *IfcStairFlight*, *IfcBuilding*. Při exportech bylo zjištěno, že skoro se všemi chybějícími se pracovat dá. Do jediné třídy *IfcSpatialZone* se nepodařilo exportovat. Podrobněji jsou výsledky popsány v kapitole 4.6.

4.2.2 Kategorie Revitu a IFC

Prvním požadavkem souvisejícím s kontrolou exportu do formátu IFC dle Datového standardu stavebnictví bylo ověření exportu elementů do správných IFC entit. Jelikož všechny elementy v aplikaci Revit náleží určité kategorii, nejprve bylo třeba zkontrolovat výchozí nastavení IFC exportu. Toto nastavení lze najít v záložce *Soubor > Export > Možnosti > Možnosti IFC*. Zde jsou všechny kategorie a podkategorie programu a k nim přiřazené IFC entity. U některých je přiřazen i *Typ IFC*, což je atribut daného elementu, který lze nalézt v IFC struktuře pod *Predefined Type*. Tento typ IFC je vždy velkými písmeny, lze jej zadat ručně, ale hodnota musí být v souladu s předdefinovanými. Obě hodnoty, jak IFC entitu tak typ IFC, je možné přepsat každou zvlášť nebo načíst textový soubor, který, za předpokladu správného formátování, může tyto hodnoty přepsat dle potřeby. Soubor je ve formátu Kategorie[tab]Podkategorie[tab]IFC Entita, přičemž [tab] značí oddělení tabulátorem.

Kategorie aplikace Revit	Název třídy IFC	Typ IFC
Stěny	IfcWall	
Dokončovací 1 [4]	IfcWall	
Dokončovací 2 [5]	IfcWall	
Konstrukce [1]	IfcWall	
Membrána	IfcWall	
Osnovy obvodového pláště	IfcWall	
Povrchový vzor	IfcWall	
Přídavek stěny, římsa	IfcWall	
Přídavky stěny	IfcBuildingElementProxy	
Skryté čáry	IfcWall	
Složené stěny	IfcWall	
Společné hrany	IfcWall	
Substrát [2]	IfcWall	
Vrstva tepelné/vzduchové izolace	IfcWall	
Vybrání	IfcOpeningElement	
Vzor v řezu	IfcWall	
Stěny/Vnitřní	IfcWall	
Stěny/Vnější	IfcWall	
Stěny/Základy	IfcWall	
Stěny/Opěrná	IfcWall	

Obrázek 23 - Vazby tříd IFC na kategorie aplikace Revit

```
Stafáž IfcBuildingElementProxy
Stafáž Skryté čáry IfcBuildingElementProxy
Stěny IfcWall
Stěny Dokončovací 1 [4] IfcWall
Stěny Dokončovací 2 [5] IfcWall
Stěny Konstrukce [1] IfcWall
Stěny Membrána IfcWall
Stěny Osnovy obvodového pláště IfcWall
Stěny Povrchový vzor IfcWall
Stěny Přídavek stěny, římsa IfcWall
Stěny Přídavky stěny IfcBuildingElementProxy
Stěny Skryté čáry IfcWall
Stěny Složené stěny IfcWall
Stěny Společné hrany IfcWall
Stěny Substrát [2] IfcWall
Stěny Vrstva tepelné/vzduchové izolace [3] IfcWall
Stěny Vybrání IfcOpeningElement
Stěny Vzor v řezu IfcWall
Stěny/Vnitřní:1 IfcWall
Stěny/Vnější:2 IfcWall
Stěny/Základy:3 IfcWall
Stěny/Opěrná:4 IfcWall
Střechy IfcRoof
```

Obrázek 24 - Textový soubor obsahující vazby

Pro lepší postup ověřování byl výše zmíněný textový soubor naimportován do sešitu Excel, pomocí nástroje *Načíst data* v záložce *Data*. Výsledná tabulka byla vložena do listu „*Mapovací tabulka*“. Zde byla následně filtrována IFC entita z uvedených v DSS a všechny výsledky byly zkopírovány do nového listu pojmenovaného dle příslušné IFC entity. Tím byly získány všechny kategorie a podkategorie programu Revit, které jsou podle výchozího nastavení exportovány do jedné IFC entity.

Kategorie	Podkategorie	Nativní název v IFC	Predefined type
Konstrukční základy		IfcSlab	BASESLAB
Konstrukční základy	Reprezentace půdorysu	IfcSlab	
Konstrukční základy	Skryté čáry	IfcSlab	
Objem	Podlaží objemu	IfcSlab	FLOOR
Podlahy		IfcSlab	
Podlahy	Dokončovací 1 [4]	IfcSlab	
Podlahy	Dokončovací 2 [5]	IfcSlab	
Podlahy	Konstrukce [1]	IfcSlab	
Podlahy	Membrána	IfcSlab	
Podlahy	Povrchový vzor	IfcSlab	
Podlahy	Skryté čáry	IfcSlab	
Podlahy	Společné hrany	IfcSlab	
Podlahy	Substrát [2]	IfcSlab	
Podlahy	Vnitřní hrany	IfcSlab	
Podlahy	Vrstva tepelné/vzduchové izolace [3]	IfcSlab	
Podlahy	Vzor v řezu	IfcSlab	
Pozemek	Desky	IfcSlab	

Obrázek 25 - Výsledky filtru entity *IfcSlab*

Z velké části nastavení vyhovuje požadavkům DSS. Do některých entit, jako například *IfcChimney*, se dle výchozího nastavení neexportuje nic. V tomto případě je to z důvodu toho, že program Revit nemá žádný nástroj, kterým by se komín modeloval. Tento prvek může být vymodelován jako samostatná uživatelská rodina. U těchto rodin je třeba dát pozor na zařazení do správné kategorie. Některé rodiny (tzv. systémové) nemůže uživatel přiřadit do jiné kategorie, než kategorie nativní, tím pádem se nemůže stát, že by byl prvek vyexportován jinak, než je uvedeno v *Možnostech IFC*. Uživatelské rodině je však možno zvolit kategorii dle uvážení, vyjma kategorií, do kterých patří systémové rodiny. Proto je třeba dbát na správné přiřazení dle pravidel DSS.

Příklad kategorie, která požadavkům nevyhovuje, jsou *Konstrukční základy*. Důvodem je mimo jiné to, že do kategorie *Konstrukčních základů* patří i základové piloty a patky. Požadovaná IFC entita pro export základových pilotů dle DSS je *IfcPile*. Konstrukční základy jsou však exportovány do entity *IfcSlab*, takže jsou sem exportovány i základové piloty, což není v souladu s DSS.

4.2.3 Parametry *IfcExportAs* a *IfcExportType*

Program Revit umožňuje vytvořit a přidat do projektu několik parametrů, které jsou v hierarchii exportu do IFC výše než výchozí nastavení, a tím pádem se využívají k jeho přepsání. V průběhu této práce byly do modelu přidány parametry *IfcExportAs* a *IfcExportType* [17].

- **IfcExportAs** – Používá se, pokud chce uživatel změnit IFC entitu, do které se daný prvek exportuje. Příklad: Element deska se nativně exportuje do entity *IfcSlab*. Pokud se do parametru zapíše hodnota „*IfcColumn*“, element je vyexportován jako sloup. Hodnota „*DontExport*“ na druhou stranu zabrání exportu tohoto elementu.
- **IfcExportType** – Tento parametr se používá, chce-li uživatel změnit export typu IFC daného prvku, tzv. *Predefined type*. Příklad: Element deska je třeba exportovat jako typ *ROOF*, ale výchozí nastavení je typ *FLOOR*. Po vyplnění parametru *IfcExportType* hodnotou „*ROOF*“ (velká písmena), je tento element exportován jako typ *ROOF*.

Je třeba zmínit, že v IFC struktuře lze na entitu a její typ odkazovat ve formátu *IfcEntity.TYPE*, tedy například „*IfcSlab.ROOF*“. Program Revit podporuje i tento formát přepsání výchozího nastavení exportu, a tedy není potřeba další parametr navíc. Vše může být zapsáno do parametru *IfcExportAs*, jen je třeba oddělovat entitu a typ tečkou a dodržet velká a malá písmena. Pokud se IFC třída nenachází v seznamu podporovaných entit, který byl zmíněn v kapitole 4.2.1, je třeba otestovat, zda při exportu lze či nelze element přepsat.

Predefined type je součástí skupiny tzv. *atributů* IFC entity. Ostatní atributy, byť jsou exportovány automaticky, přepsat nelze [26].

4.2.4 Ověření správného exportu projektu do IFC entit

Export kategorií a podkategorií, uvedených v *Možnostech IFC* v programu Revit bylo třeba ověřit na příkladu. Model byl vyexportován ve verzi IFC4 do MVD *Reference View*. Jelikož se kontrolovala struktura entit, parametrů a hodnot, a ne vykreslení geometrie, byl zvolen soubor s příponou *.ifcxml*. Soubor byl otevřen v textovém editoru Notepad++, který má rozšířené vyhledávací nástroje.

Většina elementů se vyexportovala správně do IFC entit, které jsou přiřazeny kategoriím, kam patří dané elementy. Nastaly případy, kdy se element exportoval do IFC entity, které není přiřazena žádná kategorie, příkladem jsou ramena schodišť. Kategorii *Schodiště* je přiřazena entita *IfcStair*, *IfcStairFlight* se ve výchozím seznamu nenachází. Do *IfcStair* se správně z projektu exportovala schodiště jako celek, ramena schodišť se exportovala do *IfcStairFlight*, což je v souladu s požadavky DSS.

Další anomálie nastaly v případech obvodových plášťů a nosníků. U kategorie *Obvodový plášť*, stejně jako u kategorie *Panely obvodového pláště* a *Příčle obvodového pláště*, je uvedena IFC entita *IfcCurtainWall*. Když byl model exportován, bylo zjištěno, že příčle obvodového pláště byly exportovány do *IfcMember* a panely obvodového pláště do *IfcPlate*.

U nosníků nastala obdobná situace. Nosníky, neboli průvlaky, patří do kategorie *Konstrukční rámová konstrukce*. Dle výchozího nastavení se tato kategorie a všechny její podkategorie exportují do entity *IfcBuildingElementProxy*, která slouží jako entita pro různé obecné modely, které nejsou zařazeny jinam. Při exportu modelu však bylo zjištěno, že všechny nosníky byly exportovány do entity *IfcBeam*, což je dle pravidel DSS správně.

Důvodem těchto vzniklých anomálií je fakt, že řídicí tabulka je zastaralá a neaktualizovaná [26]. I přes to se v aplikaci stále nachází a lze ji upravovat. V současnosti se v praxi spíše používají výše zmíněné parametry *IfcExportAs* a *IfcExportType* pro přepsání exportu a tato tabulka zůstává ve výchozím nastavení [26].

4.2.5 Standardizace textového souboru pro export kategorií v programu Revit

Vytvoření všeobecného souboru pro potřeby koncepce zavádění metody BIM v České republice je možné, jelikož je uživatel schopen načíst externí textový soubor, který může být k dispozici ke stažení. Může být brán jako první krok v procesu přípravy projektu v programu Revit v souladu s metodickými požadavky. Je třeba však mít na paměti, že se některé elementy exportují jinak, než určuje kategorie, která je jim nadřazena, jak demonstroval export modelu budovy UCEEB.

Otázka, která vyvstala v průběhu exportování, byla ohledně jazykových mutací programu Revit. Pro ověření byly otevřeny *Možnosti IFC*, kde se nachází kategorie a jejich přiřazené IFC entity, v anglické verzi programu. Byly načteny jak anglické kategorie, které šlo přepisovat, tak i textový soubor s českými názvy, ty však nebylo možné přepisovat. V této formě to zůstalo i po stisknutí tlačítka *Standardní*, které načítá výchozí přiřazení IFC entit. Přirozeně tedy musí být načten soubor, který obsahuje pouze anglické názvy kategorií, aby byl seznam v tomto okně přehledný.

Pokud by tedy byl vytvořen všeobecný standard pro export kategorií, každá jazyková varianta programu by musela mít svůj soubor.

4.3 Export parametrů do sad vlastností IFC

Další sekci v procesu ověřování exportu z programu Revit do formátu IFC, bylo prozkoumání exportu parametrů a jejich hodnot do tzv. *Property sets*, tedy sad vlastností souborů IFC. Opět byla následována osnova Datového standardu stavebnictví, přičemž bylo rozhodnuto, že kontrola proběhne u vlastností pěti stavebních elementů, a to stěn, oken, dveří, sloupů a desek, dále čtyř TZB elementů, a to umyvadel, potrubí - úseku, potrubí - tvarovky a kotlů, a také abstraktních elementů s názvy prostor, podlaží a zóna. Testování probíhalo jak v souboru „Main_UCEEB“, kde se nacházejí stavební elementy, tak v souboru „Main_UCEEB_TZB“, kde jsou elementy TZB.

Sady vlastností jsou rozděleny na tři skupiny. Základní *Property Sets*, které jsou definované nativně uvnitř IFC struktury začínají vždy předponou „Pset_“. České sady vlastností, začínající „CZ_“ nejsou definované ve výchozí struktuře IFC a uživatel musí jejich export nastavit manuálně. Sady množství neboli *Quantity sets* jsou také součástí výchozí struktury souboru IFC a obsahují rozměrové informace o daném prvku. Sady množství mají předponu „Qto_“.

Níže jsou probrány možnosti exportu parametrů a jeho rozšířené funkce. Na začátek je však třeba říci, že k tomu, aby export parametrů správně proběhl, je vyžadováno, aby byly parametry vyplněny. Pokud nebudou, program Revit tyto parametry neexportuje, i přes správné nastavení a definování vazeb. Důvod tohoto požadavku je ten, že přeskočení nevyplněných parametrů optimalizuje velikost souboru.

4.3.1 Property sets

Veškeré prvky programu Revit obsahují parametry. Některé jsou k prvkům přiřazené už ve výchozím nastavení projektu, další může uživatel vytvořit a přiřadit kategoriím sám v kartě *Správa > Parametry projektu*. Tyto parametry jsou strukturovány do skupin parametrů, mezi které patří například *Identifikační data*, *Rozměry*, *Mechanické* nebo *Obecné*. Jednou z nich je skupina s názvem *Parametry IFC*. Aplikace Revit je schopna správně exportovat daný parametr do příslušného IFC *Property set* za předpokladu, že se parametr nachází ve skupině *Parametry IFC* a jeho název je stejný jako název ve struktuře IFC, aniž by musela být v projektu definice názvu sady vlastností [17].

Přidání parametru do projektu je opět v kartě *Správa > Parametry projektu*, kde se po stisknutí tlačítka *Přidat* otevře okno, ve kterém může uživatel vytvořit parametr. Pokud je tvořen nový parametr projektu, je třeba zapsat jméno, v případě parametru k exportu do sad vlastností musí být stejné jako ve struktuře IFC, a také rozhodnout, zda se jedná o parametr instanční, tedy každý prvek má svoji hodnotu, nebo typový, kdy je přiřazen typu rodiny a všechny prvky tohoto typu poté dědí zapsanou hodnotu. Dále je zapotřebí vybrat disciplínu, typ parametru a skupinu parametrů. Funkce jednotlivých disciplín odpovídají názvu, většinou se vybírá disciplína *Obecné*. Typy parametru určují, do jakého datového typu je daná hodnota ukládána. Typ *Délka* bude číslo s jedním desetinným místem, typ *Měna*

bude v peněžním formátu, typ *Text* bude ve formátu textového řetězce, atd. Typy parametrů programu ovšem nejsou stejné jako datové typy vlastností formátu IFC. Částečné mapování datových typů je rozebráno v kapitole 4.3.5. Jak bylo uvedeno, skupina parametrů pro automatické propojení při exportu je *Parametry IFC*. Nakonec si uživatel zvolí příslušné kategorie, ke kterým chce daný parametr přiřadit.

Obrázek 26 - Příklad vytvoření parametru a přiřazení ke kategorii Dveře

Pokud se parametr vyskytuje napříč více projekty, rychlejším způsobem je přidání sdíleného parametru. Je třeba načíst soubor sdílených parametrů v kartě *Správa > Sdílené parametry*, který obsahuje seznam parametrů s jejich identifikačními kódy, datovými typy, atd. Po načtení tohoto souboru je při procesu přidání parametru vybrán sdílený parametr a název. Disciplína a typ parametru jsou vyplněny automaticky dle dat uložených v souboru sdílených parametrů, čímž je urychlen proces a lze se vyvarovat chybám v názvu. Rozhodovat, zda se jedná o parametr typový nebo instanční musí uživatel stále, stejně jako vybírat skupinu parametrů a zaškrtnávat požadované kategorie. V případě, že je třeba přidat dodatečný parametr, je vyžadováno tento parametr přidat přes dialog programu Revit v kartě *Správa > Sdílené parametry > Vytvořit*, jelikož takto se zapíše i jeho identifikační kód.

Do tohoto souboru lze zapsat všechny parametry, které jsou požadovány v DSS, tedy parametry z výchozích sad vlastností i českých sad vlastností. Quantity sets bohužel takto přidávat nelze. Je možné tedy v souladu s DSS opět vytvořit standardizovaný soubor s parametry uvedenými v DSS. Problém by nastal, pokud by už jeden soubor sdílených parametrů byl používán, například společností zabývajících se informačním modelováním. V programu Revit lze načíst pouze jeden soubor. Pokud by byl ručně zkopírován obsah jednoho souboru do druhého a tím se tyto soubory sjednotily, mohla by nastat situace, byť nepravděpodobná, že by dva parametry měly stejný identifikační kód. Ke sjednocení těchto souborů by musel být použit například doplněk do programu [27], který to umožňuje, nebo je možné načíst seznam parametrů ze souboru programu Excel v prostředí Dynamo a přidat tyto parametry do existujícího souboru sdílených parametrů. Tato varianta je popsána v kapitole 4.4.1.

4.3.2 Quantity sets

Export těchto sad je snadný, není však možná žádná uživatelská úprava. Fakt, zda se sady exportují, nebo ne, závisí pouze na zaškrtnutí jedné možnosti v dialogu pro export modelu do formátu IFC, a to možnosti *Exportovat základní množství*, v angličtině *Export base quantities*. Informace o příslušných prvcích jsou poté exportovány do sad s předponou „Qto_“. Na obrázku jsou vidět všechny informace, které byly exportovány, v tomto případě o přičce. Lze vidět, že některé informace byly exportovány dvakrát.

PropertySets from entity	
PropertySets from entity	
Qto_WallBaseQuantities	
GrossFootprintArea	0.40 [m²]
Height	2850 [mm]
Length	3950 [mm]
NetSideArea	11257500.00 [m²]
NetSideArea	11.26 [m²]
NetVolume	1.126 [m³]
NetVolume	1125750000.000 [m³]
Width	100 [mm]
Pset_Environmentallm...	

Obrázek 27 - Exportovaná sada množství u elementu stěna

Nevýhodou je, že nelze zvolit, které informace budou exportovány a které ne [26]. V požadavcích DSS najdeme vlastnost *GrossFootprintArea*, která byla správně exportována. Další požadovanou vlastností je *NetFootprintArea*, ta už však exportovaná není. Je uvedeno, že tyto sady exportované programem Revit jsou definovány organizací buildingSMART [17], tedy vývojáři standardu IFC. V dokumentaci je vlastnost *NetFootprintArea* možné nalézt, exportována však není. Chybějící parametry lze do projektu přidat, hodnotu parametru je možné vypočítat pomocí vzorce. Bohužel nelze definovat export tohoto parametru v uživatelsky definovaných sadách vlastností tak, aby byl exportován do stejnojmenné sady, neboť export uživatelsky definovaných sad vytvoří sadu novou a nepřidá parametr k existující, i když

má stejný název. Výsledkem by tedy byly dvě sady vlastností se stejným názvem, první s výchozími parametry a druhá s parametrem přidaným. Nelze použít ani mapovací tabulku parametrů, uvedenou v kapitole 4.3.4, protože ta vytvoří vazbu pouze pro vlastnosti IFC definované v obecných sadách vlastností.

4.3.3 Czech Property sets

České sady vlastností slouží ke splnění požadavků norem a nejsou ve výchozí IFC struktuře, tím pádem nejsou parametry exportovány automaticky do správných sad, byť se v programu Revit stejně jmenují. K tomu, aby byly sady vytvořeny v IFC struktuře a zároveň, aby se parametr z projektu exportoval do příslušné IFC vlastnosti, je potřeba vytvořit soubor obsahující sady vlastností definované uživatelem [17].

V tomto souboru, pokud je ve správném tabulátorově odděleném formátu, může uživatel definovat jakoukoli sadu vlastností, které jsou zapsány do IFC struktury při exportu. V této práci je soubor využit k vytvoření českých sad vlastností.

Při instalaci programu Revit je vytvořen soubor „DefaultUserDefinedPropertySets.txt“ ve složce C:\ProgramData\Autodesk\ApplicationPlugins\IFC2020.bundle\Contents\2020. Ten obsahuje instrukce k definování sady vlastností a příklad. Při vytváření vlastního souboru definic je třeba vzít v potaz podporované datové typy. V definici každého parametru musí být uveden datový typ IFC vlastnosti, např. *IfcLabel*, aby program správně určil datový typ ve struktuře IFC. Ve výchozím souboru se nachází seznam podporovaných parametrů, který obsahuje téměř všechny existující v IFC struktuře. Neobsahuje však některé, které jsou použité v DSS, mimo jiné například *IfcNormalisedRatioMeasure*, který je požadován v sadě vlastností *CZ_Ceiling*. Na druhou stranu je ale podporován typ *NormalisedRatio*. Také je zřejmé, že v typech, které jsou zapisovány do souboru definic, není předpona IFC, takže při vytváření musí projít určitou úpravou. Neznamena to však, že by to byly rozdílné typy. Nástroj exportu aplikace Revit má definované vazby těchto jinak se jmenujících datových typů na typy klasické, které se nacházejí v IFC schématu [26].

```

#
PropertySet: CZ_ClassificationSystemCCI I IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoc
CCICode Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.CCICode
FunctionalSystem Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.FunctionalSystem
ConstructiveSystem Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.ConstructiveSystem
CodeComponent Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.CodeComponent

#
PropertySet: CZ_UserClassification I IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoor
Classification Text CZ_UserClassification.Classification
ClassificationReference Text CZ_UserClassification.ClassificationReference

#

```

Obrázek 28 - Definované české sady vlastností v externím textovém souboru

Na obrázku je k vidění příklad struktury souboru definic. První řádek se týká názvu a samotné sady, následující řádky určují parametry. Poslední řetězec v prvním řádku přiřazuje danou sadu k IFC entitám. Poslední řetězec v řádku s parametry udává název parametru v Revitu. Pro lepší odlišení byly v této práci k názvům parametrů v Revitu přidány i názvy sady vlastností, ke které přísluší. Název sady a název parametru jsou odděleny tečkou. Tímto se název parametru v programu Revit liší od požadovaného názvu v DSS, ale ve výsledné struktuře IFC bude název správně, díky souboru uživatelsky definovaných sad, kde se propojí. Takto pojmenované parametry je možné do programu Revit přidat stejným způsobem popsaným v kapitole 4.3.1.

Při ověřování exportu bylo zjištěno, že parametry v Revitu, které mají v tomto souboru definovanou vazbu na nově vytvořenou sadu vlastností, v našem případě jsou to české sady vlastností, se nemusí nacházet ve skupině *Parametry IFC*, neboť i přes to jsou exportovány správně. Kvůli přehlednosti seznamu parametrů je na místě navrhnout, aby byly všechny parametry IFC přiřazovány skupině *Parametry IFC*.

Soubor s definovanými českými sadami vlastností lze opět vytvořit ve formě standardu. Zde by neměl nastat problém s různými jazykovými verzemi programu Revit, protože celá struktura souboru i požadované parametry jsou v anglickém jazyce. Jelikož však pouze výsledek exportu do IFC podléhá pravidlům DSS, na rozdíl od struktury uvnitř programu Revit, je na volbě koncového uživatele, jaké parametry si do projektu přidá a jak si upraví soubor uživatelsky definovaných sad, konkrétně poslední řetězec v řádcích s definicí parametrů. Soubor je obsažen v Příloze 2.

4.3.4 Parameter mapping table

Parameter mapping table neboli mapovací tabulka parametrů dále rozšiřuje možnosti exportu parametrů. Umožňuje propojení parametrů programu Revit s vlastnostmi IFC, i když mají tyto vlastnosti rozdílné názvy. Toto lze pouze pro vlastnosti patřící k obecným sadám vlastností IFC, které začínají předponou „Pset_“ [28]. Níže můžeme vidět příklady namapovaných parametrů, které jsou ve formátu *Název sady vlastností<tab>Název vlastnosti IFC<tab>Název parametru programu Revit*.

Pset_SlabCommon	SurfaceSpreadOfFlame	Komentáře
Pset_PrecastSlab	IsExtendedWarranty	Označení

Obrázek 29 - Příklad definování vazby

Při tvoření tohoto souboru je třeba dbát na dvě další věci, které vyvstaly při testování exportu. První z nich je správné zadání sady vlastností. Sada vlastností musí být součástí žádané entity ve výchozí struktuře IFC, aby došlo k propojení. Nevytvoří se sada nová. Pokud program Revit nenalezne při procesu exportu správnou sadu, řádek přeskočí bez chybné hlášky. Druhou z nich je dodržení souvisejících datových typů. Datové typy programu Revit a formátu IFC se totiž liší. Na obrázku výše je vidět parametr *SurfaceSpreadOfFlame*, typu *IfcLabel*. *IfcLabel* je vlastně délkově omezený textový řetězec, a tak se parametr *Komentář*, s datovým typem *Text*, bez problému propojí. Naopak do parametru s názvem *IsExtendedWarranty*, jehož typ je *IfcBoolean*, nelze namapovat parametr *Označení*, jehož datový typ je *Text*.

Toto propojení některých parametrů programu Revit a IFC vlastností s rozdílným názvem je součástí výchozího nastavení programu Revit. Těchto propojení není mnoho, uvedeny jsou například vlastnosti *IsExternal* s vazbou na vestavěný parametr *Funkce* nebo *LoadBearing* s vazbou na vestavěný parametr *Konstrukce* [17]. Seznam všech podporovaných vestavěných parametrů s vazbou na IFC vlastnosti už z výchozího nastavení nebyl v rámci této práce nalezen, ani po prozkoumání zdrojových kódů exportéru. Byl však navržen alternativní postup, a to ten, že budou namapovány všechny vlastnosti, které je vhodné exportovat s vazbou na vestavěný parametr, bez ohledu na to, zda je vazba součástí výchozího nastavení exportu programu Revit nebo ne. Proveditelnost návrhu byla ověřena několika exporty. V průběhu prvního exportu byl přidán řádek *Pset_WallCommon LoadBearing Konstrukce* do souboru mapovací tabulky parametrů a byla změněna hodnota parametru. Takto bylo ověřeno, zda tento řádek, který je teoreticky zbytečný, protože vestavěný parametr *Konstrukce* je exportován automaticky, nezpůsobí chybu. Export proběhl úspěšně a ve výsledném IFC souboru byla ve vlastnosti *LoadBearing* nalezena aktuální hodnota. Dále byl do projektu přidán parametr *Nosné*, datového typu

Ano/Ne a v souboru mapovací tabulky byl parametr *Konstrukce* přepsán na parametr *Nosné*. V projektu byla hodnota parametru *Konstrukce* přepsána na „False“ a hodnota parametru *Nosné* na „True“. Export proběhl úspěšně, přepsal vazbu a ve výsledném souboru byla hodnota vlastnosti *LoadBearing* „True“. Poté byly logicky převráceny hodnoty vestavěných parametrů a soubor mapovací tabulky zůstal nezměněn. Vazba vlastnosti *LoadBearing* byla tedy definována na parametr *Nosné* a ten byl „False“. Export proběhl v pořádku a v souboru IFC byla ve vlastnosti *LoadBearing* hodnota „False“. Do tohoto souboru lze tedy definovat jakékoli vazby na vestavěné parametry programu Revit bez toho, aniž by musel být znám seznam vazeb vestavěných parametrů z výchozího nastavení. Tento postup byl ověřen podruhé podobným způsobem pro přepsání parametru *IsExternal*.

S ohledem na prozkoumané možnosti spojené s přepisováním vazby parametrů lze navrhnout vytvoření standardu i pro tento soubor. Kdyby byly nalezeny další vazby mezi vlastnostmi IFC a vestavěnými parametry programu Revit a jejich využití v souladu s DSS, bylo by možné přidat do projektu méně nových parametrů. Tento soubor odkazuje na vestavěné parametry, jejichž názvy jsou jazykově závislé, tím pádem je doporučeno vytvořit více jazykově odlišných verzí tohoto standardu.

4.3.5 Přetypování parametrů pro program Revit

Jak již bylo zmíněno, program Revit a IFC standard mají rozdílné datové typy. V průběhu této práce byla navržena jedna z možných variant přetypování datových typů IFC objevujících se v DSS. Seznam všech parametrů programu Revit byl převzat z dokumentace k programu [29], kde je sjednocen na rozdíl od seznamů, vyskytujících se v programu, například při přidávání parametrů do projektu, kde jsou parametry rozděleny na *Disciplíny*.

Datové typy, pro které nebyl nalezen ekvivalent s typy programu Revit, byly většinou přetypovány do typů *Text* nebo *Number*. Výjimkou byly typy, které v názvu obsahovaly jméno jiného typu, například typ *PositivePlaneAngle* se mapoval na typ *Angle*.

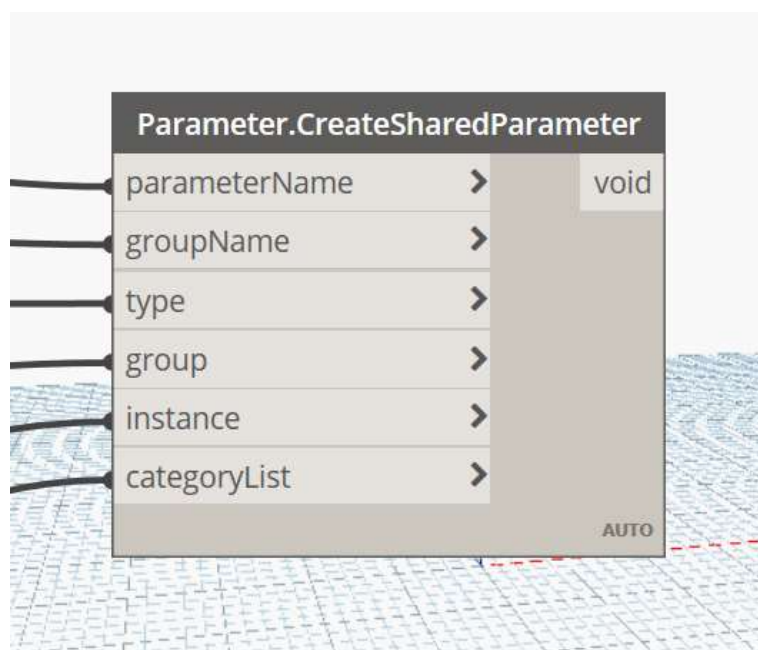
Pro textové vlastnosti, které jsou součástí českých, nově definovaných sad vlastností, je ve většině případů doporučeno používat spíše *IfcLabel*, než *IfcText*, z důvodu velikosti jednotlivých datových typů. Velikost typu *IfcText* je dynamická, kdežto maximální velikost *IfcLabel* je 255 znaků [26].

4.4 Alternativní postupy přidání parametrů do projektu

4.4.1 Přidání parametrů pomocí nástroje Dynamo

Během vytváření a přiřazování parametrů do programu Revit byly prozkoumány dvě alternativy postupu zmíněného v kapitole 4.3.1. Použití výše zmíněného postupu je časově efektivnější, pokud se jedná o přidání pouze několika parametrů. Jestliže je parametrů více, vyplatí se využít jiné nástroje. Pro účely této práce byly zvoleny pouze parametry vybraných elementů, i tak bylo celkové množství parametrů přibližně 170.

Při prvním postupu přidání parametrů do programu Revit bylo využito prostředí Dynamo. Toto prostředí se skládá z tzv. uzlů, z nichž každý plní určitou funkci. Některé například vytváří objekty, jiné mohou vracet hodnoty jednotlivých parametrů. Uvnitř nástroje existuje uzel s názvem *CreateSharedParameter*. Jeho funkce spočívá ve vytvoření sdílených parametrů do souboru sdílených parametrů, přidání těchto parametrů do projektu a přiřazení ke kategoriím na základě určitých vstupů.



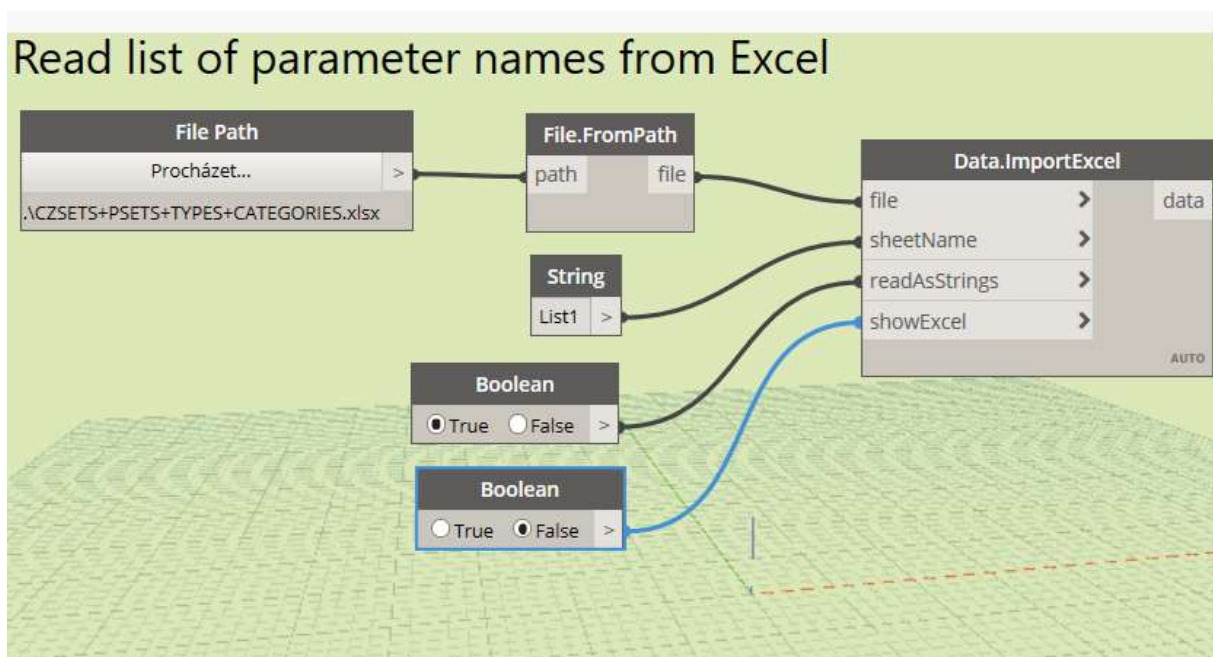
Obrázek 30 - Uzel *CreateSharedParameter*

Prvním krokem bylo vytvoření sešitu Excel, který obsahuje tři listy, které slouží k uchování dílčích seznamů potřebných pro správné vstupy do výše zmíněného uzlu. Na prvním listu se nachází seznam názvů parametrů, na druhém seznam datových typů jednotlivých parametrů a na třetím listu je seznam všech kategorií, ke kterým je třeba daný parametr přiřadit. V prvním listu jsou pouze unikátní hodnoty. Každý řádek slouží k vytvoření jednoho parametru v projektu. Tyto tři seznamy tvoří tři hlavní vstupy pro výše zmíněný uzel, tedy vstupy *parameterName*, *type* a *categoryList*. Hodnoty ostatních vstupů nejsou složité a vytvoří se až v prostředí Dynamo.

Bylo relativně snadné vytvořit seznam na prvním a třetím listu pomocí nástrojů v programu Microsoft Excel. Seznam datových typů parametrů, který načítá nástroj Dynamo, musí už na tomto listu být ve formě, která je kompatibilní s programem Revit. Typy parametrů musí být tedy modifikovány. Aby se v sešitě, který se nahrává v prostředí Dynamo, nevyskytovaly vzorce sešitu Excel, byl vytvořen pomocný soubor k přetypování. Obsahuje relativně jednoduchou vnořenou funkci *KDYŽ*. Níže je vložena část vzorce, která slouží k přetypování textových typů. Celý vzorec obsahuje několik podobných segmentů pro všechny datové typy IFC struktury.

KDYŽ(NEBO(A1="ClassificationReference";A1="Identifier";A1="Label";A1="Text");"Text"

Kvůli časovým možnostem byly některé dílčí části vytvořeny ručně, například vymazání předpony *lfc* z názvů typů parametrů z DSS, je ale možné funkci rozšířit na úplné automatické přetypování. Následně je soubor načten v prostředí Dynamo. Je použit třikrát uzel s názvem *Data.ImportExcel*, který přečte soubor a nahraje data, instance se liší jinými listy k načtení.



Obrázek 31 - Část skriptu načítající data ze sešitu Excel

Poté jsou seznamy upraveny do jednodušší podoby. Seznam názvů parametrů už poté může být poslán do vytvářecího uzlu. Seznam datových typů byl obdobně upraven a propojen s vytvářecím uzlem. Seznam kategorií musí být pozměněn, než může být poslán do vstupu vytvářecího uzlu. Pokud má být parametr přiřazen jen jedné kategorii, např. kategorii „Dveře“, na vstup putuje jen jedna kategorie a uzel *CreateSharedParameter* ji zpracuje. Problém nastane, když má být parametr přiřazen více kategoriím, do uzlu je poslána například kategorie „Dveře, Okna“, a tak se žádná kategorie nejmenuje.

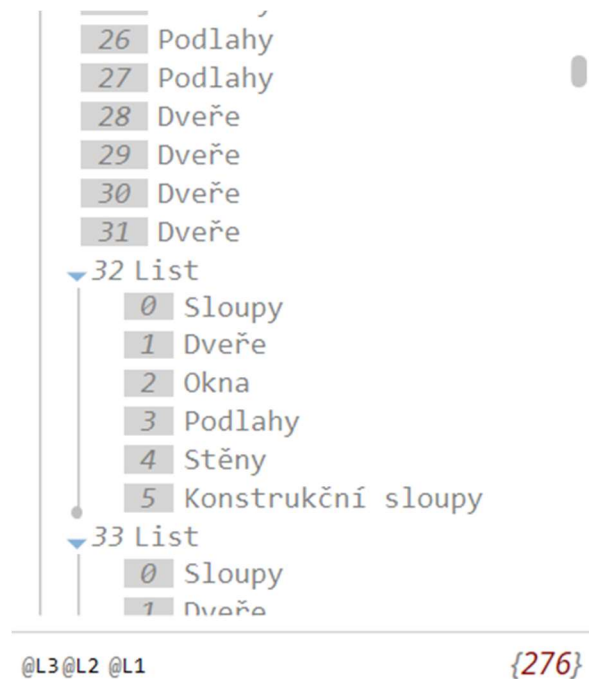
Vícenásobné kategorie je třeba rozdělit do vnořeného seznamu, aby program rozeznal jednotlivé kategorie, k nimž má být přiřazen daný parametr.

Jelikož je v sešitu Excel pro každý parametr určen jeden řádek, vnořené seznamy jsou vytvořeny v prostředí Dynamo jednoduchým, uživatelsky definovaným uzlem v jazyce Python.

```
list = IN[0]
output = []
for item in list:
    if ", " in item:
        data = item.split(", ")
        output.append(data)
    else:
        output.append(item)
OUT = output
```

Obrázek 32 - Skript v jazyce Python pro rozdělení kategorií

Skript detekuje, zda se v textovém řetězci nachází „ , “ a pokud ano, text je na tomto místě rozdělen a je vytvořen dílčí seznam těchto rozdělených hodnot. Proměnná *output* vytvoří nadřazený seznam textových řetězců, které neobsahovaly „ , “ a seznamů rozdělených hodnot. Poté je třeba vytvořit z názvů kategorií objekty Kategorie uzlem *Category.ByName*.



Obrázek 33 - Výsledek uzlu v jazyce Python - vnořené seznamy kategorií

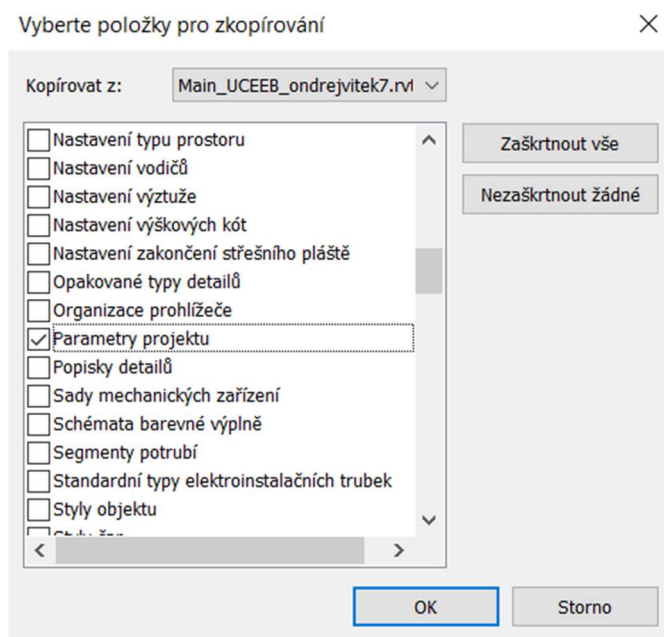
V této fázi už jsou všechny hlavní vstupy připraveny pro uzel *CreateSharedParameter*. Z vedlejších vstupů je důležité vybrat žádanou skupinu parametrů „Parametry IFC“, kterou lze vybrat v uzlu *Select BuiltIn Parameter Group*. Když je skript spuštěn, vytvoří všechny parametry v souboru sdílených parametrů, přidá je do projektu a přiřadí ke kategoriím v souladu s DSS. Dynamo skripty byly vytvořeny dva stejné, kvůli přehlednosti. Jeden z nich je pro soubor se stavebním řešením, druhý pro model TZB.

Je doporučeno spouštět tento skript za předpokladu, že se v souboru i projektu nenachází požadované parametry, aby nenastaly komplikace. Uzel *CreateSharedParameter* nepřepisuje už vytvořené parametry a pokud se stane, že je přepíše, nemusí mít stoprocentní úspěšnost. Pokud je třeba spouštět Dynamo skript v projektu, kde už všechny nebo některé parametry vytvořené jsou, je možné vybrat jiný vytvářecí uzel z balíčků, které jsou volně ke stažení nebo zvolit jiný postup.

Na závěr je třeba dodat, že pokud uživatel nechce parametry přidávat jak do projektu, tak do souboru sdílených parametrů, lze vytvářecí uzel *CreateSharedParameter* nahradit uzlem, který přidá parametry pouze do projektu. Uzel *CreateProjectParameter* má přesně tuto funkci a disponuje i stejnými vstupy jako předchozí uzel, takže může být bez problému nahrazen.

4.4.2 Přidání parametrů pomocí vestavěné funkce

Tento způsob je zřejmě jednodušší a rychlejší než předchozí, nicméně vyžaduje alespoň jeden projekt v programu Revit, kde už jsou parametry přidány. Postup spočívá v tom, že je otevřen projekt s přidanými parametry, v tomto případě „Main_UCEEB“, a zároveň je otevřen i projekt, do kterého je třeba parametry přidat. V tomto projektu je otevřen *Přenos projektových standardů* v kartě *Správa*. Je otevřeno dialogové okno, kde lze vybrat projekt, ze kterého mají být standardy kopírovány (je možné vybrat i připojené soubory) a zaškrtnout, co všechno má být přeneseno. V rámci této práce jsou důležité parametry projektu.



Obrázek 34 - Přesun projektových standardů

Po stisknutí tlačítka OK jsou parametry přidány do projektu. Parametry nejsou zapsány do souboru sdílených parametrů, pouze do projektu.

Na základě výhod tohoto postupu je možné navrhnout standardizaci pro účely Koncepce zavádění BIM v ČR. Byl by vytvořen prázdný projekt v programu Revit, který by obsahoval požadované parametry v souladu s DSS, popřípadě další zvolené standardy, které by byly určeny. Tento soubor by byl uvolněn ke stažení. Po jeho stažení, otevření zároveň s cílovým projektem a přesunu standardů, dle výše zmíněného postupu, by byly přidány parametry v souladu s požadavky DSS.

4.5 Export modelových hodnot parametrů

4.5.1 Naplnění parametrů hodnotami

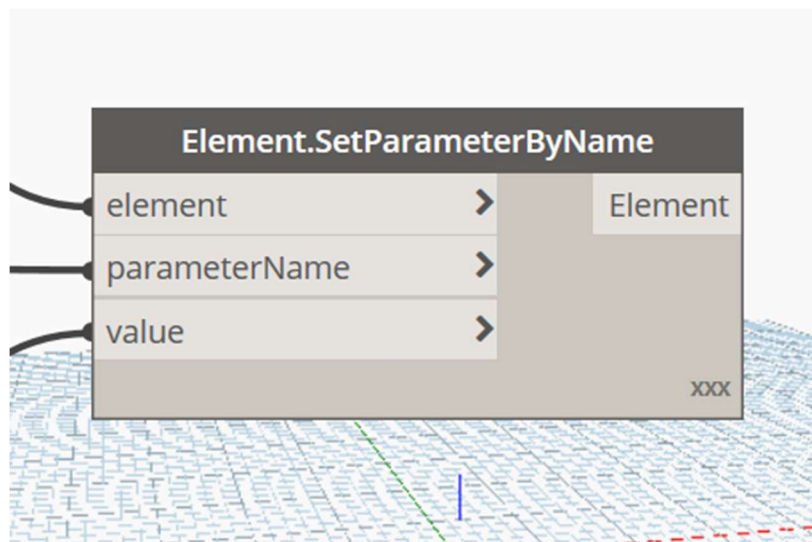
V průběhu práce vyvstal požadavek naplnit přidané parametry hodnotami a ověřit jejich export. Kvůli časovým možnostem bylo rozhodnuto, že hodnoty budou zapsány pouze k výše zmíněným vybraným stavebním elementům a TZB elementům. Všechny hodnoty, které byly vyplněny k přidáním parametrům, tedy parametrům ve skupině *Parametry IFC*, jsou modelové. Aby se dále uspořil čas, bylo určeno, že ke každému parametru bude zapsána jedna hodnota, která bude stejná pro všechny instance jednoho elementu. To znamená, že například všechny stěny budou mít hodnotu „Poor“ uvnitř parametru *AssessmentCondition*, všechny sloupy hodnotu „Great“ uvnitř stejného parametru a tak dále. Díky tomuto faktu je možné použít automatizovaný postup pomocí nástroje Dynamo. Opět bylo cílem vytvořit dva obdobné skripty, jeden pro stavební model a jeden pro model TZB.

4.5.2 Příprava vstupů

Pro načtení hodnot byl vytvořen sešit v aplikaci Excel s názvem „Parameters.xlsx“. Sešit obsahuje 16 listů, vždy jeden s názvem elementu, např. „IfcWall“, kde se nachází seznam parametrů daného elementu a druhý s hodnotami pro parametry tohoto elementu, např. „Wall_Values“. Toto je zavedeno pro všechny vybrané elementy, které se nachází ve stavebním modelu. Podobný sešit byl vytvořen i pro model TZB. Tento způsob byl vybrán kvůli vstupům uzlu *Data.ImportExcel* v nástroji Dynamo.

4.5.3 Vytvoření skriptu v prostředí Dynamo

Skript vychází z vestavěného uzlu *Element.SetParameterByName*, viz obrázek níže. Aby uzel vykonal svou činnost, musí být na vstupy připojen element vybraný z projektu, název parametru a hodnota, kterou je třeba zapsat. Ve všech vstupech je možné pracovat se seznamy.



Obrázek 35 - Uzel nastavující hodnotu parametru

Data se načetla obdobně jako v kapitole 4.4.1 uzlem *Data.ImportExcel*, v tomto skriptu byl tento uzel použit 16x, tedy pro načtení hodnot všech listů ze sešitu „Parameters.xlsx“. Elementy byly z projektu vybrány uzlem *All Elements of Category*, který vybírá v projektu všechny elementy dané kategorie, v našem případě kategorie *Stěny*, *Podlahy*, *Sloupy*, *Konstrukční sloupy*, *Okna*, *Dveře*, *Mechanická zařízení*, *Prostory* a *Zóny VZT*. Skript je větven zvlášť pro každou kategorii. Problém nastal při zapisování hodnot do parametrů, jelikož přidané parametry projektu mají rozdílné datové typy. Například i když je ze sešitu načtená hodnota „True“, stále je vedena jako textový řetězec, tedy *String*, a nelze ji zapsat do parametru, který má datový typ *Any/Ne* požadující hodnotu typu *Boolean*. Načtené hodnoty musely projít jednoduchým přetypováním uvnitř uživatelsky definovaného uzlu v jazyce Python.

```

26 lists = IN[0]
27 output = []
28 result = []
29
30 for list in lists:
31     for item in list:
32         if item == "True":
33             item = True
34             output.append(item)
35         elif item == "False":
36             item = False
37             output.append(item)
38         elif isinstance(item, int):
39             output.append(int(item))
40         elif isinstance(item, float):
41             output.append(float(item))
42         elif isinstance(item, str):
43             output.append(str(item))
44
45
46 result.append(output)
47 OUT = result

```

Obrázek 36 - Skript v jazyce Python pro kontrolu datových typů

Pro každou načtenou hodnotu proběhne kontrola datového typu. Pokud je načten textový řetězec „True“ nebo „False“, do výstupu je zapsána stejná hodnota, avšak typu *Boolean*. Pokud je načtena hodnota obsahující pouze čísla, celá nebo desetinná, je zapsána do výstupu ve správném číselném typu. Pokud je načtena hodnota, která obsahuje alespoň jeden textový znak, do výstupu je zapsán textový řetězec. Vnořené listy na výstupu jsou zapotřebí kvůli zachování vstupní struktury.

Nakonec stojí za zmínku vázání uzlu *Element.SetParameterByName*. Možnost *Vázání* je dostupná po kliknutí pravým tlačítkem na uzel a určuje, jak uzel pracuje s daty na vstupech. V tomto skriptu je použité vázání *Vektorový součin*, protože se musí seznam parametrů a hodnot napárovat s každou položkou seznamu elementů.

Na obrázcích níže lze vidět zapsané hodnoty u elementu sloup. Jak již bylo zmíněno, hodnoty jsou modelové.

Parametry IFC	
CZ_ColumnCommon.Co...	<input type="checkbox"/>
CZ_ColumnCommon.Su...	Low
CZ_ColumnCommon.Co...	<input checked="" type="checkbox"/>
CZ_ColumnCommon.Fla...	0.1
CZ_ColumnCommon.Fin...	Concrete
CZ_ColumnCommon.Su...	Grey
CZ_DataTemplateDesig...	996b215
CZ_DataTemplateDesig...	DataTemp
CZ_ClassificationSystem...	t-652
CZ_ClassificationSystem...	SystemFunct
CZ_ClassificationSystem...	SystemConstr
CZ_ClassificationSystem...	Code.9966
CZ_UserClassification.Cl...	Class.74.85.1
CZ_UserClassification.Cl...	Reference.Column
CZ_SingleMaterial.Mate...	Set.26
CZ_SingleMaterial.Mate...	Concrete
CZ_LayerMaterial.Refer...	Ref.336
CZ_LayerMaterial.Layers	Concrete
FireRating	Low
ThermalTransmittance	3,000000
IsExternal	<input type="checkbox"/>
AssessmentDate	16.05.2020
AssessmentCondition	Great

Obrázek 37 - Vyplněné parametry elementu sloup - část 1

AssessmentDescription	No flaws
ExpectedServiceLife	50 years
ServiceLifeDuration	Y10
LoadBearing	<input checked="" type="checkbox"/>
ConstructionMethod	On site
StructuralClass	1b
StrengthClass	6a
ExposureClass	2c
ReinforcementVolumeR...	1,000000
ReinforcementAreaRatio	1,000000
DimensionalAccuracyCl...	Dim.Acc.26
ConstructionToleranceC...	High
ConcreteCover	10,0
ConcreteCoverAtMainB...	15,0
ConcreteCoverAtLinks	12,0
ReinforcementStrength...	Reinforce.Strength
TypeDesignator	SI
CornerChamfer	12,0
ManufacturingToleranc...	Tolerance.High
PieceMark	SI-12
DesignLocationNumber	33:a1
Slope	0,000000
Roll	0,000000

Obrázek 38 - Vyplněné parametry elementu sloup - část 2

4.5.4 Ověření exportu hodnot parametrů

Proběhl export projektu do verze IFC4 a MVD *Reference View*. Byla zaškrtnuta možnost *Exportovat uživatelsky definované sady vlastností*, aby byly správně exportovány české sady. Export hodnot proběhl úspěšně, až na několik parametrů zmíněných v kapitole 4.6, kde je problém s datovým typem.

Níže jsou k vidění hodnoty ve struktuře IFC.

PropertySets from entity		
Qto_ColumnBaseQuan...		
GrossVolume		0.070 [m ³]
Pset_ColumnCommon		
FireRating	Low	
IsExternal	FALSE	
LoadBearing	TRUE	
Reference	150mm	
Roll	0.	
Slope	0.	
ThermalTransmitta...	3.	
Pset_ConcreteElement...		
ConcreteCover		10 [mm]
ConcreteCoverAtLi...		12 [mm]
ConcreteCoverAtM...		15 [mm]
ConstructionMeth...	On site	
ConstructionTolera...	High	
DimensionalAccur...	Dim.Acc.26	
ExposureClass	2c	
ReinforcementStre...	Reinforce.Strength	
ReinforcementVol...	35.3146667214886	
StrengthClass	6a	
StructuralClass	1b	
Pset_Condition		
AssessmentCondi...	Great	
AssessmentDescri...	No flaws	
Pset_Environmentallm...		
Reference	150mm	
Pset_PrecastConcreteE...		
PieceMark	SI-12	
TypeDesignator	SI	

Obrázek 39 - Exportované hodnoty parametrů elementu sloup - část 1

Pset_PrecastConcreteE...		
CornerChamfer		12 [mm]
DesignLocationNu...	33:a1	
ManufacturingTole...	Tolerance.High	
PieceMark	SI-12	
TypeDesignator	SI	
Pset_ReinforcementBa...		
Reference	150mm	
CZ_DataTemplateDesi...		
DataTemplateDes...	DataTemp	
DataTemplateID	996b215	
CZ_ClassificationSyste...		
CCICode	t-652	
CodeComponent	Code.9966	
ConstructiveSystem	SystemConstr	
FunctionalSystem	SystemFunct	
CZ_UserClassification		
Classification	Class.74.85.1	
ClassificationRefer...	Reference.Column	
CZ_SingleMaterial		
MaterialLayer	Concrete	
MaterialLayerSet	Set.26	
CZ_LayerMaterial		
Layers	Concrete	
Reference	Ref.336	
CZ_ColumnCommon		
Combustible	FALSE	
Compartmentation	TRUE	
Finish	Concrete	
FlammabilityRating	0.1	
SurfaceColor	Grey	
SurfaceSpreadOfFl...	Low	

Obrázek 40 - Exportované hodnoty parametrů elementu sloup - část 2

4.6 Výsledky exportu dle požadavků DSS

Závěrečné výsledky ověření exportu dle pravidel DSS byly zpracovány do dvou tabulek v sešitu Excel. První tabulka obsahuje seznam elementů a jejich příslušných IFC tříd v souladu s datovým standardem. Ke každému elementu patří výsledek exportu z aplikace Revit nacházející se na stejném řádku. Výsledky jsou děleny na automatický export, automatický s možností upravení exportu parametrem *IfcExportAs* nebo možný export pomocí parametru *IfcExportAs*, ale ne automatický. Pouze jednou se vyskytuje i výsledek negativní, do třídy *IfcSpatialZone* nebyl vyexportován požadovaný element. Test exportu do této třídy byl proveden i v aplikaci Revit 2021, výsledek byl také negativní. Pro ostatní elementy a jejich IFC třídy byly výsledky testování kladné. Poslední sloupec „Komentář“ popisuje podrobnosti ověřování. Překvapující bylo, že některé elementy se podařilo exportovat i do IFC entit, které nejsou uvedeny v seznamu podporovaných IFC tříd publikovaném společností Autodesk. Na druhou stranu bylo zjištěno, že přepsání exportu parametrem *IfcExportAs* funguje pouze pro některé elementy. Například bylo testováno přepsání elementů stěn a desek na export do *IfcFooting*. U desky to možné bylo, u stěny nikoliv. Celý seznam výsledků se nachází v Příloze 3.

Element	Ifc entity	Export
Deska	IfcSlab	Ano, popřípadě upravit parametry IfcExportAs a IfcExportType
Dveře	IfcDoor	Ano, automaticky
Komín	IfcChimney	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs
Lehký obvodový plášť	IfcCurtainWall	Ano, automaticky
Liniový element	IfcMember	Ano, popřípadě upravit parametrem IfcExportAs
Nosník	IfcBeam	Ano, automaticky
Obecný stavební element	IfcBuildingElementProxy	Ano, popřípadě upravit parametrem IfcExportAs
Okno	IfcWindow	Ano, automaticky
Pilota	IfcPile	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs
Plošný element	IfcPlate	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs
Povrchová úprava	IfcCovering	Ano, automaticky

Obrázek 41 - Souhrnná tabulka výsledků exportu elementů

Druhý sešit obsahuje vybrané elementy, všechny jejich požadované sady vlastností a vlastnosti IFC. Výjimku tvoří entita *IfcSpace*, kde je uvedena pouze jedna pracovní sada *Pset_SpaceCommon*. Důvodem je to, že datový standard je v rozpracované fázi a další pracovní sady zatím neobsahuje. Struktura výsledků ověřování je obdobná struktuře prvního souboru, tedy výsledek exportu je na stejném řádku jako požadavek dle DSS. Výsledky byly děleny opět na automatický export, popřípadě automatický s možností upravení parametry *IfcExportAs* a *IfcExportType*. Tyto parametry souvisí

s elementy a jejich atributem *Predefined Type*, který je uveden v požadavcích. Výsledek „Ano, automaticky“ u názvů některých sad vlastností neznámá, že celá sada vlastností i s parametry byla automaticky exportována. Je tím myšleno, že po přidání stejnojmenného parametru do projektu v programu Revit je vazba automaticky propojena do správné sady vlastností v IFC struktuře.

Výsledky jsou dále děleny na úspěšný export po přidání stejnojmenného parametru správného datového typu do skupiny *Parametry IFC* pro vlastnosti z obecných sad a na úspěšný export po definování v souboru *User defined property sets* pro vlastnosti z českých pracovních sad. U vlastností *Status* a *EnergySource* jsou uvedeny i jejich možné hodnoty, k nim je přiřazen odpovídající výsledek. U některých pracovních sad chybí parametry, protože DSS je stále ve vývoji.

Negativní výsledek se objevuje u některých požadovaných vlastností sad množství, jelikož je export do těchto vlastností omezen v aplikaci Revit, jak bylo popsáno v kapitole 4.3.2. Je uveden také u několika vlastností z obecných sad s datovým typem *IfcDate* a *IfcDuration*. Zaprvé, aplikace Revit nedisponuje žádnými datovými typy, které by byly obdobné těmto typům ze struktury IFC. Při testování byly tyto datové typy nahrazeny typem *Text*, ale export těchto parametrů, jmenovitě parametr *AssessmentDate* ze sady vlastností *Pset_Condition*, *ExpectedServiceLife* ze sady vlastností *Pset_EnvironmentallImpactIndicators* a *ServiceLifeDuration* ze sady *Pset_ServiceLife* neproběhl, i když hodnota parametrů byla dle formátu z dokumentace IFC4 [30].

Výsledek „Ne, protože součástí IfcSpace ve struktuře IFC“ se vyskytuje u některých vlastností třídy *IfcZone* a bylo ověřeno, že pokud jsou vlastnosti přiřazeny prostorům, jsou exportovány správně. Je pravděpodobné, že tyto vlastnosti u *IfcZone* v datovém standardu být nemají. Důvodem je opět práce s DSS v pracovní verzi.

Bylo zjištěno, že sady množství aplikace Revit neexportuje u všech elementů. Možnost v nastavení exportu se jmenuje *Exportovat základní množství* a jelikož u elementu podlaží nebyla sada exportována, mezi základní nepatří.

Entity *IfcDoorLiningProperties*, *IfcWindowLiningProperties* a *IfcWindowPanelProperties* uvedené v DSS u entit *IfcDoor* a *IfcWindow* aplikace Revit vyexportuje automaticky, ale nelze tyto entity nijak upravovat nebo definovat. Většina hodnot v těchto entitách ve struktuře IFC byla po testovacích exportech během práce nulová, kvůli tomu byl výsledek také vyhodnocen jako negativní. Hovoří se o tom, že budou tyto entity v budoucích verzích transformovány na sady vlastností [26].

Pset_DoorCommon				Ano, automaticky
	<i>Reference</i>		<i>IfcIdentifier</i>	Ano, automaticky
	<i>Status</i>			Ano, ale musí se přidat stejnojmenný parametr správného typu do skupiny parametrů Parametry IFC
		NEW		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
		EXISTING		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
		DEMOLISH		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
		TEMPORARY		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
		OTHER		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
		NOTKNOWN		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
		UNSET		Ano, jako hodnota přidaného parametru Status
	<i>FireRating</i>		<i>IfcLabel</i>	Ano, ale musí se přidat stejnojmenný parametr správného typu do skupiny parametrů Parametry IFC
	<i>Combustible</i>		<i>IfcBoolean</i>	Ano, ale musí se přidat stejnojmenný parametr správného typu do skupiny parametrů Parametry IFC
	<i>SurfaceSpread OfFlame</i>		<i>IfcLabel</i>	Ano, ale musí se přidat stejnojmenný parametr správného typu do skupiny parametrů Parametry IFC
	<i>ThermalTransmittance</i>		<i>IfcThermalTransmittanceMeasure</i>	Ano, ale musí se přidat stejnojmenný parametr správného typu do skupiny parametrů Parametry IFC
	<i>IsExternal</i>		<i>IfcBoolean</i>	Ano, automaticky
	<i>HygrothermalRating</i>		<i>IfcLabel</i>	Ano, ale musí se přidat stejnojmenný parametr správného typu do skupiny parametrů Parametry IFC

Obrázek 42 - Příklad výsledků exportu sady vlastností *Pset_DoorCommon*

Na obrázku lze vidět několik možných výsledků. Je třeba upřesnit, že vlastnost *IsExternal* má vazbu na vestavěný parametr *Funkce* v aplikaci Revit, tím pádem je vyexportován automaticky. Pro lepší přehled je však doporučeno přidat do projektu stejnojmenný parametr do skupiny *Parametry IFC*. Ten tím získá prioritu při exportu a vlastnost ze struktury IFC s ním bude automaticky propojena.

Tato souhrnná tabulka je přiložena v elektronické podobě, viz Příloha 4.

5 Import IFC

5.1 Připojení IFC souboru

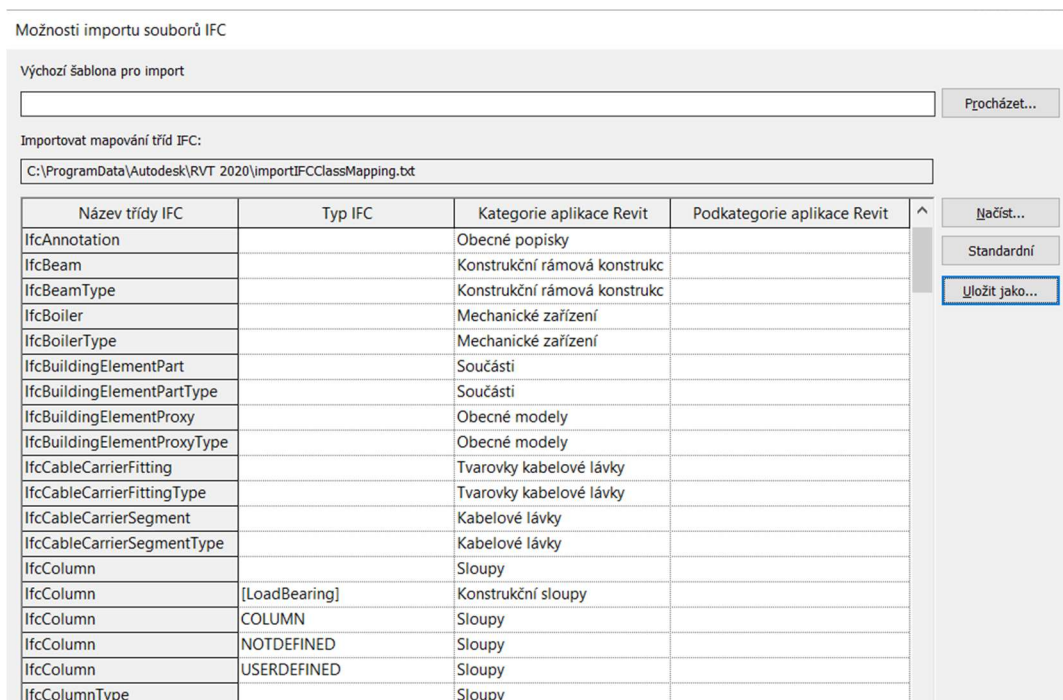
Postup připojení IFC souboru je obdobný procesu připojení souborů RVT nebo CAD. Funkce se nachází na kartě *Vložit*. Připojený soubor je automaticky aktualizován při otevření souboru nebo je možné jej manuálně aktualizovat v prohlížeči projektu. Aktualizace proběhne, pokud je soubor stále stejně umístěn [17].

Připojení IFC souboru je preferováno k účelu koordinace, jelikož negeneruje objekty aplikace Revit [17]. Doplňující možnost chybí, protože program je konfigurován dle nastavení pro nejlepší výsledek [17]. Kvalitu souboru tedy ovlivňuje především předcházející export.

5.2 Otevření IFC souboru

V některých případech je nezbytné soubor IFC přímo otevřít v programu Revit. Tento postup není doporučen, jelikož se při exportu ztrácí parametrizace elementů a jiné informace. Při importu jsou IFC objekty transformovány na prvky aplikace Revit, což může být časově náročné zvláště, když je model velký. Zde opět kvalita závisí z velké části na nastavení předcházejícího exportu a také výběru MVD a verze IFC. Během tohoto procesu lze upravit některá nastavení na rozdíl od procesu připojení IFC souboru.

Okno *Možnosti importu souborů IFC* je otevřeno v kartě *Soubor > Otevřít > Možnosti IFC*. Zde se nachází tabulka vazeb mezi třídou IFC a kategorií aplikace Revit, viz obrázek níže. Vazby tyto tabulky načítají ze souboru odděleného tabulátorem [17], stejně jako u souborů v kapitole 4.



Obrázek 43 - Vazby tříd IFC na kategorie aplikace Revit pro import

Na obrázku je vidět, že lze konkretizovat nejen typ IFC, tedy *Predefined Type*, ale i vlastnost *LoadBearing*. Pokud je vlastnost *LoadBearing* rovna hodnotě „True“, sloup je přiřazen *Konstrukčním sloupům*. Při ověření v průběhu práce tato funkce splnila předpoklad.

Tento soubor lze opět načíst externě, a tím pádem pokud by vyvstal požadavek, je soubor možné standardizovat dle požadavků DSS a uvolnit ke stažení pro sjednocení procesu importu.

6 Analýza dokumentu Požadavky na data pro fázi DZS

Bylo rozhodnuto, že na základě zkušeností nabytých v průběhu práce a na základě předešlého studia na Fakultě elektrotechnické bude okomentována textová část metodického dokumentu „Požadavky na data pro fázi DZS“. Dokument je rozdělen na požadavky na dokumenty v digitální podobě, a dále na požadavky na informační model stavby, které se skládají z několika sekcí obecných požadavků od geometrie modelu po požadavky na konkrétní typy objektů. Další kapitola dokumentu se zabývá specifickými požadavky a zásadami dle oborové příslušnosti, je rozdělena na architektonicko-stavební část, konstrukční část, část TZB, část prostorových objektů apod. Ve většině případů byly psány pouze komentáře, pokud se však požadavek týkal vybraných elementů, byla jeho splnitelnost ověřena v aplikaci Revit. Když je v této části odkazováno na čísla kapitol, jsou tím myšleny kapitoly metodického dokumentu Požadavky na data pro fázi DZS, pokud není řečeno jinak.

6.1 Obecné požadavky

Kapitola Požadavky na dokumenty v digitální podobě je psaná stručně a vzhledem k orientaci v dokumentu je příhodnější sdělovat požadavky v tabulce, než textově. V kapitole 1.6.1.1 se nachází požadavek, aby v modelu nebyly duplicity. Musí být uvedena skutečnost, že jsou v aplikaci Autodesk Revit při tvorbě modelu architektonického a modelu TZB, konkrétně zdravotnický, umísťovány stejné prvky, jako například umyvadla, do obou souborů. V architektonickém modelu je umístěno umyvadlo a v modelu TZB je na stejné místo umístěn stejný prvek, byť s jinými vlastnostmi a možnostmi. Prvky jsou tedy v jiných souborech, ale dohromady tvoří jeden model budovy. Pro kapitolu 1.6.1.3 a pro související úseky jak tohoto dokumentu, tak obecně požadavků, lze navrhnout, aby se pravidla alespoň z části opřela o LOD definované organizací BIMforum.org. Je jasné, že LOD samotné nevyhovuje všem požadavkům českých norem, ale pro určité zobecnění, odkazování nebo přiblížení grafické podrobnosti je vhodné. U geometrické přesnosti modelu, kapitola 1.6.1.5, je doporučeno uvést, zda je nutné při vkládání 2D podkladů opravovat čáry, které jsou lehce mimo osu, nebo modelovat přesně podle výkresů. V aplikaci Autodesk Revit je tato možnost součástí importu. Dále v této kapitole není jasné, proč by měly být některé TZB systémy vyjmuty z požadavku, aby objekty na sebe navazovaly. Pokud je plán využít BIM modely i v provozní fázi budovy, tím spíše by na sebe TZB systémy měly navazovat, kvůli analytickým výpočtům. V kapitole 1.6.1.7 je možné rozšířit, že tyto požadavky mohou být limitovány možnostmi využívaných programů, stejně jako uvedeno v kapitole 1.6.1.6. Za druhé musí být uvedeno, že požadavek: „V případě, že vlastnost není pro daný element / objekt / projekt relevantní, uvádí se ‚není relevantní‘ nebo ‚NIL‘ u IFC“ není splnitelný pro určité datové typy. Například do vlastnosti typu Boolean nebo Číslo (Integer/Real) nelze napsat řetězec znaků. Jediná možnost, která se jeví jako reálná, je nechat parametry prázdné. Tak budou mít hodnotu *null*. U datového typu Číslo lze vymyslet posloupnost číslic, která by fungovala jako označení, že vlastnost není

relevantní, ale datový typ Boolean může nabývat hodnot pouze *True*, *False*, nebo *null*. Je třeba zmínit, že aplikace Revit vůbec neexportuje prázdné parametry do IFC, jak je uvedeno v kapitole 4.3 této práce, a to nemusí být žádoucí. V kapitole 1.6.1.8 není zmíněno do jakého klasifikačního systému mají být objekty zařazeny. Je vítána každá sekce, kde je zmíněno, že Objednatel může upravit požadavky dle potřeb projektu, jako je tomu na začátku kapitoly „Obecné požadavky na vazby a strukturu modelu (členění)“. Není jasné, zda je v kapitole 1.6.1.18 myšleno stálé přiřazení barev jednotlivým elementům skrz celý model nebo pouze v určitém pohledu. Je doporučeno odlišení barvami uchovat pouze ve speciálním pohledu na model vytvořeném pro tento účel. Poslední komentář se týká kapitoly 1.9, části ZTI, kde není zřejmé, co značí obecné elementy.

6.2 Vybrané stavební elementy

Pro vybrané stavební elementy, tedy stěny (nosné i obvodové), sloupy, desky, okna a dveře, byly požadavky na modelování přímo ověřeny. Některé postupy byly použity v modelu UCEEB, ostatní v testovacím souboru. U elementu deska byla zkontrolována i splnitelnost požadavků na export do IFC, kde byly uvedeny konkrétní typy IFC tříd, např. pro stropní desku třída *IfcSlab* typ *FLOOR*. Musí být poznamenáno, že podlaha je v programu Revit modelována nástrojem *Podhled*, na rozdíl od stropní desky, která je modelována nástrojem *Podlaha*. Při exportu modelu do IFC bylo zjištěno, že prvek *Podhled* nelze exportovat do typu *FLOORING*, zůstává ve třídě *IfcCovering* typu *CEILING*. Element vytvořený nástrojem *Podlaha* bylo možné exportovat do třídy *IfcCovering* typu *FLOORING*. U dveří je třeba uvést, že výška prvku v programu Revit je průchodná výška bez rámu, šířka obdobně. U oken je tomu naopak, rozměry určují celkový objekt. Tyto informace jsou poté automaticky exportovány do *OverallHeight* a *OverallWidth*.

6.3 Zhodnocení požadavků

Požadavky jsou psány stručně a srozumitelně. V případě aplikace Revit je možné navrhnout podnět k diskusi, a to ohledně využití doplňku BIM Interoperability Tools. Lze využít nástroje tohoto doplňku, například *Model Checker*, který může automaticky kontrolovat pojmenování elementů/objektů, informace o projektu, výchozí bod, verzi aplikace a podobně. Další funkci, kterou doplněk obsahuje je klasifikační nástroj. V něm lze nahrát klasifikační systém a elementy přehledně zařazovat. Pokud nástroje nestačí požadavkům DSS, je na místě navrhnout vývoj nového doplňku pro kontrolu právě těchto požadavků nebo využít prostředí Dynamo.

7 Energetická optimalizace budovy

7.1 Energetická optimalizace při návrhu stavby

Program Autodesk Revit přímo disponuje nástroji pro vytvoření energetického modelu budovy. V kartě *Analyzovat* je k nalezení sekce s názvem *Energetická optimalizace*, kde může uživatel určit geografickou polohu objektu, provést analýzu systémů a vytvořit samotný energetický model budovy, který lze dále optimalizovat v nástroji Autodesk Insight.

Prvky patřící do energetického výpočtu mají skupinu parametrů s názvem *Analytické vlastnosti*, které musí být vyplněny pro správný výpočet. Prvkům se skladbou jednotlivých vrstev, jako je například stěna, program sám spočítá tyto hodnoty na základě termálních vlastností materiálů přiřazených vrstvám. Důležitým krokem je zkontrolovat, zda je zaškrtnut výpočet jak ploch, tak objemů u místností nebo prostorů. Toto nastavení lze nalézt po rozkliknutí sekce *Místnost a plocha* pro místnosti nebo *Prostory a zóny* pro prostory, a poté otevření okna *Výpočty ploch a objemů*. Další nastavení, které je třeba vyplnit, se nachází v kartě *Analyzovat* > *Energetická optimalizace* > *Energetická nastavení*, kde lze zvolit například typ budovy, typ provozu, systémy vzduchotechniky, údaje o venkovním vzduchu a podobně.

Po vyplnění hodnot a nastavení lze vytvořit energetický model, který je uložen jako nový pohled s analytickými prostory. Tento energetický model lze dále generovat do nástroje Autodesk Insight. Výpočet proběhne v cloudové službě a dorazí na e-mailovou adresu. Výsledek lze otevřít ve webovém prohlížeči v nástroji Autodesk Insight. Informace ohledně energetického modelu jsou přehledně zobrazeny v dlaždicích a nachází se zde i tipy, jak model optimalizovat. Data a všechny grafy lze exportovat ve formě obrázků.

Přesnější energetická optimalizace je možná ve specializovaných CAFM systémech s použitím modelu s návrhovými hodnotami jako referencemi.

7.2 Energetická optimalizace provozu budovy s využitím IFC

Soubor IFC obsahuje všechna grafická i negrafická data o modelu. Pro provoz budovy nejsou potřeba všechny informace, a proto byl vyvinut mezinárodní standard Construction Operations Building information exchange (COBie), který je podmnožinou souboru IFC. Tento standard definuje datovou strukturu pro výměnu informací o stavbě mezi zhotovitelem a budoucím provozovatelem. Tím se provozovatel vyhne evidenci veškerých zařízení a ostatních potřebných objektů a postačí pouze kontrola správnosti [31].

Pro tento proces standardizovala společnost buildingSMART speciální MVD: *FM Basic Handover* a novější *COBie 2.4 Design Deliverable*. Obě definice jsou součástí výchozího nastavení pro export do IFC v aplikaci Autodesk Revit pro verzi IFC2x3 [32].

Vlastnosti IFC potřebné k provozu budovy je možné rozdělit do následujících skupin:

- **Rozměrové:** Parametry typu výška, šířka, délka a podobné. Do IFC jsou exportovány automaticky nebo jako sady množství. Lze je využít při energetické optimalizaci. Příklad: Vlastnost *Width* v sadě *Qto_WallBaseQuantities*.
- **Tepelně technické nebo analytické:** Data potřebná pro analytické výpočty. U stavebních elementů je to převážně prostup tepla, u prostorů je dat k dispozici mnohem více. Požadované při výpočtu energetické optimalizace. Příklad: *ThermalTransmittance* v sadě vlastností *Pset_WallCommon* (u stěny), u prostorů jsou to sady *Pset_ThermalLoadDesignCriteria*, *Pset_SpaceThermalDesign*, *Pset_SpaceThermalRequirements*, *Pset_SpaceThermalLoad*, kde se vyskytují údaje o tepelné zátěži, o tepelných ziscích a ztrátách, o větrání, klimatizaci, chlazení a podobně.
- **Klasifikační:** Údaje o zařazení do klasifikace. Příklad: Sady vlastností *CZ_ClassificationSystemCCI* a *CZ_UserClassification* vyskytující se u všech IFC tříd dle DSS.
- **Provozní:** Údaje o životnosti prvků, o kontrolách a revizích. Vlastnosti, které nelze exportovat kvůli chybějícím datovým typům v aplikaci Revit lze nahradit obdobnými textovými vlastnostmi v nově definovaných sadách vlastností. Příklad: Sada vlastností *Pset_Condition*, vlastnost *ExpectedServiceLife* v sadě *Pset_EnvironmentalImpactIndicators*, u zón je to sada vlastností *Pset_ServiceLifeFactors*.
- **Informační nebo obecné:** Ostatní vlastnosti, které nesou data potřebná k provozu budovy. Příklad: *FireExit* v sadě *Pset_DoorCommon* nebo *HandicapAccessible* v sadě *Pset_SpaceCommon*.

Závěr

V této práci byl ověřen export 3D informačního modelu vytvořeného v aplikaci Autodesk Revit do formátu IFC dle požadavků Datového standardu stavebnictví, který byl poskytnut v rozpracované verzi. Ve třetí kapitole je popsán proces tvorby modelu budovy. Předmětem modelování bylo Univerzitní centrum energeticky efektivních budov. Práce zahrnuje jak architektonické řešení stavby, tak vybranou profesi technických zařízení budovy, obojí bylo vytvořeno dle dokumentace o skutečném provedení. Bylo vysvětleno připojení externích referencí a rozdělení objektu pro lepší orientaci v modelu. Jsou vypsány všechny dílčí kategorie elementů, jejich pojmenování, přiřazený materiál, popřípadě okomentované nesrovnalosti. Pro účely této práce bylo vytvořeno několik nových rodin objektů, které slouží jako zástupné prvky nebo zjednodušené modely. Tvorba modelů byla konzultována se správcem budovy, panem Janem Plškem, z důvodu možnosti budoucího využití modelu pro FM.

Čtvrtá kapitola byla věnována exportu modelu do IFC. Bylo popsáno rozhraní nástroje IFC export, který je součástí aplikace Revit. Byl ověřen export elementů v souladu s DSS, a také byla testována možnost jeho přepisování parametry *IfcExportAs* a *IfcExportType*. Následovalo ověření exportu parametrů do správných sad vlastností ve struktuře IFC pro vybrané elementy. Export parametrů byl řešen zvlášť pro parametry, které náleží obecným sadám vlastností, českým sadám vlastností a sadám množství. Bylo otestováno mapování jinak se jmenujících parametrů na vlastnosti IFC. Pro dílčí části exportu byly navrženy možnosti standardizace použitých textových souborů. Tyto možnosti jsou popsány v relevantních kapitolách.

Výsledky exportu dle požadavků DSS byly shrnuty do dvou přehledových tabulek, první pro export elementů a druhá pro export parametrů vybraných elementů. Dále byly navrženy dva postupy přidání parametrů do projektu, jeden s využitím nástroje Dynamo, druhý s využitím přesunu projektových standardů mezi projekty aplikace Autodesk Revit. Tento postup byl zároveň doporučen pro standardizaci. Důvodem pro standardizaci postupu přidání parametrů do projektu nebo textových souborů použitých při exportu je především vyvarování se chyb, které by mohly způsobit problémy během výměny dat.

V kapitole 4.5 byl popsán postup hromadného zapsání konkrétních hodnot do požadovaných parametrů a ověření jejich exportu na příkladu. Postupy exportu a ověření proběhly na modelu budovy UCEEB a na experimentálním objektu TICO, jehož model byl vytvořen v paralelním projektu. Následně v páté kapitole byl stručně zmíněn import IFC souboru do aplikace Revit z důvodu výskytu dalšího textového souboru nastavení, který může být předmětem standardizace.

V kapitole 6 byla analyzována metodická textová část „Požadavky na data pro fázi DZS“ a diskutovány nejasnosti. V sedmé kapitole byly probrány možnosti využití informačního modelu při energetické optimalizaci budovy. Prozkoumán byl nástroj energetického modelu, který je součástí programu a dále bylo popsáno využití zvláštních MVD pro export modelu do IFC za účelem jeho použití v FM a rozebrány parametry, které jsou důležité pro optimalizaci.

Seznam použité literatury

- [1] *Koncepce zavádění metody BIM v České republice*. online, 2017. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>
- [2] Building information modeling. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling
- [3] AUTODESK BUILDING INDUSTRY SOLUTIONS. *Building Information Modeling*. online, 2002.
- [4] TESAŘ, Petr. *Implementace metody BIM do prostředí letiště*. Praha, 2019. Diplomová práce. České vysoké učení technické, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Ondřej Štrup.
- [5] 5.6. BIM a Facility Management (FM). *Koncepce BIM 2022* [online]. Praha, Česká republika: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/296-5-6-bim-a-facility-management-fm>
- [6] STRNADL, Martin. *Vyhodnocení využití BIM pro výstavbové projekty malého rozsahu*. Praha, Česká republika, 2015. Diplomová práce. České vysoké učení technické, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Petr Matějka.
- [7] ŠPALEK, Michal. Co znamená pojem LOD v BIM?. *TZB-info* [online]. online: Topinfo s.r.o., 2001 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20352-co-znamená-pojem-lod-v-bim>
- [8] BIMFORUM. *LOD Spec 2019: For Building Information Models*. online, 2019. Dostupné také z: <https://bimforum.agc.org/lod/>
- [9] ŽÁK, Josef, Jaroslav VESELÝ a Jaroslav NECHYBA. *Koncept návrhu - Společné datové prostředí - CDE: Common Data Environment*. online, 2018. Dostupné také z: <https://www.ceskainfrastruktura.tv/wp-content/uploads/2018/06/3-Josef-Zak-CDE.pdf>
- [10] A co je vlastně ten BIM?. *BIM.Point* [online]. online: Bim.Point, 2020 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.bim-point.com/a-co-je-vlastne-ten-bim&language=1>
- [11] 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*. První vydání. Praha, Česká republika: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [12] Stage 2 Concept: Create the Employers Information Requirements. *Building Information Modelling - Scottish Futures Trust* [online]. online: The Scottish Futures Trust, 2013 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level2/stage/2/task/8/create-the-employers-information-requirements>

- [13] Jak zadat projekt s požadavkem na BIM. *CadBIM.cz* [online]. Praha, Česká republika: cadconsulting, spol. s r.o., 2019 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://cadbim.cz/jak-zadat-projekt-s-pozadavkem-na-bim/>
- [14] What is a BIM Execution Plan (BEP)?. *NBS* [online]. Velká Británie: National Building Specification, 2012 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-a-bim-execution-plan-bep>
- [15] Industry Foundation Classes. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes
- [16] *Stanovisko k využití formátu IFC v návaznosti na opatření č. 7 UV č. 682.* online, 2019. Dostupné také z: https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2019/4/FIN_CAS_Stanovisko_vyuzitii_IFC_17-04-19.pdf
- [17] *Revit IFC manual: Detailed instructions for handling IFC files.* online, 2018. Dostupné také z: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/drafr/2528/180213_IFC_Handbuch.pdf
- [18] IFC Specifications Database. *BuildingSMART Technical Resources* [online]. online: buildingSMART International, Ltd., 2020 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>
- [19] *Usnesení vlády České republiky ze dne 2. listopadu 2016 č. 958 o významu metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení.* První. Praha, Česká republika: Vláda České republiky, 2016.
- [20] Výhled na další období. *Koncepce BIM 2022* [online]. Praha, Česká republika: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/440-vyhled-na-dalsi-obdobi>
- [21] ŽÁK, Josef. Použití BIM (BIM uses) – základní mapa datového standardu. *Koncepce BIM 2022* [online]. Praha, Česká republika: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/284-pouziti-bim-bim-uses-zakladni-mapa-datoveho-standardu>
- [22] Certified Software. *BuildingSMART* [online]. online: buildingSMART International, Ltd., 2020 [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/>
- [23] Budova UCEEB. *UCEEB | Univerzitní centrum energeticky efektivních budov* [online]. Buštěhrad, Česká republika: UCEEB, ČVUT v Praze, 2014 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.uceeb.cz/budova-uceeb>
- [24] Free MEP Clash-Point Hole-Cutting Tool. <http://www.aga-cad.com/> [online]. online: AGA CAD, UAB, 2019 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <http://www.aga-cad.com/products/tools4revit/cut-opening-free>
- [25] Supported IFC Classes. *Autodesk Knowledge Network - Revit 2020* [online]. San Rafael, CA: Autodesk Inc., 2020 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z:

<https://help.autodesk.com/view/RVT/2020/ENU/?guid=GUID-EE6C0CF8-7671-4DCC-B0C7-EEA7513C90A9>

- [26] *Interview with Dr. Sergej Muhic, (buildingSMART, TU Graz, Siemens AG), 2020. b.r.*
- [27] RTV Shared parameter Manager. <https://www.rtvtools.com/> [online]. Wellington, New Zealand: RTV Tools Limited, 2007 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.rtvtools.com/product/rtv-shared-parameter-manager/>
- [28] Custom parameter mapping. *IFC for Revit | Sourceforge.net* [online]. online: Slashdot Media, 2011 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://sourceforge.net/p/ifcexporter/wiki/Custom%20parameter%20mapping/>
- [29] ParameterType Enumeration. *Revit API Docs: Online documentation for Revit* [online]. online: Gui Talarico, 2020 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.revitapidocs.com/2017/f38d847e-207f-b59a-3bd6-eb5a80d5be63.htm>
- [30] IfcDuration. *Industry Foundation Classes 4.0.2.1 Version 4.0 - Addendum 2 - Technical Corrigendum 1* [online]. online: buildingSMART International Ltd., 1996-2020 [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/schema/ifcdatetime/resource/lexical/ifcduration.htm
- [31] Co je COBie?. *BIMfo* [online]. Praha: CAD Studio s.r.o., CASUA s.r.o., 2010 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Co-je-COBie.aspx>
- [32] MVD Database. *BuildingSMART Technical Resources* [online]. online: buildingSMART International, Ltd., 2019 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/mvd-database/>

Seznam zkratek

Zkratka	Celý výraz
AIA	American Institute of Architects
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
CAFM	Computer Aided Facility Management
CDE	Common Data Environment
COBie	Construction Operations Building information exchange
CRAB	Centrální Registr Administrativních Budov
CSI	Construction Specifications Institute
DSS	Datový standard stavebnictví
DZS	Dokumentace pro zadání stavby
EIR	Employer's Information Requirements
FM	Facility Management
HTML	Hypertext Markup Language
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development/Level of Detail
MD	Ministerstvo dopravy
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MVD	Model View Definition
TZB	Technická zařízení budov
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
XML	Extensible Markup Language
XREF	Externí reference

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 - Různé úrovně LOD [7]	10
Obrázek 2 - Informační podrobnost modelu [7]	11
Obrázek 3 - Společné datové prostředí [10].....	11
Obrázek 4 - Model ve finální podobě	18
Obrázek 5 - Tabulka pracovních sad.....	19
Obrázek 6 - Rozložení částí objektu.....	20
Obrázek 7 - Spojovací prvek	24
Obrázek 8 - Prvek spojující trámy.....	24
Obrázek 9 - Patka sloupu ve tvaru kvádrů.....	25
Obrázek 10 - Umístění kvádrové patky v modelu	25
Obrázek 11 - Patka sloupu ve tvaru válce	25
Obrázek 12 - Umístění válcové patky v modelu	25
Obrázek 13 - Ztužující diagonály umístěné v modelu.....	26
Obrázek 14 - Detail modelu profese vytápění.....	27
Obrázek 15 - Detail levé strany panelu s přívodem	29
Obrázek 16 - Umístění sálavého panelu v modelu.....	29
Obrázek 17 - Výběr pracovních sad pro detekci kolizí.....	31
Obrázek 18 - Výsledky detekce kolizí	31
Obrázek 19 - Zobrazení kolize	32
Obrázek 20 - Příklad exportovaného výsledku ve formátu HTML.....	33
Obrázek 21 - Hlavní dialogové okno exportu do IFC	34
Obrázek 22 - Možnosti exportu do IFC.....	35
Obrázek 23 - Vazby tříd IFC na kategorie aplikace Revit	36
Obrázek 24 - Textový soubor obsahující vazby	36
Obrázek 25 - Výsledky filtru entity IfcSlab.....	37
Obrázek 26 - Příklad vytvoření parametru a přiřazení ke kategorii Dveře.....	41
Obrázek 27 - Exportovaná sada množství u elementu stěna	42
Obrázek 28 - Definované české sady vlastností v externím textovém souboru	44
Obrázek 29 - Příklad definování vazby	45
Obrázek 30 - Uzel CreateSharedParameter	47
Obrázek 31 - Část skriptu načítající data ze sešitu Excel	48
Obrázek 32 - Skript v jazyce Python pro rozdělení kategorií.....	49
Obrázek 33 - Výsledek uzlu v jazyce Python - vnořené seznamy kategorií.....	49
Obrázek 34 - Přesun projektových standardů.....	51
Obrázek 35 - Uzel nastavující hodnotu parametru	52
Obrázek 36 - Skript v jazyce Python pro kontrolu datových typů	53
Obrázek 37 - Vyplněné parametry elementu sloup - část 1	54
Obrázek 38 - Vyplněné parametry elementu sloup - část 2.....	54
Obrázek 39 - Exportované hodnoty parametrů elementu sloup - část 1.....	55
Obrázek 40 - Exportované hodnoty parametrů elementu sloup - část 2.....	55
Obrázek 41 - Souhrnná tabulka výsledků exportu elementů.....	56
Obrázek 42 - Příklad výsledků exportu sady vlastností Pset_DoorCommon	58
Obrázek 43 - Vazby tříd IFC na kategorie aplikace Revit pro import.....	60

Autorem obrázků bez reference je autor této práce.

Přílohy

Příloha 1 - Soubor nastavení exportu

```
{  
  "Name": "IFC4 UCEEB IFC Test",  
  "IFCVersion": 25,  
  "IFCFileType": 0,  
  "SpaceBoundaries": 0,  
  "SitePlacement": 0,  
  "ActivePhaseId": {  
    "IntegerValue": -1  
  },  
  "ExportBaseQuantities": true,  
  "SplitWallsAndColumns": false,  
  "ExportInternalRevitPropertySets": false,  
  "ExportIFCCommonPropertySets": true,  
  "Export2DElements": false,  
  "VisibleElementsOfCurrentView": false,  
  "Use2DRoomBoundaryForVolume": false,  
  "UseFamilyAndTypeNameForReference": false,  
  "ExportPartsAsBuildingElements": false,  
  "ExportSolidModelRep": false,  
  "ExportSchedulesAsPsets": false,  
  "ExportUserDefinedPsets": true,  
  "ExportUserDefinedPsetsFileName": "D:\\Autodesk\\Projects\\Projekt DP\\IFC\\Požadované  
parametry\\CZ_PSETS.txt",  
  "ExportUserDefinedParameterMapping": true,  
  "ExportUserDefinedParameterMappingFileName": "D:\\Autodesk\\Projects\\Projekt  
DP\\IFC\\Požadované parametry\\Parameter_Mapping_Table.txt",  
  "ExportBoundingBox": false,  
  "IncludeSiteElevation": false,  
  "UseActiveViewGeometry": false,  
}
```



```
"ExportSpecificSchedules": false,  
"TessellationLevelOfDetail": 0.75,  
"UseOnlyTriangulation": false,  
"StoreIFCGUID": false,  
"ExportRoomsInView": false,  
"ExportLinkedFiles": false,  
"ActiveViewId": -1,  
"ExcludeFilter": "",  
"COBieCompanyInfo": "",  
"COBieProjectInfo": "",  
"IncludeSteelElements": false,  
"UseTypeNameOnlyForIfcType": false,  
"UseVisibleRevitNameAsEntityName": false,  
"IsBuiltIn": false,  
"IsInSession": false,  
"FileVersionDescription": "IFC4 Reference View"  
}
```

Příloha 2 - Soubor s uživatelsky definovanými sadami vlastností

#

PropertySet: CZ_DataTemplateDesignation I IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoor

DataTemplateID Label CZ_DataTemplateDesignation.DataTemplateID

DataTemplateDescription Text

CZ_DataTemplateDesignation.DataTemplateDescription

#

PropertySet: CZ_ClassificationSystemCCI I

IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoor,IfcSanitaryTerminal,IfcBoiler,IfcPipeSegment,IfcPipeFitting,IfcZone

CCICode Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.CCICode

FunctionalSystem Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.FunctionalSystem

ConstructiveSystem Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.ConstructiveSystem

CodeComponent Identifier CZ_ClassificationSystemCCI.CodeComponent

#

PropertySet: CZ_UserClassification I

IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoor,IfcSanitaryTerminal,IfcBoiler,IfcPipeSegment,IfcPipeFitting,IfcZone

Classification Text CZ_UserClassification.Classification

ClassificationReference Text CZ_UserClassification.ClassificationReference

#

PropertySet: CZ_SingleMaterial I

IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoor,IfcSanitaryTerminal,IfcBoiler,IfcPipeSegment,IfcPipeFitting

MaterialLayerSet Identifier CZ_SingleMaterial.MaterialLayerSet

MaterialLayer Label CZ_SingleMaterial.MaterialLayer

#

PropertySet: CZ_LayerMaterial I

IfcWall,IfcColumn,IfcSlab,IfcWindow,IfcDoor,IfcPipeFitting

Reference Identifier CZ_LayerMaterial.Reference

Layers Label CZ_LayerMaterial.Layers

#

PropertySet: CZ_Flooring I IfcSlab

HasNonSkidSurface Boolean CZ_Flooring.HasNonSkidSurface

```

        HasAntiStaticSurface  Boolean      CZ_Flooring.HasAntiStaticSurface
#
PropertySet:  CZ_Ceiling      I          IfcSlab
        Permeability  NormalisedRatio  CZ_Ceiling.Permeability
        TileLength    PositiveLength  CZ_Ceiling.TileLength
        TileWidth     PositiveLength  CZ_Ceiling.TileWidth
#
PropertySet:  CZ_WallCommon   I          IfcWall
        FlammabilityRating  Label  CZ_WallCommon.FlammabilityRating
        Finish  Text  CZ_WallCommon.Finish
        HygrothermalRating  Label  CZ_WallCommon.HygrothermalRating
        WaterTightnessRating  Label  CZ_WallCommon.WaterTightnessRating
#
PropertySet:  CZ_ColumnCommon I          IfcColumn
        Combustible  Boolean      CZ_ColumnCommon.Combustible
        SurfaceSpreadOfFlame  Label  CZ_ColumnCommon.SurfaceSpreadOfFlame
        Compartmentation  Boolean      CZ_ColumnCommon.Compartmentation
        FlammabilityRating  Label  CZ_ColumnCommon.FlammabilityRating
        Finish  Text  CZ_ColumnCommon.Finish
        SurfaceColor  Label  CZ_ColumnCommon.SurfaceColor
#
PropertySet:  CZ_SlabCommon   I          IfcSlab
        FlammabilityRating  Label  CZ_SlabCommon.FlammabilityRating
        Finish  Text  CZ_SlabCommon.Finish
        HygrothermalRating  Label  CZ_SlabCommon.HygrothermalRating
        WaterTightnessRating  Label  CZ_SlabCommon.WaterTightnessRating
        HasNonSkidSurface  Boolean      CZ_SlabCommon.HasNonSkidSurface
        SurfaceColor  Label  CZ_SlabCommon.SurfaceColor
#
PropertySet:  CZ_WindowCommon I          IfcWindow

```

Combustible Boolean CZ_WindowCommon.Combustible
SurfaceSpreadOfFlame Label CZ_WindowCommon.SurfaceSpreadOfFlame
Compartmentation Boolean CZ_WindowCommon.Compartmentation
FlammabilityRating Label CZ_WindowCommon.FlammabilityRating
Finish Text CZ_WindowCommon.Finish
HygrothermalRating Label CZ_WindowCommon.HygrothermalRating
SelfClosing Boolean CZ_WindowCommon.SelfClosing

#

PropertySet: CZ_DoorCommon I IfcDoor
Compartmentation Boolean CZ_DoorCommon.Compartmentation
FlammabilityRating Label CZ_DoorCommon.FlammabilityRating
Finish Text CZ_DoorCommon.Finish
SurfaceColor Label CZ_DoorCommon.SurfaceColor

#

PropertySet: CZ_ConstituentMaterial I IfcSanitaryTerminal,IfcBoiler
ConstituentReference Identifier CZ_ConstituentMaterial.ConstituentReference
Constituents Label CZ_ConstituentMaterial.Constituents

#

PropertySet: CZ_ProfileMaterial I IfcPipeSegment
Reference Identifier CZ_ProfileMaterial.Reference
Profiles Label CZ_ProfileMaterial.Profiles

#

Příloha 3 - Seznam výsledků exportu elementů

Element	IFC entity	Export	Ověřeno na příkladu	Komentář
Deska	IfcSlab	Ano, popřípadě upravit parametry IfcExportAs a IfcExportType	Ano	
Dveře	IfcDoor	Ano, automaticky	Ano	
Komín	IfcChimney	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs	Ano	I když není v seznamu podporovaných IFC tříd, povedlo se sloup exportovat jako IfcChimney. Element stěna takto přepsat nešla
Lehký obvodový plášť	IfcCurtainWall	Ano, automaticky	Ano	
Liniový element	IfcMember	Ano, popřípadě upravit parametrem IfcExportAs	Ano	Přepsání ověřeno na elementu Sloup. Automaticky se exportují příčle obvod. Pláště
Nosník	IfcBeam	Ano, automaticky	Ano	
Obecný stavební element	IfcBuildingElementProxy	Ano, popřípadě upravit parametrem IfcExportAs	Ano	element Stěna nešla takto přepsat, element Deska (Podlaha) ano
Okno	IfcWindow	Ano, automaticky	Ano	
Pilota	IfcPile	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs	Ano	Přepsání ověřeno na elementu Sloup
Plošný element	IfcPlate	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs	Ano	element Stěna nešla takto přepsat, element Deska (Podlaha) ano. Automaticky se exportují panely obvodového pláště
Povrchová úprava	IfcCovering	Ano, automaticky	Ano	Nástroj v Revitu Podhled se exportoval správně. Element stěna tímto přepsat nešla
Rampa	IfcRamp	Ano, automaticky	Ano	
Schodiště	IfcStair	Ano, automaticky	Ano	
Schodišřové rameno	IfcStairFlight	Ano, automaticky	Ano	
Sloup	IfcColumn	Ano, automaticky	Ano	
Stínící element	IfcShadingDevice	Ano, musí se exportovat přes parametr IfcExportAs	Ano	element Stěna nešla takto přepsat, element Deska (Podlaha) ano
Stěna	IfcWall	Ano, automaticky	Ano	
Střecha/střešní plášř	IfcRoof	Ano, automaticky	Ano	
Zábradlí	IfcRailing	Ano, automaticky	Ano	
Základová konstrukce	IfcFooting	Ano, popřípadě upravit parametrem IfcExportAs	Ano	Automaticky se exportuje element v záložce Konstrukce > Základy > Stěna, element stěna nešla exportovat do této entity, element Deska (Podlaha) ano
Šikmé rameno rampy	IfcRampFlight	Ano, automaticky	Ano	
Budova	IfcBuilding	Ano, automaticky	Ano	Je třeba ověřit na více reálných projektech
Podlaží	IfcBuildingStorey	Ano, automaticky	Ano	
Prostor	IfcSpace	Ano, automaticky	Ano	Místnosti, prostory, plochy
Prostorová zóna	IfcSpatialZone	Ne	Ano	Testováno na prvku Plocha
Zóna	IfcZone	Ano, automaticky	Ano	V Revitu - Zóny VZT
Staveniště	IfcSite	Ano, automaticky	Ano	Je třeba ověřit na více reálných projektech

Příloha 4 - Seznam výsledků exportu parametrů vybraných elementů

Z důvodu velikosti souboru je tato tabulka dostupná pouze elektronicky na přiloženém disku.