

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**KOMUNIKACE MEZI BIM SOFTWAREM
POMOCÍ IFC**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. ANETA KŘÁPKOVÁ

Vedoucí diplomové práce : Doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Křápková	Jméno: Aneta	Osobní číslo: 410004
Zadávací katedra: 125		
Studijní program: Inteligentní budovy		
Studijní obor: Inteligentní budovy		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Komunikace mezi BIM softwary pomocí IFC	
Název diplomové práce anglicky: Communication between BIM softwares using IFC	
Pokyny pro vypracování: <ul style="list-style-type: none">- Rozdíly projektování- IFC (Industry Foundation Classes)/OpenBIM- Popis sdílení informací a modelů mezi softwarovými aplikacemi používanými ve stavebnictví- Porovnání v EU a ve světě- Výstup dat z BIM modelu- Příklad aplikace - projekt	
Seznam doporučené literatury: Černý, Martin a kolektiv autorů. BIM příručka. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013 [cit. 2013-11-04]. ISBN 978-80-2605297-5. Dostupné z www.czbim.org ; www.buildingsmart.org	
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.	
Datum zadání diplomové práce: 1.3.2018	Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2018
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>1.3.2018</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 20. května 2018

.....

Aneta Křápková

Poděkování

Ráda bych touto formou poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Bohumírovi Garlíkovi, CSc. za jeho odborné vedení a připomínky při zpracování. Dále bych poděkovala firmě Centrum pro podporu počítačové grafiky s.r.o. za poskytnuté informace.

Obsah

1	DEFINICE A ROZDÍLY PROJEKTOVÁNÍ	9
1.1	Standardní projektování	9
1.2	BIM projektování	9
1.2.1	Princip BIM	10
1.3	Rozdíly projektování	11
1.4	Úspora času	12
1.5	Shrnutí	13
2	VÝZNAM POJMŮ OpenBIM a IFC pro BIM	15
2.1	OpenBIM, IFC	15
2.2	Definice OpenBIM	16
3	LEGISLATIVNÍ ČÁST: VAZBA IFC NA LOKÁLNÍ STANDARDY	18
3.1	IFC	18
3.2	Využití IFC ve světě/EU	18
3.2.1	Finsko	18
3.2.2	Norsko	19
3.2.3	Holandsko	19
3.2.4	Dánsko	19
3.2.5	Velká Británie	19
3.2.6	Německo	19
3.2.7	USA	20
3.2.8	Singapur	20
3.3	Otevřené standardy pro BIM ve světě/EU	21
3.3.1	Standardy Finska	21
3.3.1.1	IFC (Industry Foundation Classes)	21
3.3.1.2	DD (Data Dictionary) – Datový slovník	21
3.3.1.2.1	Princip datového slovníku: [10]	22
3.3.1.2.2	Výhody datového slovníku:	22
3.3.1.3	IDM (Information Delivery Manual) – Příručka pro poskytování informací	23
3.3.1.3.1	Výhody:	24
3.3.1.3.2	Nevýhody:	24
3.3.1.4	MVD (Model View Defination) – Definice náhledu ve formě modelu [9].	25

3.3.1.5	BCF (Building Collaboration Format) – Formát kolaborace budovy [9]	25
3.3.1.5.1	Princip BCF formátu:	26
3.4	Česká republika.....	29
3.4.1	Koncepce zavádění metody BIM v České republice	29
3.4.1.1	Koncepce zahrnuje následující problematiky či témata zahrnující IFC:	29
3.4.1.1.1	Model BIM	29
3.4.1.1.2	Požadavky na vlastnosti stavebních výrobků a stavebních prvků pro tvorbu informačního modelu stavby [16]	30
3.4.1.1.3	Vztah k rozpočtům, nákladům a harmonogramu stavby	30
3.4.1.1.4	Vazba na geografické informační systémy (GIS)	31
3.4.1.1.5	Vlastnictví, autorská práva	31
3.4.1.1.6	Povinnost/dobrovolnost používání BIM	31
3.4.1.1.7	Harmonogram doporučených opatření	32
3.5	Shrnutí.....	32
3.6	Standardy spolupráce pro software ARCHICAD	34
4	TECHNICKÁ ČÁST	37
4.1	Koordinace/spolupráce	37
4.2	IFC	37
4.2.1	Princip.....	37
4.2.2	Vývoj.....	38
4.2.2.1	IFC 2x3	38
4.2.2.2	IFC 4	38
4.2.2.2.1	Výhody spočívají v nových pracovních postupech, které zahrnují:	39
4.2.2.2.2	Příklady dalších konkrétních zlepšení	39
4.2.2.2.3	Aktuální verze IFC4 Add2	40
4.2.2.3	IFC5	41
4.2.3	Shrnutí.....	41
4.2.4	Vydané specifikace pro normy IFC	41
4.2.4.1	Seznam specifikací [21].....	41

4.2.4.2	Specifikace IFC EXPRESS.....	42
4.2.5	EXPRESS-G	42
4.2.5.1	Výhoda:.....	42
4.2.5.2	Nevýhoda:	43
4.2.6	Specifikace ifcXML.....	43
4.3	Formáty IFC výměny	43
5	PRAKTICKÁ ČÁST: POPIS SDÍLENÍ INFORMACÍ A MODELŮ.....	46
5.1	Struktura modelu pro spolupráci v OPEN BIM.....	46
5.1.1	Klasifikace prvku	47
5.1.2	Funkce konstrukce	51
5.1.3	Umístění.....	51
5.1.4	Shrnutí.....	51
5.1.5	IFC vlastnost	52
5.1.6	Reference klasifikace	52
5.1.7	Typy	54
5.2	Výměna dat	54
5.2.1	IFC převodníky	56
5.2.2	IFC převodníky pro export - výstup dat z BIM modelu	57
5.2.2.1	Schéma IFC.....	58
5.2.2.2	Definice zobrazení modelu (MVD)	58
5.2.2.3	Předvolby převodu	59
5.2.2.3.1	Filtr modelu	59
5.2.2.3.2	Mapování typů.....	60
5.2.2.3.3	Převod geometrie.....	61
5.2.2.3.4	Mapování vlastností	63
5.2.2.3.5	Převod dat.....	64
5.2.3	IFC převodníky pro import	67
5.2.3.1	Předvolby převodu	67
5.2.3.1.1	Filtr modelu	67
5.2.3.1.2	Mapování typů.....	67
5.2.3.1.3	Převod geometrie.....	67

5.2.3.1.4	Převod vrstev	68
5.2.3.1.5	Převod materiálů a povrchů.....	69
5.2.3.1.6	Nahradit chybějící stav při rekonstrukci	70
5.2.4	Mezioborová datová výměna: Definice požadavků pro výměnu modelů mezi jednotlivými účastníky	70
5.2.4.1	Požadavky pro převod architektonického/stavebního modelu do TZB aplikace	70
5.2.4.1.1	Obsah prioritních dat	71
5.2.4.2	Požadavky pro převod architektonického modelu směrem ke statikovi.....	71
5.2.4.2.1	Tekla Structures:.....	72
5.2.4.2.2	Aplikace pro analýzu:.....	72
5.2.4.3	Požadavky pro převod architektonického modelu do aplikace energetické analýzy	72
5.2.4.3.1	Export do energetických programů [17].....	76
6	PŘÍKLAD APLIKACE NA PROJEKTU	77
6.1	Komunikace mezi softwary ARCHICAD a DDS-CAD	77
6.1.1	Nevýhody doplňku TZB Modeláře:.....	77
6.1.2	Výhody BIM nástroje DDS-CAD:.....	77
6.1.3	Postup.....	78
6.2	Zhodnocení příkladu aplikace.....	83

ABSTRAKT

Práce se zabývá komunikací neboli výměnou dat mezi BIM softwary, konkrétně IFC převodem. V úvodní části jsou vysvětleny rozdíly projektování. Práce seznamuje s principem BIM, OpenBIM, IFC a zahrnuje legislativní, technickou a praktickou část. Legislativní část popisuje využití IFC ve světě a EU a následně je navázáno na otevřené standardy pro BIM ve světě. Pro nadcházející budoucnost BIMu je nastíněna Koncepce zavádění metody BIM v České republice. Technická část popisuje vývoj jednotlivých IFC standardů. Praktická část je soustředěna na popis sdílení informací a nastavení modelu, následnou výměnu dat a na definice požadavků pro výměnu modelů mezi jednotlivými účastníky. Závěrem je příklad aplikace na projektu a zhodnocení daného výstupu ze softwaru ARCHICAD do DDS-CAD.

Klíčová slova

BIM, OpenBIM, IFC, koordinace, klasifikace, výměna dat, IFC převodníky, ARCHICAD, DDS-CAD

ABSTRACT

The thesis deals with communication or data exchange between BIM softwares, specifically IFC conversion. In the first part are explained project differences. The thesis introduce the BIM, OpenBIM, IFC principles and includes the legislative, technical and practical part. The legislative section describes the use of IFC in the world and European Union and then is linked to open standards for BIM in the world. The Concept of Implementation of BIM Methods in the Czech Republic is outlined for the upcoming future of BIM. Technical part describes the development of the individual IFC standards. Practical part is focused on description of information sharing and model setting, subsequent data exchange and definition of model exchange requirements among individual participants. Finally, there is an example of application for a project and an evaluation of the output from software ARCHICAD to DDS-CAD.

Keywords

BIM, OpenBIM, IFC, coordination, classification, data exchange, IFC converters, ARCHICAD, DDS-CAD

1 DEFINICE A ROZDÍLY PROJEKTOVÁNÍ

1.1 Standardní projektování

U standardního projektování např. pomocí softwaru 2D AutoCAD lze vytvářet pouze 2D výkresy a všechny se musí tvořit zvlášť výkres po výkrese. Takový program funguje na principu rýsování čar. Netvoří se žádná provázanost výkresů, jakmile provedeme jedinou změnu u jednoho výkresu, je potřeba změny provést i na ostatních výkresech. Takovým způsobem může docházet k nepřesnostem a nemusí být zachována jednotlivá podlaží nebo nosné prvky nad sebou a musíme neustále kontrolovat provázanost výkresů. U 3D softwarů se vytváří 3D model, ale výkres či model neobsahuje žádné informace o budově. 3D modelovací/vizualizační program spočívá v modelování. BIM program vytváří obojí dohromady, tedy model i výkresy současně. Úpravou objektu ve výkrese aktualizujeme 3D model a naopak, tudíž nemusíme vše neustále kontrolovat.

1.2 BIM projektování

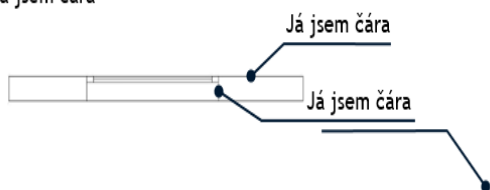
BIM je zkratka pro Building Information Modeling neboli informační model stavby v českém překladu. Pod tímto názvem se skrývá kompletní proces vytváření modelu. BIM zahrnuje kompletní data od prvotního návrhu studie, výstavby, správy budovy až po demolici. Nechybí ani ekologická likvidace stavebního materiálu. Ne všechny informace musí být použity. V současnosti záleží na nás, jakým způsobem a do jaké míry bude model vytvářen a používán. Nebude tomu tak dlouho a bude se využívat naplno. Modelem sdílíme informace o budově, které jsou využity během životního cyklu stavby a samozřejmě čím více využíváme výhod BIMu, tím si i usnadníme práci či komunikaci s ostatními návaznými profesemi. Na modelu lze provádět například simulace, analýzy chování budov, vliv objektu na životní prostředí, energetickou náročnost, certifikaci staveb - BREEAM, LEED, SBToolCZ (certifikace probíhají u požadavku na udržitelné budovy) apod. Zkratkou jsou vyjádřeny i další názvy - Building Information Management nebo Building Information Marketing.

1.2.1 Princip BIM

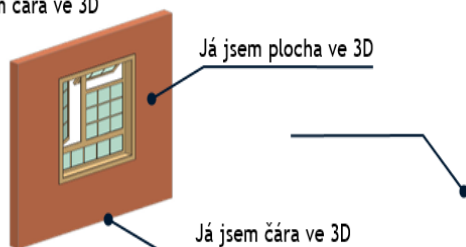
- 2D funguje na principu čárového kreslení jednotlivých výkresů
- 3D model je tvořen čarami a plochami v pracovní ploše, ale neobsahuje žádné informace o prvcích a konstrukci
- BIM je tvořen jednotlivými objekty, které jsou 3D a zároveň obsahují informace například o stavbě, konstrukci, materiálu, výrobci, požární odolnosti, vzduchové neprůzvučnosti, orientační ceně, fyzikální vlastnosti atd.

2D a 3D CAD

Já jsem čára

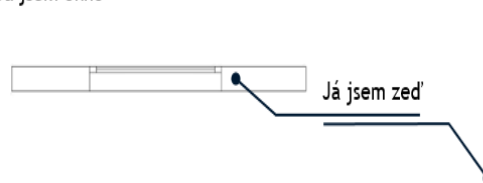


Já jsem čára ve 3D

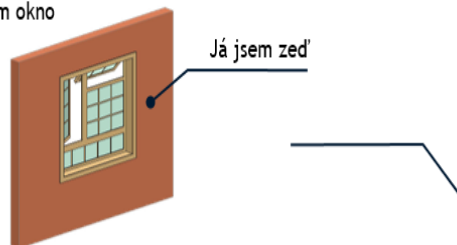


BIM

Já jsem okno

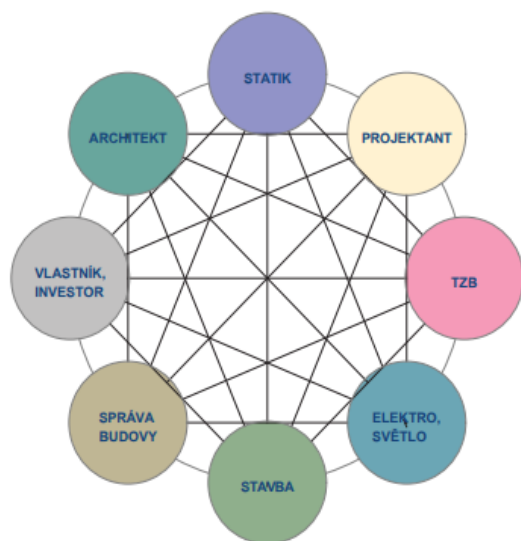


Já jsem okno

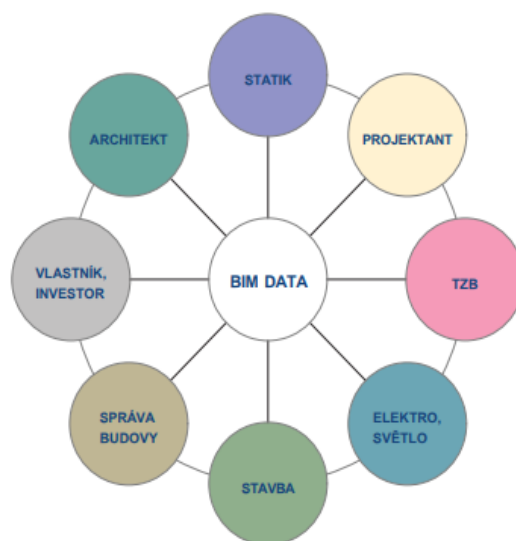


Obr. 1 Porovnání 2D, 3D a BIM [2]

1.3 Rozdíly projektování



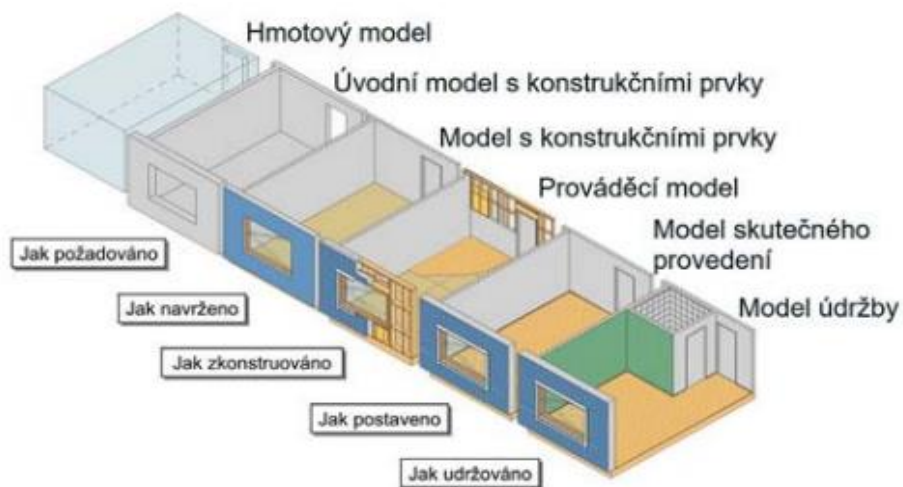
Obr. 2 Standardní projektování [2]



Obr. 3 BIM projektování [2]

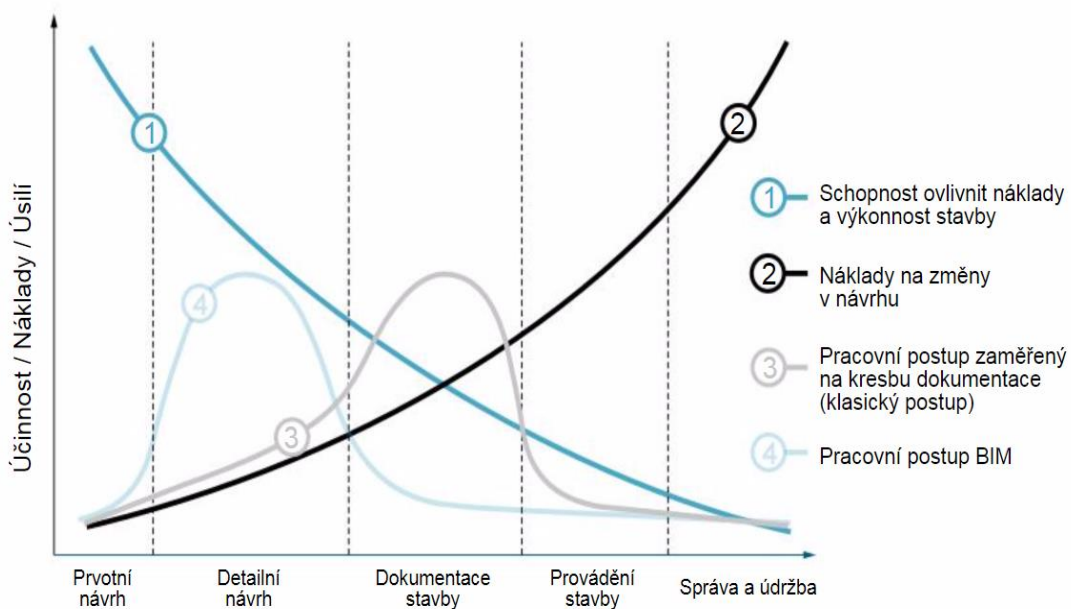
Při standardním projektování (obr. 2) ve 2D musí všichni účastníci projektu mezi sebou sdílet výkresové dokumentace, doba zpracování se prodlužuje. Čeká se na jednotlivá zpracování jiných profesí, aby mohli ostatní na ně navázat a ne vždy se podaří pracovat s aktuálními výkresy nebo informacemi. Zajištění veškeré koordinace je komplikovanější.

BIM projektování (obr. 3) zahrnuje práci s BIM daty a jedná se o společnou databázi. Nabízí se možnost, aby všichni pracovali na stejném projektu ve stejnou dobu. Každý zpracovává svoji část projektu, informace se ukládají do jedné databáze a všichni mají přístup k aktuálním datům. Tento způsob sdílení funguje na principu sdílení dat přes server. Zpracování celého projektu by mělo být rychlejší, dochází k předcházení vzniku chyb a kolizí během návrhu a ne až stavbě. Díky odhalení chyb je možné snížit nadbytečné investice při výstavbě a provozu. Koordinace mezi jednotlivými profesemi je tak umožněna, na rozdíl od 2D kreslení. Jedná se o komplexní proces výměny informací.



Obr. 4 Vývoj BIM modelování v současnosti [2]

1.4 Úspora času



Zdroj: Patrick MacLeamy, AIA/HOK
Překlad a zpracování: Martin Cerný, VUT v Brně, 2013

Obr. 5 Spotřebovaný čas [3]

Pojem BIM umožňuje být efektivní během práce, mít radost z odvedené práce, jelikož nám usnadňuje práci díky provázanosti výkresů a modelu. Na začátku zabere více času nastavení všech parametrů a vlastností, naopak později zabere méně času dodělání/předělání modelu. Není potřeba se soustředit na každý výstup, zda je správně, většina se upraví automaticky. Závislost na čase si lze všimnout na obr. 5. Jak už bylo zmíněno, tvorbou modelu vzniká 2D výkresová dokumentace, model s výkresy je propojený a úpravou výkresů se zároveň aktualizuje model. To znamená, pokud změníme velikost nějakého prvku jako např. velikost okna v modelu, velikost se projeví ve výkresech tabulek i ve výkresech.

1.5 Shrnutí

Z porovnání lze poznat, jak pro stavebnictví a architekturu je rozhodně přínosnější využívat BIM, usnadní mnoho práce a času, pokud s ním umíme a využíváme jej správně. Okamžitě můžeme kontrolovat projekt ve všech fázích, vidíme kolize, práce je názornější pro investora a nemusí se domýšlet detaily až na stavbě. Zamezí se jednotlivým chybám v projektu, dlouhému předělávání a tím se ušetří náklady. Zdá se, že BIM má samé výhody.

Nicméně BIM má i své nevýhody. V projektu neřešíme jen místa, kudy máme vést čáry, ale musíme se i zamyslet. Jak už bylo zmíněno, modelování je propojené s ostatními výkresy, objekty, dále na model navazují výkazy a model musí být správně vymodelován, abychom z něj dostali správné výstupy. To může být pro mnohé obtížné řešení a projektantům zabere více času nastavit jednotlivé parametry prvků než řešit, jak mají vypadat jednotlivé výkresy. Nejtěžší jsou začátky, než se projektanti naučí v BIM softwaru, poté se jim čas vrátí na dalších projektech. Zároveň softwary se každým rokem vylepšují a projektanti se neustále učí technologie, pokud aktualizují software pravidelně. Převádět projekty do nových verzí je občas nepříjemné, můžou vzniknout drobné nekompatibility a opět zabere uživatelům více času spravit nesrovnalosti než se zaměřit na to, co potřebujeme.

Pro většinu projektantů profesí TZB vnímám BIM z hlediska jejich pohledu jako přítěž. Jednotlivé softwary pro TZB zatím nejsou až natolik v povědomí projektantům profesí jako např. u architektů, tudíž na ně není moc velký nátlak s BIMem začít. Ve 2D jim profese zabere méně času, nemusí řešit jednotlivé detaily

kolizí a prostupů, které se ve většině případů řeší až na stavbě. V BIMu je potřeba řešit kolize už od projektu a projektanti dostanou za práci ve 3D/BIMu stejně zaplacené jako za práci ve 2D a to pro ně není výhodné. Dle mého názoru, i přes náročnější začátky má BIM pro všechny profesanty mnoho výhod, za kterými má smysl jít. Jedná se o snadnější komunikaci a spolupráci s ostatními profesemi, zlepší se jim prostorová představivost, vidí kolize, některé programy umožňují energetické analýzy, simulace a spoustu dalších výhod, nicméně přístup musí změnit i zadavatelé a neměli by vyžadovat kompletně zkoordinovaný projekt v prvních fázích projektu (DUR,DSP). Rychleji zpracujeme změny podle přání a potřeb klienta. Klient snadněji pochopí komplex TZB systémů. S přecházením projektantů na BIM by měla přijít i lepší finanční odměna, jelikož tím přispějí ke snadnější realizaci a případné úspoře nákladů.

2 VÝZNAM POJMŮ OpenBIM a IFC pro BIM

2.1 OpenBIM, IFC

Rozlišujeme Open BIM koncept a Open BIM certifikace.

Open BIM koncept je univerzální přístup ke společnému návrhu, realizaci a provozu budov založen na otevřených standardech a pracovních postupech. [4]

Open BIM certifikace je technický certifikační systém vyvinutý aliancí buildingSMART, jehož cílem je pomoci dodavatelům AEC (odvětví stavebnictví a architektury) softwaru zlepšit, otestovat a certifikovat svá datová připojení k jiným Open BIM řešením. [4]

OpenBIM je iniciativou buildingSMART a několika předních dodavatelů softwaru, kteří užívají otevřený datový model buildingSMART. Pojem buildingSMART vychází z původního názvu aliance pro interoperabilitu. V roce 1994 byla založena průmyslová aliance pro interoperabilitu - Industry Alliance for Interoperability (IFC), později přejmenovaná na International Alliance for Interoperability (IAI). V současnosti působí pod názvem buildingSMART jako mezinárodní organizace. Cílem této organizace je zlepšovat sdílení informací a modelů mezi softwarovými aplikacemi používanými ve stavebnictví, v podstatě dosáhnout interoperability. Definuje a vyvíjí datový formát IFC (Industry Foundation Classes) jako neutrální a otevřenou specifikaci BIM modelu, který pomáhá interoperabilitě mezi softwary a je základním formátem pro data o budovách. [2]

Pokud jsou schopny softwary být interoperabilní, souvisí to s možností ušetřit čas, jelikož jeden model nám slouží pro více účelů. Nebudeme muset neustále přetvářet novou geometrii budov pro každý nástroj, který chceme využít k provádění různých analýz či importu modelu. Interoperabilita souborů a modelů je důležitá ve všech kancelářích, které využívají BIM ke sdílení informací. Jelikož nic není dokonalé a i interoperabilita obsahuje nedostatky a prostor ke zlepšení, v rámci BIM se tímto tématem zabývají. S tím souvisí, že interoperabilita je neustále rozvíjena a do budoucna se v tomto směru očekává velký úspěch. Interoperabilní způsob umožňuje více týmům/firmám spolupracovat na projektu, aniž by musely mít stejné licence nebo stejné softwarové verze. Zároveň takovým způsobem jsou producenti softwaru nuceni

zaměřit se na zpracování dat namísto toho získávat jen výhody z uzavřeného formátu dat.

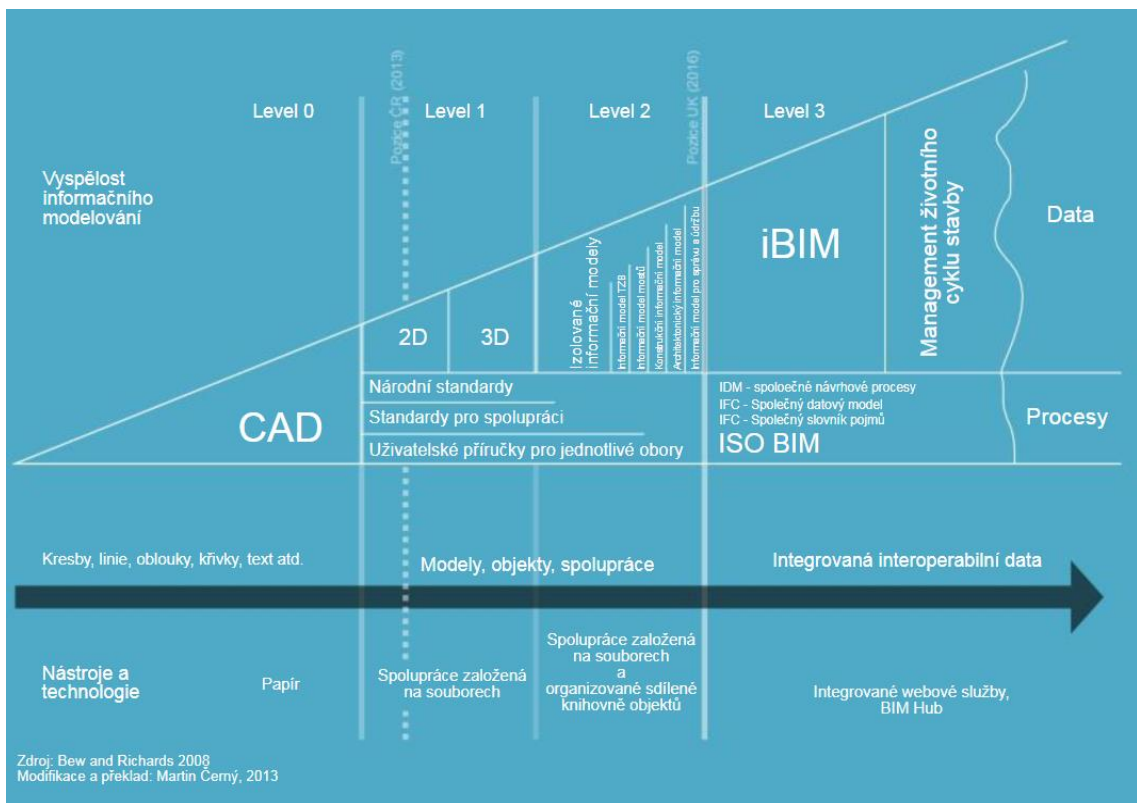
Rozlišujeme uzavřený a otevřený BIM. Uzavřený BIM odkazuje na to, kdy jsou procesy prováděny na jediné platformě. Zatímco otevřený BIM neboli OpenBIM odkazuje na to, kdy prostředí BIM zahrnuje více platforem bez ohledu na dodavatele softwaru, v podstatě "otevřené" sdílené prostředí. To znamená, že otevřené formáty mají veřejně dostupný popis a dokumentaci a díky tomu se každému nabízí možnost s nimi pracovat.

2.2 Definice OpenBIM

Definice OpenBIM podle buildingSMART organizace: [5]

- Podporuje transparentní a otevřený pracovní postup, který jednotlivým stranám projektu umožňuje spolupracovat bez ohledu na to, jaký softwarový nástroj používají
- OpenBIM vytváří společný jazyk pro široce využívané procesy, což umožňuje firmám a státu realizovat projekty průhledným způsobem, srovnatelným ohodnocením služeb a zajištěnou kvalitou dat
- Poskytuje trvalá projektová data použitelná v průběhu celého životního cyklu, čímž se zabrání vícenásobnému vkládání stejných dat a následným chybám
- Malí a velcí dodavatelé softwaru se mohou účastnit a vzájemně soutěžit o s řešeními nezávislými na použitém systému
- OpenBIM podporuje online dodávky produktu s přesnějšími poptávkami ze strany uživatelů a dodává data produktu přímo do BIM

Cílem aktivity Open BIM je podpora lepší a efektivní spolupráce mezi jednotlivými BIM softwary neboli jednotlivými profesemi prostřednictvím Open BIM. Spolupráce zahrnuje odvětví stavebnictví a architektury (vyjádřeno zkratkou AEC). Tato aktivita rozhoduje o společných definicích, požadavcích a značení. [4]



Obr. 6 Vypělost informačního modelování [3]

3 LEGISLATIVNÍ ČÁST: VAZBA IFC NA LOKÁLNÍ STANDARDY

3.1 IFC

Pomocí otevřeného datového nástroje programy komunikují/sdílejí projekt. Základní mezinárodní standard pro tuto komunikaci je zmíněný datový formát IFC přijatý jako ISO standard. IFC je vyvíjen aliancí buildingSMART International, která spolupracuje s International Standards Organization (ISO) a pro ni vytváří návrhy ISO normy.

Specifikace IFC byla vyvinuta a udržována organizací buildingSMART International jako "Datový standard". První norma ISO 16739 byla přijata s verzí IFC 2x3. V současnosti je již IFC4 a probíhá aktualizace příslušné ISO normy. Ta je přijata i do systému EN a tím se stává automaticky ČSN EN ISO 16739.

IFC je jedním z pěti typů otevřeného standardu v organizaci buildingSMART, z nichž každá existuje k plnění různých funkcí při poskytování a podpoře aktiv v zastavěném prostředí.

IFC spočívá v klasifikaci, která slouží pro konkrétní nadefinování prvku. Klasifikace může posloužit pro organizaci prvků projektu a jejich dat, nastavení dostupnosti vlastností a zajištění přesné výměny dat na základě mezinárodního klasifikačního standardu.

3.2 Využití IFC ve světě/EU

V porovnání ve světě několik států podporuje využívat BIM/IFC pro veřejné zakázky:

3.2.1 Finsko

Vláda ve Finsku stanovila požadavek, aby projekty pro státní správu povinně zahrnovaly BIM model ve formátu IFC. Požadavek vznikl kvůli pozitivům u správy budov. Organizace Senaatti se zabývá správou budov pro finskou vládu. Modely jsou požadovány i pro vyhodnocování energetické náročnosti.

3.2.2 **Norsko**

Obdobně jako Finsko má stanovený požadavek předat BIM model ve formátu IFC taktéž pro projekty veřejných zakázek. Důvod je stejný jako ve Finsku a to správa budov, na které se podílí Statsbygg – správce majetku a budov norské vlády. Norsko patří mezi státy, které využívají BIM v nadstandardní míře, účastní se definice IFC objektů a norem pro IFC.

3.2.3 **Holandsko**

Stejný požadavek jako u předchozích zemí se týká projektů veřejných zakázek od 10 milionů EUR od 1. 11. 2011. Seznam požadavků vytváří správce státního majetku.

3.2.4 **Dánsko**

Je o několik let vepředu a centrální vláda stanovila požadavky už v roce 2007 předávat projekty ve formátu IFC, pokud byly projekty dotovány vládou z větší části než 50%. Postupně se požadavky navyšovaly a od roku 2011 se začaly týkat všech projektů včetně regionálních od částky vyšší než 2,7 milionů EUR. Pro veřejné zakázky je stanovena několikanásobně nižší hranice.

3.2.5 **Velká Británie**

Vláda stanovila požadavky na spolupráci o pár let později než severské země a jedná se o stát, který jde příkladem České republiky.

3.2.6 **Německo**

Vývoj je podobný ČR. Německo je limitováno ve vývoji německými normami a regulacím, proto je vývoj zpožděný oproti ostatním jmenovaným zemím.

3.2.7 USA

BIM pravidla kladou do budoucna prioritou především komunikaci mezi účastníky během celého životního cyklu. BIM standard mají určen pro vyšší úroveň komunikace, která probíhá v elektronické formě.

V USA byly zveřejněny celkem 3 verze dokumentů pro standardy BIM. V roce 2012 se jednalo o verzi 2 dokumentu NBIMS-US V2. v roce 2016 zveřejněna verze 3 (V3) dokumentu pro standardy BIM (NBIMS-US). Verze 2 se týkala referenčních standardů, termínů, definic, standardů výměny informací (založené na referenčních normách). Verze 3 zahrnovala výměnu informací o stavebních operacích (COBie – Construction Operations Building information exchange) verze 2.4, úroveň specifikací pro vývoj, tabulky OmniClass spadající do standardů, národní CAD standardy a další témata.

Několik zemí (např. Jižní Korea a Spojené království) přijalo části z americké verze 2 a použila je pro vlastní normy.

3.2.8 Singapur

Neustále se vyvíjí nástroje pro automatickou kontrolu modelů ve formátu IFC určené pro stavební povolení. Mají k dispozici nástroj pro kontrolu budovy, jestli daná budova vyhovuje daným předpisům. Nástroj je dostupný pro registrované firmy.

3.3 Otevřené standardy pro BIM ve světě/EU



Obr. 7 Otevřené standardy pro BIM [8]

3.3.1 Standardy Finska

Mezi standardy Finska patří nejen IFC, ale i další standardy.

3.3.1.1 IFC (Industry Foundation Classes)

Význam slova výše (viz. 3.1 IFC). Jak už bylo zmíněno, jedná se o společnou definici datové struktury modelů budovy, která obsahuje informace. Ve Finsku používají formát IFC 2x3, ale byla zveřejněna i novější verze IFC 4.

3.3.1.2 DD (Data Dictionary) – Datový slovník

Datový slovník byl dříve nazýván IFC knihovnou. Jedná se o otevřenou platformu BIM prvků. Dříve byl datový slovník nazýván IFC knihovna, jelikož definuje knihovny vícejazyčných produktů, které využívají BIM. Používá se k identifikaci objektů a jejich atributů, které mají své specifické vlastnosti bez ohledu na jazyk.

Sdílené knihovny objektů a jejich atributů jsou k dispozici pro všechny softwary po celém světě. Slovník umožňuje kontrolu, ověření dat a automatickou kontrolu pravidel, aby nedocházelo k duplikaci dat nebo nesprávné komunikaci.

Datový slovník je otevřený, mezinárodní, umožňuje po celém světě sdílet a vyměňovat informace o produktech. Spolupráce se týká architektů, inženýrů, vlastníků, konzultantů, výrobců a dodavatelů.

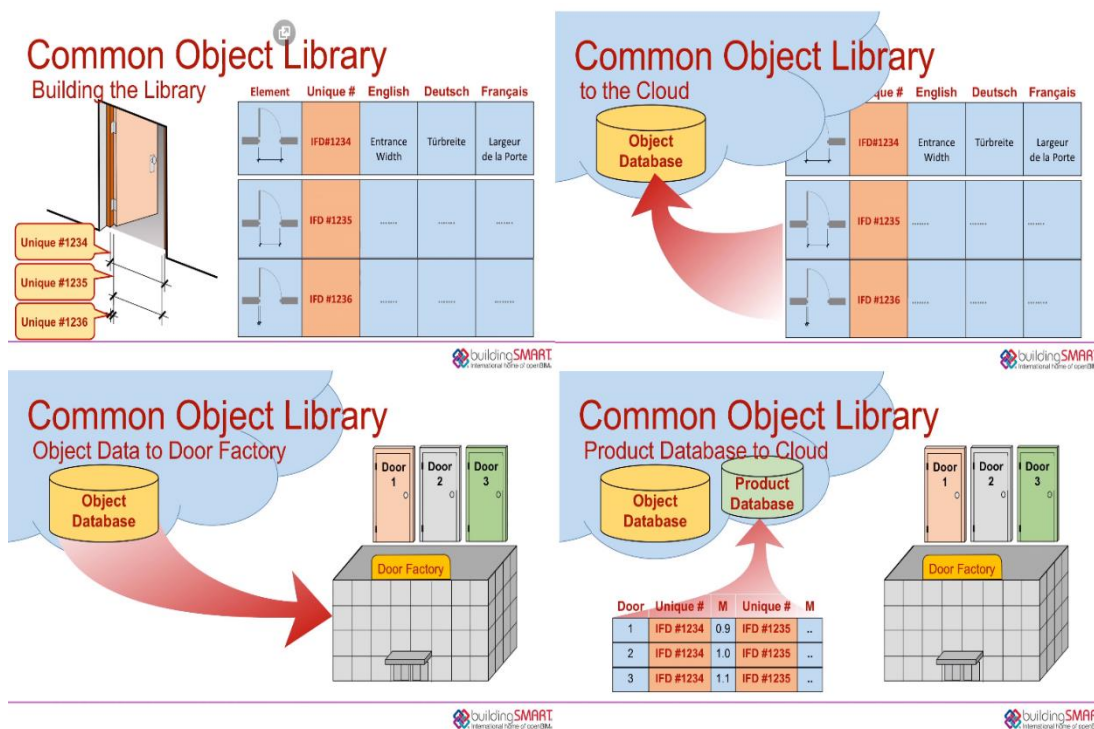
3.3.1.2.1 Princip datového slovníku: [10]

BuildingSMART Data Dictionary je knihovna prvků, které se týkají konstrukcí. Umožňuje uživatelům identifikovat objekty v zastavěném prostředí a jejich specifické vlastnosti. Slovník pracuje jako mapovací nástroj, který propojuje podobná slova založená na jejich významu, pokud jde o konstrukci. Ať už nazýváme dveře například anglicky "door" nebo "doorset", nástroj pochopí, že tato slova jsou spojena se stejným jádrem - zavěšená, posuvná nebo otočná bariéra u vchodu do budovy nebo místnosti.

Tyto druhy spojení poskytují bSDD (buildingSMART Data Dictionary/datový slovník) schopnost překládat. Slovník dělá to, že odděluje slova (v jakémkoli jazyce) od jejich významu tím, že identifikuje pojmy, které tato slova představují. Jako příklad slovo "paprsek" může mít mnoho významů (pojmu), jako je paprsek světla nebo strukturální paprsek. Po určení konceptu propojuje datový slovník slova s koncepty a při tom se informace v jednom jazyce mohou přeložit do jiného, přičemž význam zůstává stejný.

3.3.1.2.2 Výhody datového slovníku:

Vytvoření společné technické knihovny jazyků má potenciál výrazně zlepšit úroveň spolupráce ve stavebnictví a zlepšit komunikaci. Kromě užitečného nástroje v rámci pracovního postupu BIM je hlavní výhodou bSDD schopnost sjednotit používání technických výrazů bez ohledu na použitý jazyk. Dveře v různých zemích mohou mít různá slova, která se používají k popisu, ale všichni budou odkazovat na stejné společné chápání toho, co dveře vyjadřují.



Obr. 8 Princip datového slovníku [11]

3.3.1.3 IDM (Information Delivery Manual) – Příručka pro poskytování informací

Informace, které řídí projekt výstavby. Procesní popis konkrétního případu použití modelů. Hlavním cílem příručky je zajištění komunikace příslušných údajů takovým způsobem, aby mohly být objasněny softwarem na přijímací straně. Informační příručka se někdy označuje jako specifikace pro poskytování informací (IDS), IDM je zaměřen na uživatele BIM a zároveň na poskytovatele softwarových řešení.

Lze ji použít ke stávající nebo nové dokumentaci. V době vzniku metodiky bylo současně zahájeno mnoho projektů IDM.

Tato metodika je přijata jako norma ISO. Předpokládá se, že ke standardu budou přidány podrobně definované dodatečné materiály a zároveň, aby měly dobře definované fáze komunikačního procesu mezi stranami. Příručka se týká i IFC, např. mapování typů a vlastností do softwaru.

Specifikuje: [13]

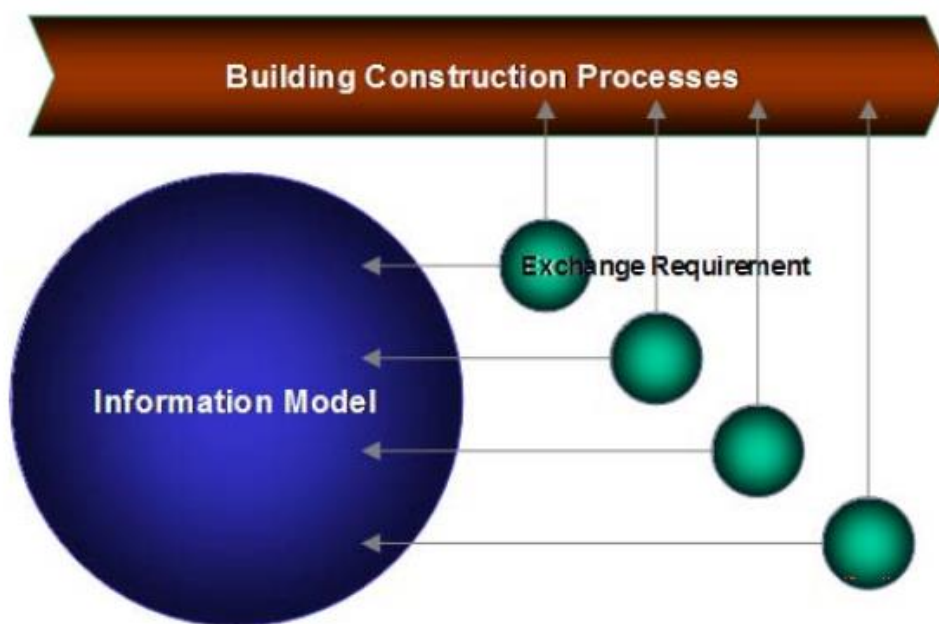
- kde proces vyhovuje
- kdo jsou účastníci, kteří vytvářejí, spotřebovávají a využívají informace
- jaké jsou vytvořené a spotřebované informace
- jak by měly být informace podporovány softwarovými řešeními
- jak a kdy jsou informace, založené na BIM, využívány různými disciplínami projektu

3.3.1.3.1 Výhody:

- větší spolehlivost výměny informací mezi účastníky projektu
- zlepšit kvalitu a množství informací
- poskytovat opakovaně použitelné softwarové komponenty

3.3.1.3.2 Nevýhody:

- příručka není prozatím podporována žádným softwarem a nelze ji naplno využít
- Problémem pro poskytovatele softwarových řešení a uživatele v průmyslu je velká složitost zpracovávat informační potřeby konkrétního procesu v konkrétní fázi projektu



*Obr. 9 Ilustrativní obrázek pro požadavek na výměnu mezi procesem a daty
[13]*

3.3.1.4 MVD (Model View Definition) – Definice náhledu ve formě modelu [9]

Zjednodušeně řečeno se jedná o výběr dat z IFC, které jsou určeny pro definovaný účel.

„Standardní“ MVD je technický popis definic procesu a popisuje, jak by vývojáři softwaru měli implementovat IDM.

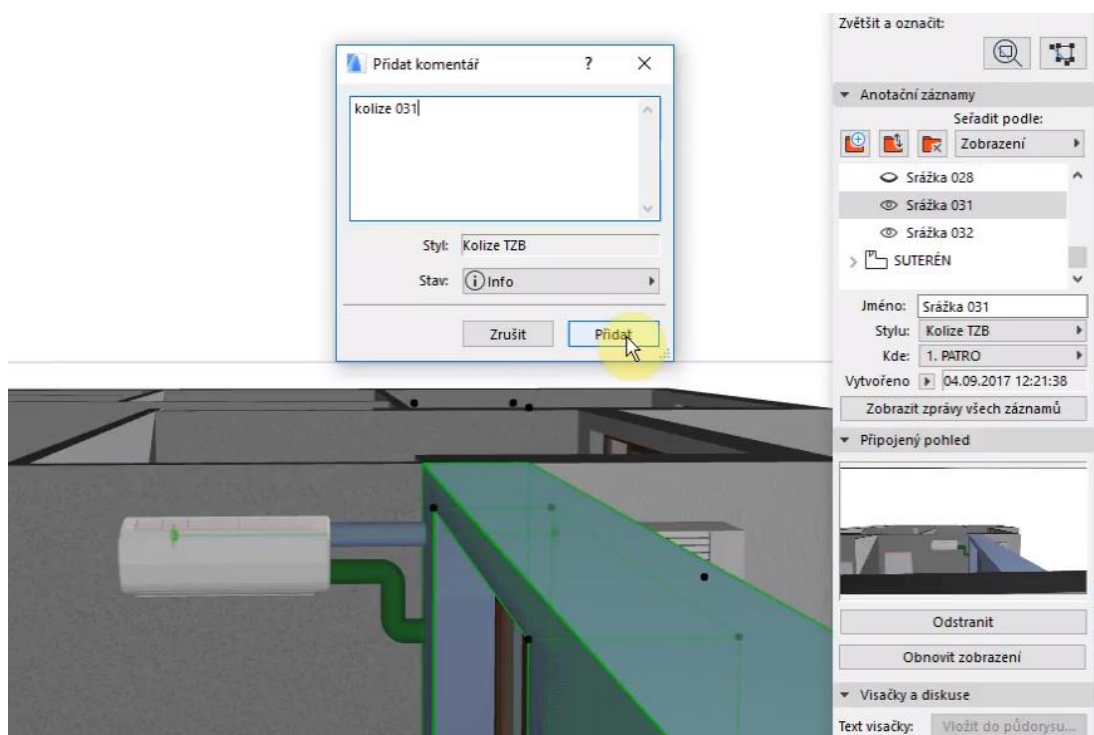
3.3.1.5 BCF (Building Collaboration Format) – Formát kolaborace budovy [9]

Formát budovy Collaboration byl původně vytvořen finským členem SMART, Tekla a Solibri, kteří společně vytvořili způsob výměny inteligentních zpráv mezi různými BIM softwary. Zpráva obsahuje umístění vybraných prvků a komentář, který je k nim připojen a posílá se ve formátech .bcf. Přijímající program uvidí vybranou oblast a zvýrazněné požadované součásti, o kterých se zmiňujeme. BCF již

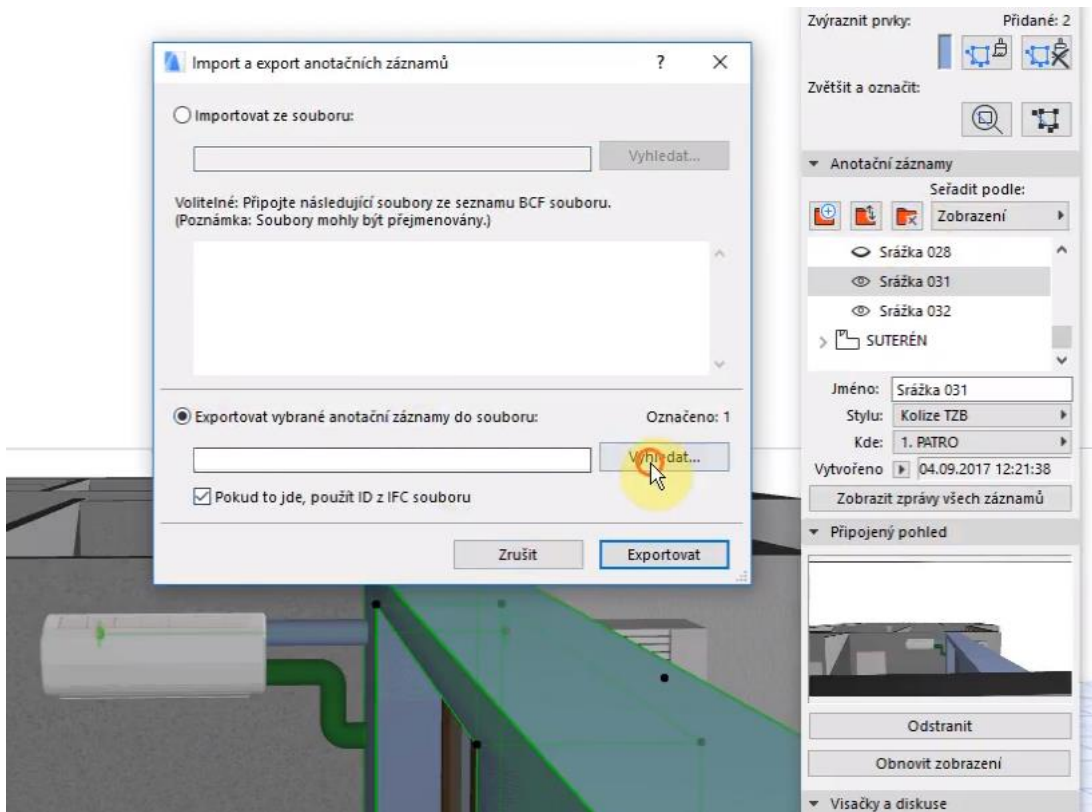
implementovala řadu softwarových nástrojů, jako jsou Tekla Structures, Solibri Model Checker, CADs Planner a DDS-CAD. Jedná se o velmi malý soubor založený na XML a může být snadno přenášen mezi obory. Tento formát je využíván i v Česku.

3.3.1.5.1 Princip BCF formátu:

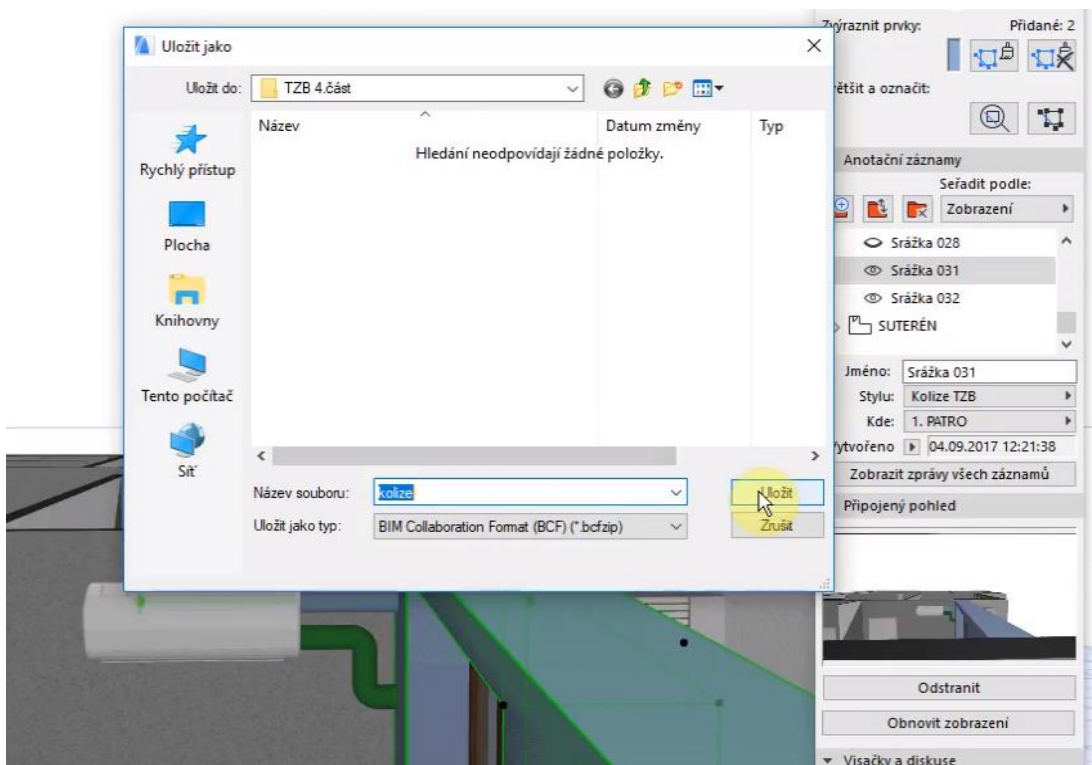
Zjednodušený princip ukazují přiložené obrázky (obr. 10, 11, 12, 13). Ke zvýrazněným kolizím v modelu přidáme zprávu. Do zprávy můžeme přiložit Info/Chybu/Upozornění/Neznámé. Nejdříve přikládám info o kolizi (obr.10). Poté exportuji anotační záznam do vybrané lokální složky v počítači (obr. 11). Uložení musí být v příslušném BCF formátu (obr.12).



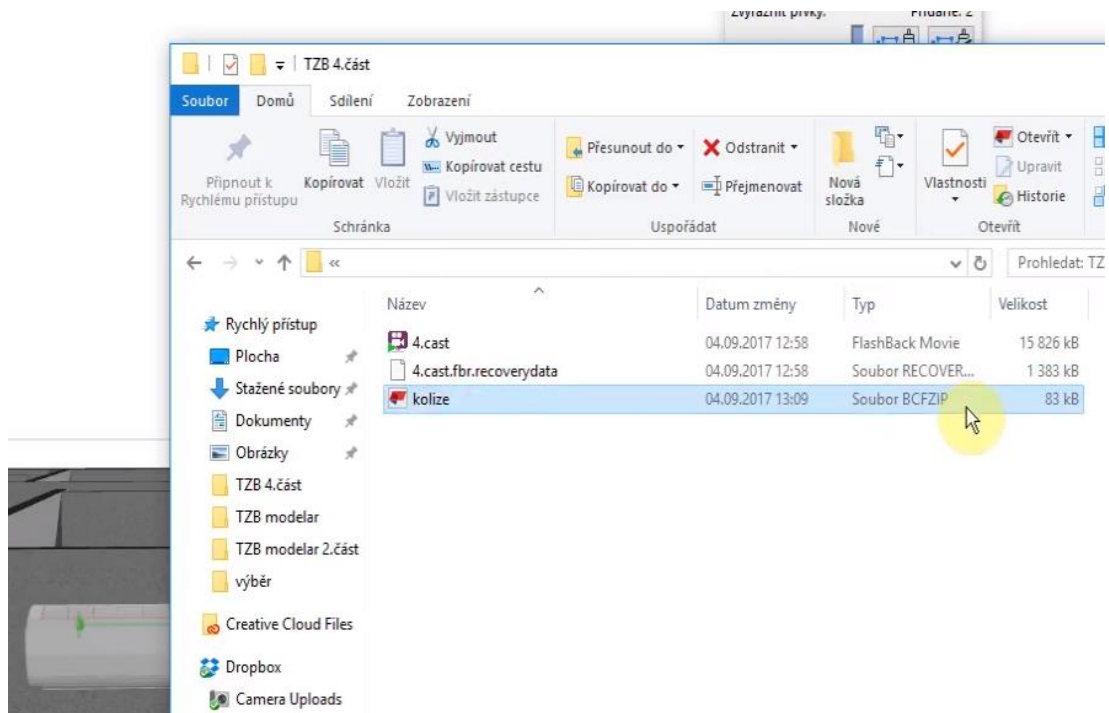
Obr. 10 Komentář se zvýrazněnými kolizemi a připojeným pohledem v ARCHICADu
[zdroj: vlastní]



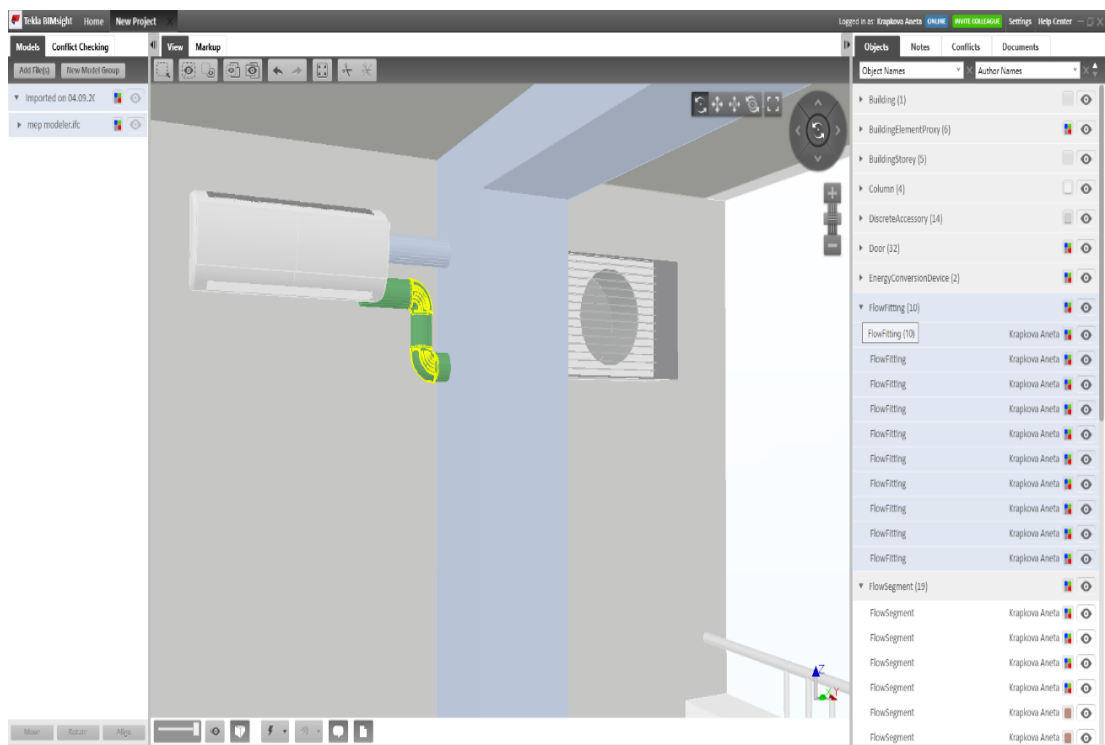
Obr. 12 Export anotačního záznamu [zdroj: vlastní]



Obr. 11 Uložení záznamu do lokální složky v BCF formátu [zdroj: vlastní]



Obr. 13 Soubor je uložen ve formátu BCFZIP [zdroj: vlastní]



Obr. 14 Otevření IFC souboru v prohlížeči Tekla BIMsight [zdroj: vlastní]

3.4 Česká republika

V České republice je platná norma - ČSN EN ISO 16739 Datový formát Industry Foundation Classes (IFC), který slouží pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu.

3.4.1 Koncepce zavádění metody BIM v České republice

Dne 25. září 2017 vláda ČR schválila materiál Koncepce zavádění metody BIM v České republice, o kterém se už déle hovořilo.

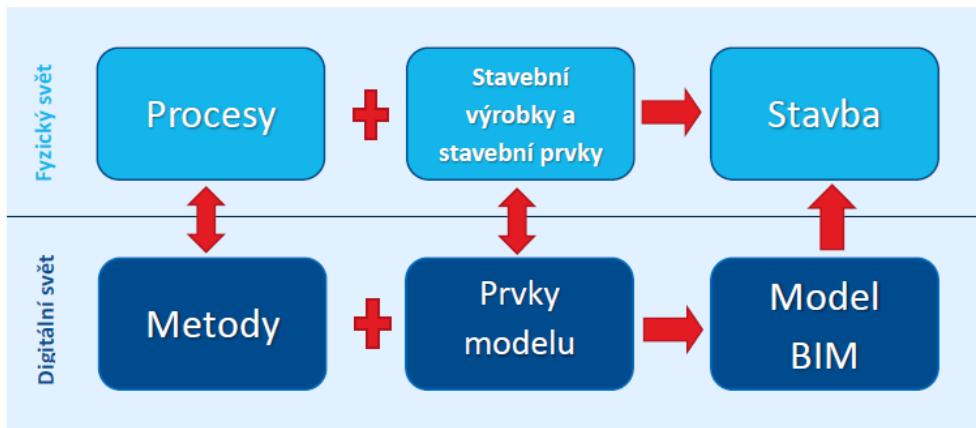
Koncepce obsahuje Plán postupného zavádění BIM v ČR. Jedná se o rok 2018 - 2027. V roce 2022 se plánuje použití BIM modelu v nadlimitních veřejných zakázkách. V koncepci je zmíněn i stav v Evropě (např. Norsko, Finsko, Dánsko, Holandsko atd.). V koncepci za každou kapitolou jsou zmíněna jednotlivá doporučení k využití daného tématu.

Materiál vypracovalo Ministerstvo průmyslu a obchodu, které bylo v kontaktu se Státním fondem dopravní infrastruktury a Odbornou radou BIM. Dalo by se říct, že vláda tímto způsobem podporuje zavedení BIM do stavebnictví a jedná se o pokrok směřující k digitalizaci stavebnictví.

3.4.1.1 Koncepce zahrnuje následující problematiky či témata zahrnující IFC:

3.4.1.1.1 Model BIM

Standardizaci BIM modelů můžeme dělit na dvě části zahrnující formát a obsah. Jak už bylo zmíněno, standardním mezinárodním datovým formátem je IFC a o dalším se neuvažuje. Formát IFC se stal součástí normy se značením ČSN EN ISO 16739:2017, postupně budou vydány aktualizace. [16]



Obr. 15 Model BIM [16]

Formát IFC zároveň obsahuje definice parametrů (vlastností) jednotlivých prvků modelu, které si softwary již umí mezi sebou předávat.

3.4.1.1.2 Požadavky na vlastnosti stavebních výrobků a stavebních prvků pro tvorbu informačního modelu stavby [16]

Princip spočívá v tom, že každý konstrukční prvek nacházející se v modelu může obsahovat vlastnosti. Standard IFC čím dál více podporuje požadavky na vlastnosti stavebních prvků a klade se důraz, aby vlastnosti mohly být nadále použitelné i v jiných softwarech určených pro různá odvětví. Provázanost je zajištěna díky IFC podle ISO 16379. Vlastnosti stavebních výrobků a prvků mají být deklarovány výrobcí v prohlášeních o vlastnostech výrobků, technické dokumentaci anebo v prohlášení o shodě, ale aktuálně nemají výrobky povinně deklarované vlastnosti. Pokud tyto vlastnosti nebudou ještě definovány v aktuální verzi IFC, bude domluven formát (s největší pravděpodobností XML), který bude vlastnosti popisovat a bude možné je postupně přejímat do IFC. Na této možnosti se aktuálně pracuje na mezinárodní úrovni.

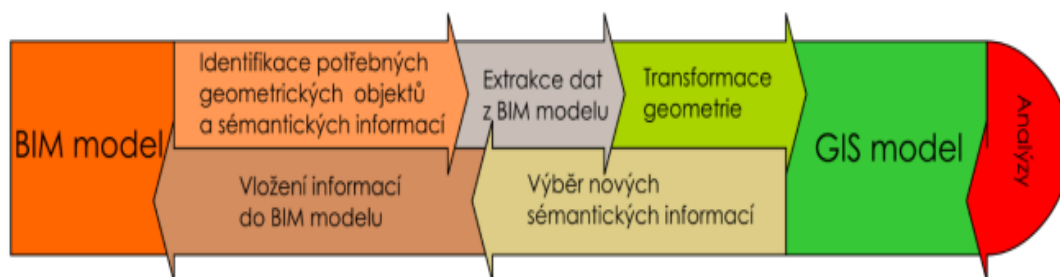
3.4.1.1.3 Vztah k rozpočtům, nákladům a harmonogramu stavby

Abychom dosáhli navázání dat v informačním modelu, systémy související s oceňováním bude potřeba využít ve formátu IFC. Měla by vzniknout metodika

popisující vytváření seznamu položek, které by zahrnovaly kompletně celý projekt. Jednotlivé položky musí mít stanovenou měrnou jednotku a z 3D musí být zjistitelná výměra položky. [16]

3.4.1.1.4 Vazba na geografické informační systémy (GIS)

Předpokládá se využití stávajících mezinárodních norem pro 3 jazyky: jazyk GML (ISO 19136:2007), CityGML (OGC Standard) a Industry Foundation Classes (IFC, ČSN EN ISO 16739). [16]



Obr. 16 Vazba na GIS [16]

3.4.1.1.5 Vlastnictví, autorská práva

Pokud je model exportován do IFC, zahrnuje celý model včetně knihoven a není potřeba připojení zdrojové knihovny. Prvky z knihoven obsahují technické údaje.

3.4.1.1.6 Povinnost/dobrovolnost používání BIM

Je nutná definice tří oblastí: [16]

- „povinnost uzavřít *Prováděcí plán pro BIM - BEP (BIM Execution Plan – smluvní dokument)*,
- *požadovat odevzdání 3D modelu splňujícího aktuálně platný standard určující obsah a strukturu modelu v požadované úrovni podrobnosti a v otevřeném formátu IFC,*

- *povinnost využívat CDE (společné datové prostředí) pro předávání a sdílení informací o projektu.*“

3.4.1.1.7 Harmonogram doporučených opatření

Od roku 2018 se chystá mnoho změn. Jednou z nich je oficiálně vyhlásit IFC jako podporovaný formát BIM modelu pro ČR. O pár let později, konkrétně přelom roku 2021/2022, se chystá návaznost na data ve formátu IFC zahrnující národní infrastrukturu pro prostorové informace.

Shrnutí vybraných doporučení koncepce: [16]

- doporučuje stanovit IFC formát jako podporovaný pro výměnu BIM modelů mezi jednotlivými profesemi pro ČR
- přiřadit IFC parametry k vlastnostem stavebních prvků nacházející se v databázi
- zadat rozsah a uspořádání požadovaných dat pro typy prvků
- požadovat odevzdání 3D modelu splňujícího aktuálně platný standard v požadované úrovni podrobnosti ve formátu IFC
- předávání a sdílení informací o stavebním projektu přes společné datové prostředí neboli CDE
- možnost publikovat GIS data ve formátu IFC pro přenos do ostatních BIM softwarů

3.5 Shrnutí

Z uvedených vyjmenovaných států vyplývá, že v severní Evropě a obecně ve světě jsou daleko více vepředu než srdce Evropy – Česká republika. Pokud bychom chtěli spolupracovat na větších či státních projektech například s Finskem, nepřijímají zakázky ve 2D, tudíž některé firmy byly donuceny přejít na BIM a s tím souvisí

komunikace přes IFC. Velká Británie by nám měla jít příkladem, z velké části používají formát COBie (výměna informací o stavebních operacích – viz. USA), tato výměna by se měla rozšířit i u nás v Česku. Kvůli zavedení Koncepce BIMu a povinného zavedení BIMu v roce 2022 u nadlimitních zakázek, začíná 2D upadávat a narůstá větší počet uživatelů, kteří se snaží naučit v BIMu. Mnoho architektonických kanceláří v ČR přechází na BIM, ale forma komunikace v rámci IFC je mnohým firmám cizí.

Po zavedení bude potřeba, aby si jednotlivé profese mezi sebou správně předávala data. Proto si myslím, že po roce 2022 se začneme přibližovat severním Evropským státům.

U koncepce vnímám doporučení jako správná a některá z nich už fungují. Jako fungující doporučení mohu potvrdit přiřazení IFC parametrů k vlastnostem stavebních prvků v programu ARCHICAD v novějších verzích. Podrobnější popis vlastností je zahrnutý v technické části.

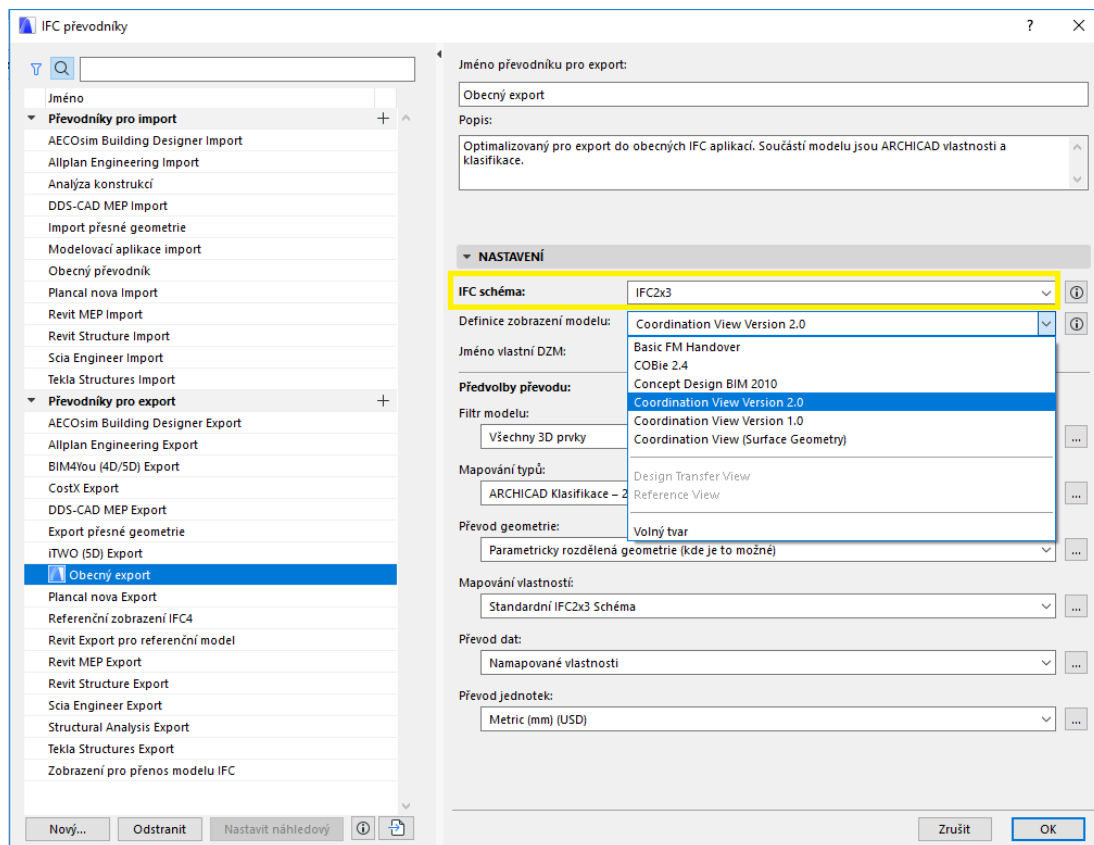
Kromě základních klasifikací lze prvky modelu třídit do vlastních nebo normových klasifikačních systémů. V současnosti v České republice není žádný oficiální univerzální klasifikační systém, ale na jeho přípravě se pracuje.

3.6 Standardy spolupráce pro software ARCHICAD

Pro ARCHICAD můžeme použít schémata IFC 2x3 i IFC4, obě verze se stále používají. Konkrétní postup výměny dat lze popsat několika Definicemi zobrazení modelu. Definice zobrazení modelu (DZM) poskytuje implementační zásady pro všechny IFC koncepty a obsahuje doporučená data a prvky, které by měl IFC model obsahovat s ohledem na účel či záměr, pro který chceme využít výměnu modelu.

Příklady: [17]

- Kapitola “Koordinační zobrazení“ je aktuálně nejrozšířenější IFC zobrazení a obsahuje specifikaci pro sdílení informačního modelu budovy s různými obory po celém světě
- Kapitola “Geometrie povrchu“ se týká pravidel sdílení modelu pro energetické analýzy (např. export vztahu mezi zónami a 3D prvky budovy, které je obklopují)

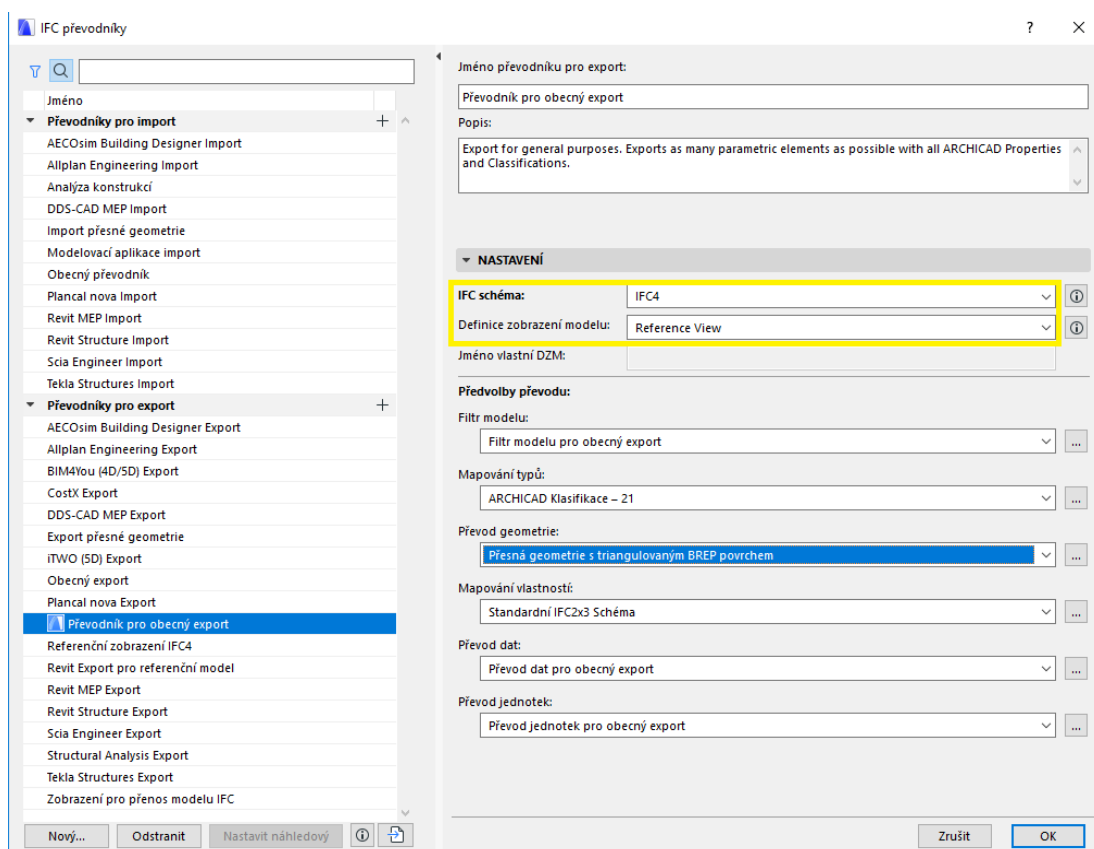


Obr. 17 Schéma IFC2x3 v ARCHICADu [zdroj: vlastní]

Koordináční zobrazení (Coordination View = CV) schématu IFC4 se rozděluje na dvě samostatné Definice zobrazení modelu:

- IFC4 Referenční zobrazení:

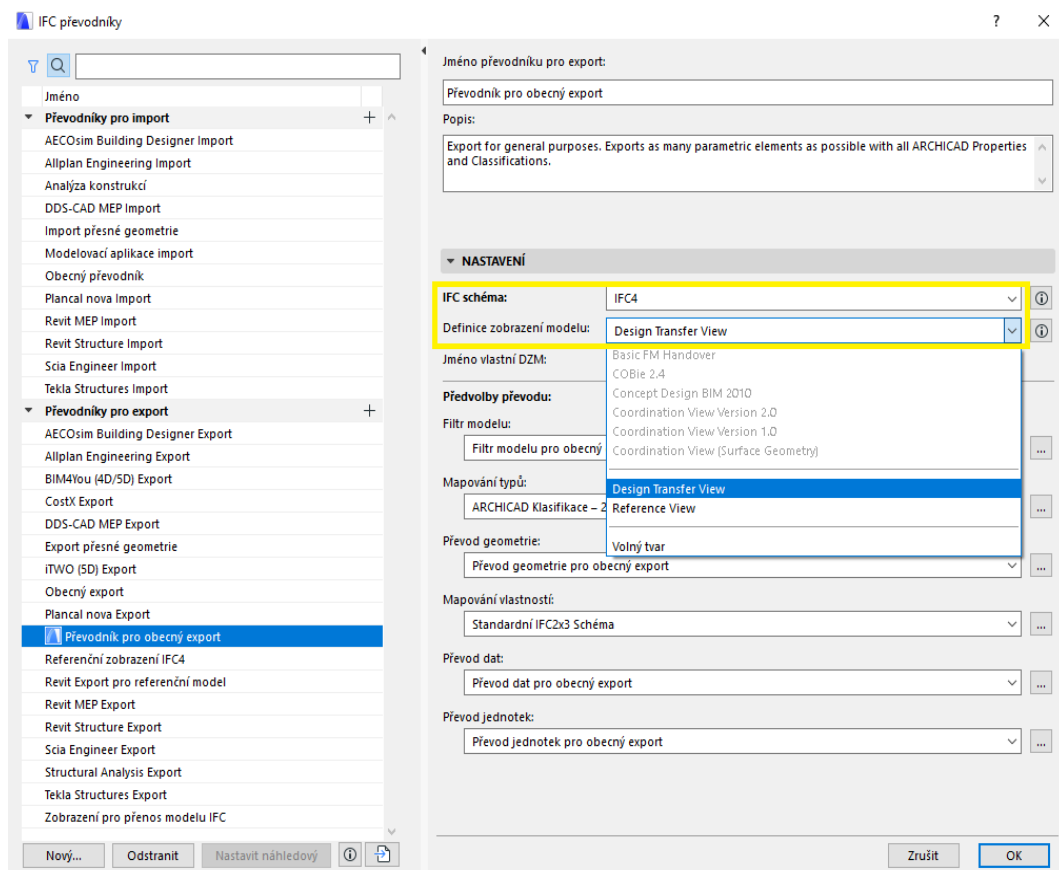
Zobrazení určené pro přesný přenos geometrie modelu pro účely koordinace, nepředpokládají se úpravy.



Obr. 18 Schéma IFC4, Koordinační zobrazení [zdroj: vlastní]

- IFC4 Zobrazení pro přenos návrhu:

Zobrazení předpokládá úpravy na druhé straně, takže je možnost částečně upravit model i ze strany uživatele, kterému model posíláme.



Obr. 19 Schéma IFC4, Zobrazení pro přenos návrhu [zdroj: vlastní]

Ke zjištění IFC kompatibility se musí zjistit podrobnější informace – verze Koordinačního zobrazení (Coordination View = CV) prohlížení, také s jakým cílem byl IFC implementován (export/import anebo zaměření Arch/Struct/MEP – architektonický model/model pro statika/TZB model).

4 TECHNICKÁ ČÁST

4.1 Koordinace/spolupráce

Cílem spolupráce je přístup k informacím o budově bez ztráty dat. To znamená, že by jednotliví účastníci podílející se na navrhování stavby si měli mezi sebou vzájemně předávat či sdílet informace. Komplexní proces výměny informací se týká všech fází životního cyklu, tedy předprojektové přípravy, projektů, přípravy, řízení stavby a provozu a správy budovy. Napříč celým životním cyklem stavby se tato data dají sdílet pomocí IFC. Pro plné využití BIMu se využívají koordinační procesy, pod které spadá výměna dat, detekce kolizí, úpravy modelů, parametrů atd. Pro komunikaci například se statikem a TZB profesantem většinou využíváme stavební model jako referenční model, abychom měli načtený jiný model a mohli z něj odhadnout případné kolize (TZB rozvody prochází špatným konstrukčním prvkem) nebo pro tvorbu vlastního výpočtového modelu statika. IFC se vyvíjí s jednotlivými verzemi a s tím se mění i možnosti výměny, která se zlepšují. Jak už bylo zmíněno výše (*viz. 1 Definice a rozdíly projektování*), se zavedením koordinace profesí lze zvýšit efektivitu a urychlení všech pracovních postupů a předejít tak veškerým problémům v pozdějších fázích řešení projektu.

4.2 IFC

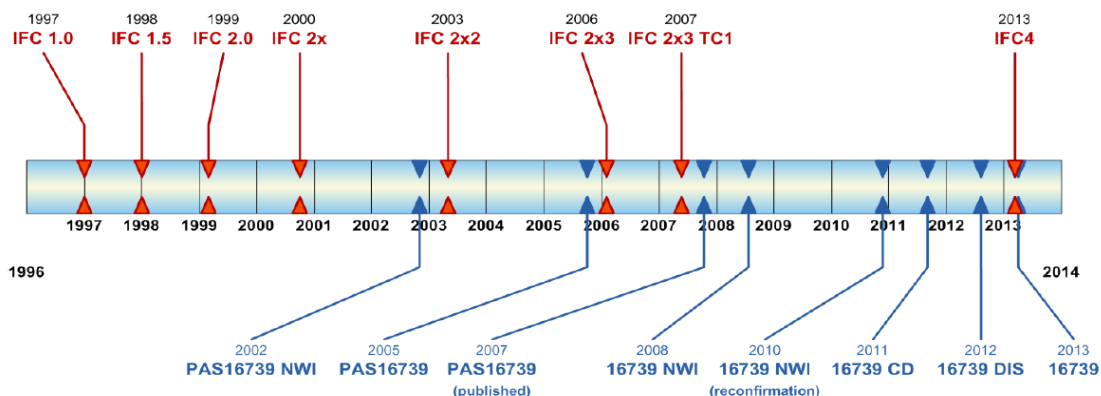
4.2.1 Princip

IFC zahrnuje grafické a negrafické/alfanumerické informace. Mezi negrafické informace se řadí například výpočty, které se používají při průzkumu, FM (facility management) a výpočet energie. Účelem bylo využít IFC v podobě grafických informací ke koordinaci - příkladem může být načtení modelu rozvodů od TZB profesanta do modelu stavební konstrukce a najít případné kolize bez volby úpravy rozvodů ze strany architekta/statika či jiného účastníka podílejícího se na spolupráci, který nevytvářel TZB rozvody v daném softwaru. Úpravy konkrétních prvků mohou vytvářet pouze účastníci, kteří je vytvářeli nebo za ně zodpovídají. Vývoj se v současnosti zlepšil a nyní mohou model upravit a dopracovat účastníci z druhé strany, pokud je zvoleno při převodu dat schéma, které to umožňuje.

4.2.2 Vývoj

History of IFC Development

- IFC 1.0 to IFC 2.0 – early prototypes use: 2000 - 2002
- IFC 2x to IFC 2x2 – early adopters use: 2002 - 2008
- IFC 2x3 – in practical use today use: 2008 - 2016
- IFC 4 – forthcoming use: from 2014 onwards



Obr. 20 Historie IFC rozvoje [20]

Aktuálně používané verze:

4.2.2.1 IFC 2x3

Vydání IFC2x3 bylo vydáno v únoru 2006 jako nástupce IFC2x2 Edition 2. Brzy se stalo společným základem implementace IFC, které kombinovalo předchozí implementační verze IFC2x a IFC2x2. IFC2x3 se soustředí především na vylepšení kvality a zahrnuje vylepšení od předchozí verze IFC2x2. Nicméně vydání obsahovalo několik chyb a organizace v červenci 2007 vydala technickou opravdu IFC2x3, která vylepšovala dokumentaci. [19]

4.2.2.2 IFC 4

Verze IFC4 byla vydána v roce 2013 a zároveň byla přijata jako mezinárodní ISO standard.

Novější verze IFC, vylepšena od předchozí verze a opravuje technické problémy od vydání IFC2x3. Zahrnuje nové vlastnosti, např. geometrické, parametrické a další.

4.2.2.2.1 Výhody spočívají v nových pracovních postupech, které zahrnují:

- Výměna knihoven, modelů 4D a 5D (4D BIM - jedná se o 3D BIM spojený s informací vyjadřující časovou souvislost, proto 4D; 5D BIM - zahrnuje 4D a dále informaci týkající se nákladů, takže umožňuje znázornit průběh času stavebních činností a souvisejících nákladů)
- Interoperabilita BIM s GIS (geografický informační systém) - zahrnuje plánování staveniště, ve kterém geografický prvek umožňuje GIS připojení a dalším plusem je transformace souřadnicového systému GIS, tzn. umožnění mapování návrhu budovy do systému GIS a naopak
- Rozšíření IFC i na další části než jen na budovu - na části zastavěného prostředí, okolí
- Rozšíření tepelné simulace budov a hodnocení udržitelnosti budov - přidání ukazatelů a hodnot dopadů na životní prostředí
- Možnost ověřování dat IFC 4
- zlepšuje přehlednost a přístup k dokumentaci

Veškerá zlepšení trvala 6 let a vyřešila více než 1200 problémů/návrhů/žádostí o změnu. Cílem organizace je vytvořit celosvětový openBIM standard, který bude bezpečný. [20]

4.2.2.2.2 Příklady dalších konkrétních zlepšení

- doplnění katalogu budovy/stavebního prvku - přidány chybějící typy prvků jako např. solární zařízení, stínící zařízení
- konstrukční ocel a dřevo – vlastnosti anizotropního materiálu

- zlepšení modelu analýzy, podpora detailů
- vylepšení 5D výkonnosti – vztahuje se na položky nákladů a konstrukcí v propojení s tabulkami a BIM modelu
- vylepšení geometrie pro mobilní aplikace – zahrnuje zároveň volitelné textury, barvy
- zvýšení osvětlení a stínování – pod to spadá rovnoměrné rozložení světla, odstínů, propojení více textur
- překládání do více jazyků

	Task Name	Duration	Start	Finish	Pre	Tue 01 Sep		Wed 02 Sep		Thu 03 Sep		Fri 04 Sep		S					
						0	6	12	18	0	6	12	18		0	6	12	18	0
1	A	2 days	Tue 01.09.09	Wed 02.09.09		[Gantt bar for Task A]													
2	B	2 days	Thu 03.09.09	Fri 04.09.09		[Gantt bar for Task B]													
3	B.1	1 day	Thu 03.09.09	Thu 03.09.09		[Gantt bar for Task B.1]													
4	B.2	1 day	Fri 04.09.09	Fri 04.09.09	3	[Gantt bar for Task B.2]													

Obr. 21 5D [20]

4.2.2.2.3 Aktuální verze IFC4 Add2

Jedná se o druhý dodatek zahrnující zlepšení. Dodatek byl zveřejněn v červenci 2016 a mluví se o něm jako o finálním standardu buildingSMART. Mezi zlepšení spadá IFC4 Reference View a IFC4 Design Transfer View v oblasti geometrie. Reference View je podobné jako Coordination View v předchozí verzi.

- Design Transfer View (Zobrazení pro přenos návrhu)

Obsahuje informace podporující úpravy vzájemně propojených prvků: například architekt předá model budovy statikovi a ten geometrii budovy upraví. Toto zobrazení ale není určené pro obousměrné předávání modelu.

- Coordination View (Koordinační zobrazení)

Tento způsob zobrazení je vhodný pro export koordinačního modelu, tedy modelu, ve kterém jsou hledány kolize mezi jednotlivými částmi projektu (TZB vs. architektonický nebo statický model). Koordinační zobrazení znamená, že profasant má vytvořený svůj vlastní model, který pošle vyexportovaný například architektovi a

ten jeho model používá jako chráněný referenční a nelze do něj zasahovat a upravovat mu jednotlivé prvky.

4.2.2.3 IFC5

Do budoucna se plánuje vydání této novější verze, která bude zahrnovat jednotlivá odvětví oblastí infrastruktury a bude podporovat složitější parametrické objekty. Aby se dostalo do podvědomí IFC definice pro infrastrukturu, připravuje se prvotní projekt.

4.2.3 Shrnutí

Formát IFC je neustále vyvíjen, aby se zajistila čím dál lepší spolupráce. Při převodu projektu do jiného softwaru přes IFC to ale neznamena, že si můžeme cizí model libovolně poupravovat. Převáděný model od TZB profesanta do jiného softwaru, určenému třeba architektovi, většinou funguje tak, abychom si jej v něm otevřeli, zkontrolovali, ale často nelze zasahovat do cizích objektů/TZB prvků z jiného programu. V podstatě komunikace je určená k tomu, abychom na projekt navázali naši profesí, vyhnuli se chybám, ale abychom nezasahovali do cizí profese.

Za velmi důležité zlepšení vnímám rozšíření knihoven a spolupráci se 4D a 5D. Často převody IFC způsobovali problémy, protože ne všechny prvky se dokázali správně převést a v naimportovaném souboru docházelo k rozbití daných prvků. Sice model IFC vypadal konzistentně, ale s některými prvky se nedalo nadále pracovat.

4.2.4 Vydané specifikace pro normy IFC

4.2.4.1 Seznam specifikací [21]

- IFC specifikace html dokumentace zahrnující všechny definice, knihovny, schémata
- Adresa URL pro schéma dlouhého formuláře IFC EXPRESS
- Adresa URL pro schéma ifcXML XSD

4.2.4.2 Specifikace IFC EXPRESS

Specifikace IFC je zapsána pomocí jazyka EXPRESS, který definuje data a patří do ISO standardu. EXPRESS je standardní datový modelovací jazyk pro data produktu. Je formulován v normě ISO pro výměnu produktového modelu. Tato norma je známá jako STEP (neformální název pro "Standard pro výměnu dat modelu produktu"). Jazyk je kompaktní a vhodný pro zařazení pravidel ověřování dat do datové specifikace.

Struktura výměny souborů IFC (syntaxe datového souboru IFC s příponou ".ifc") je takzvaný formát "STEP fyzický soubor". STEP může představovat 3D objekty v návrhu CAD (Computer-aided design) a souvisejících informacích. K výměně IFC mezi různými aplikacemi slouží souborový formát ASCII. [23]

Datový model EXPRESS lze definovat dvěma způsoby:

- textově
- graficky

Grafické znázornění je často vhodnější pro vysvětlení. Grafické znázornění nazvané EXPRESS-G má nevýhodu, že není schopno reprezentovat všechny podrobnosti, které lze formulovat v textové podobě. Podstatou EXPRESSu je možnost formálně ověřit populaci datových typů, to znamená kontrola všech strukturálních a algoritmických pravidel.

4.2.5 EXPRESS-G

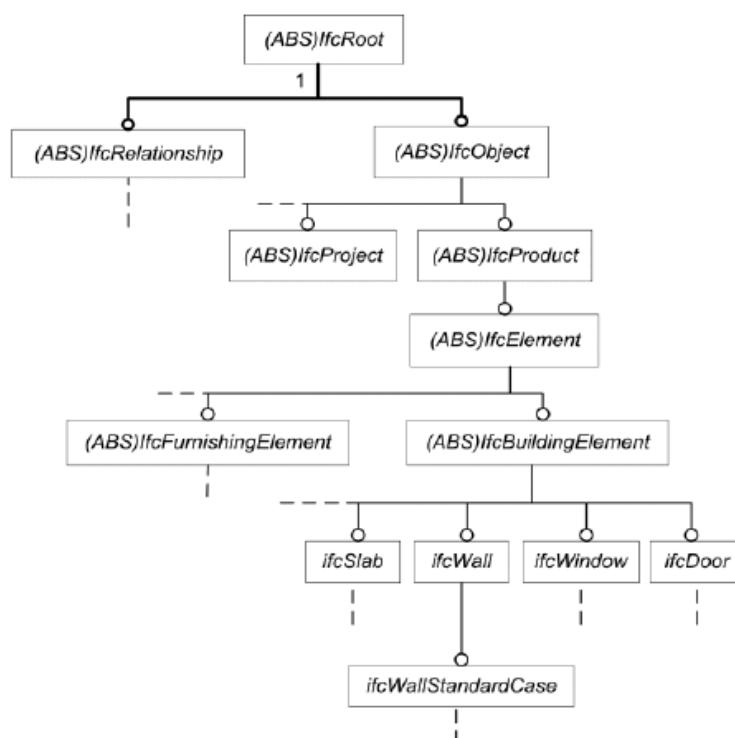
Jedná se o standardní notaci vyjádřenou graficky, určenou pro informační modely. Využívá se společně s jazykem EXPRESS pro zobrazení definic entit (prvky v databázi, např. tabulky), vztahů a kardinality (vazby mezi prvky v databázi).

4.2.5.1 Výhoda:

- použití EXPRESS-G přes EXPRESS je výhodnější z toho důvodu, že struktura datového modelu může být prezentována srozumitelnějším způsobem

4.2.5.2 Nevýhoda:

- složité podrobnosti nelze formálně zobrazit



Obr. 22 Příklad EXPRESS-G diagramu [zdroj: 24]

4.2.6 Specifikace ifcXML

Mezi další zveřejněnou specifikaci patří také ifcXML od verze IFC2x. Struktura výměny souborů ifcXML je struktura dokumentu XML. Schéma XML je automaticky vytvořeno ze zdroje IFC-EXPRESS definovaného jako ISO norma. Tím je zajištěno, že IFC-EXPRESS a ifcXML mohou pracovat se stejnými daty a že datové soubory *.ifc a *.ifcXML mohou být převedeny oběma směry.

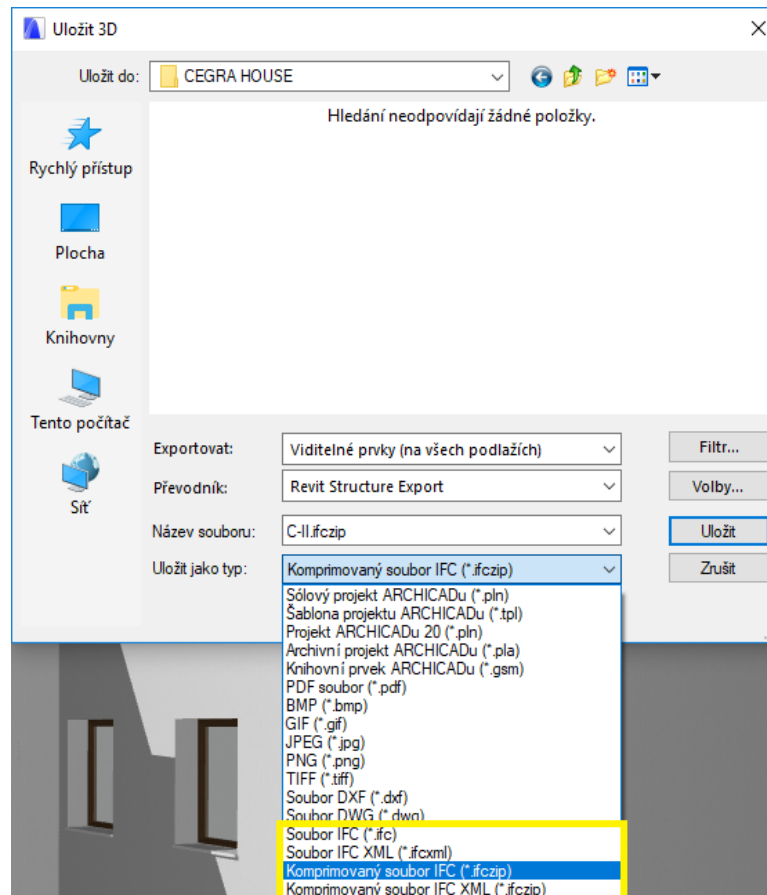
4.3 Formáty IFC výměny

Datové soubory IFC jsou vyměňovány mezi aplikacemi v následujících formátech: [21]

- **.ifc**
 - IFC datový soubor podle ISO normy
 - Soubor * .ifc musí být ověřen podle specifikace IFC-EXPRESS
 - výchozí formát výměny IFC
 - neutrální formát souborů umožňující výměnu informací mezi různými CAD systémy

- **.ifcXML**
 - IFC datový soubor využívá struktury dokumentu XML, tedy jde o čitelnou textovou formu
 - soubor .ifcXML je obvykle o 300-400% větší než soubor .ifc
 - doporučuje se uživatelům, jejichž aplikace partnerů nemohou číst původní formát .IFC, ale mohou spravovat databázi XML

- **.ifcZIP**
 - datový soubor IFC, jedná se o komprimovanou verzi normálního formátu a formátu typu XML
 - v hlavním adresáři zip archivu musí být jeden datový soubor .ifc nebo * .ifcXML
 - při ukládání z ARCHICADu je možnost volby uložit komprimovaný soubor ICF nebo IFC XML (obojí s koncovkou .ifczip)
 - soubory .ifcZIP jsou daleko výhodnější vzhledem k tomu, že komprimují soubor .ifc o 60-80% a soubor .ifcXML o 90-95%



Obr. 23 Uložení modelu ze 3D okna do IFC formátu
[zdroj: vlastní]

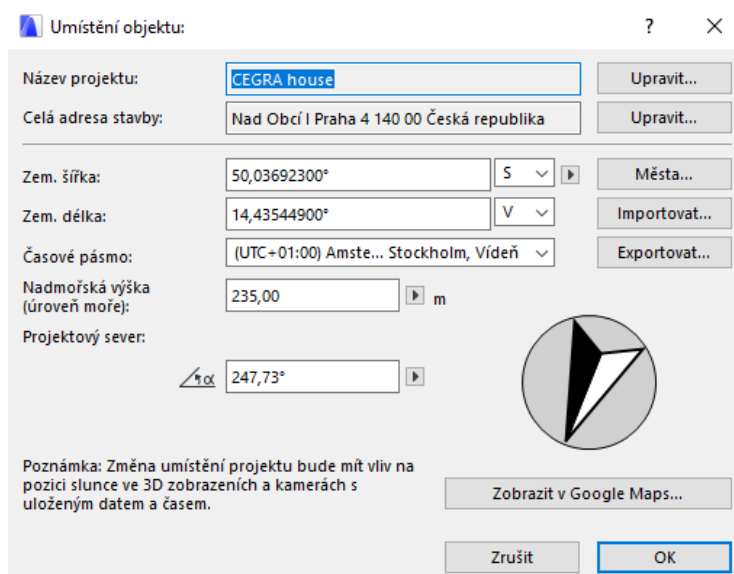
5 PRAKTICKÁ ČÁST: POPIS SDÍLENÍ INFORMACÍ A MODELŮ

5.1 Struktura modelu pro spolupráci v OPEN BIM

Každý uživatel používající software, určený pro spolupráci na projektu v OPEN BIM, musí mít společný systém nastavení projektu.

Nastavení zahrnuje:

- 1) Stejně nastavení umístění projektu, například:
 - původ projektu
 - stejná orientace světových stran



Obr. 24 Umístění objektu [zdroj: vlastní]

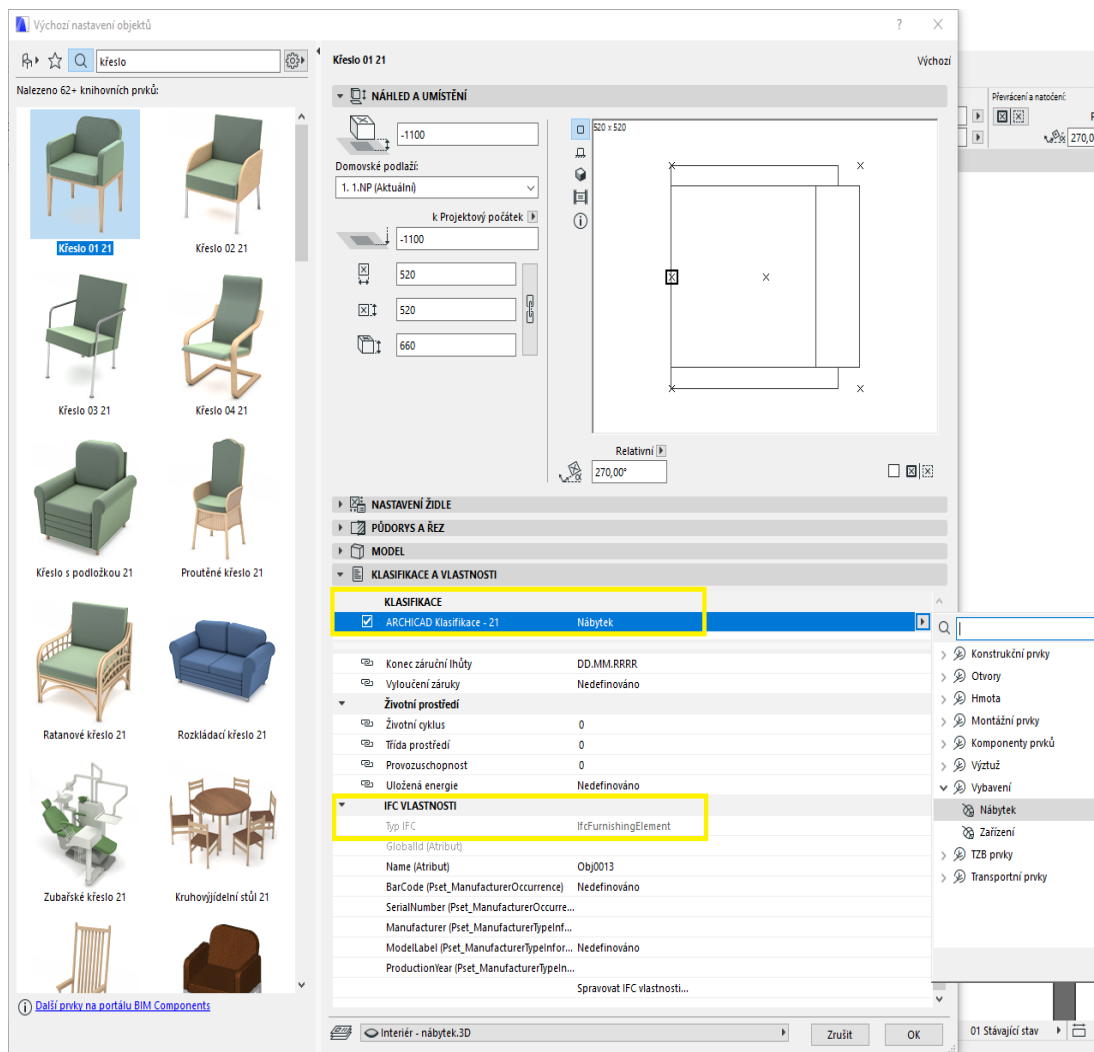
- 2) Zásadní kroky při přípravě modelu:

- klasifikace prvku
- funkce konstrukce
- umístění

Jednotlivá nastavení jsou ukazována v software ARCHICAD 21:

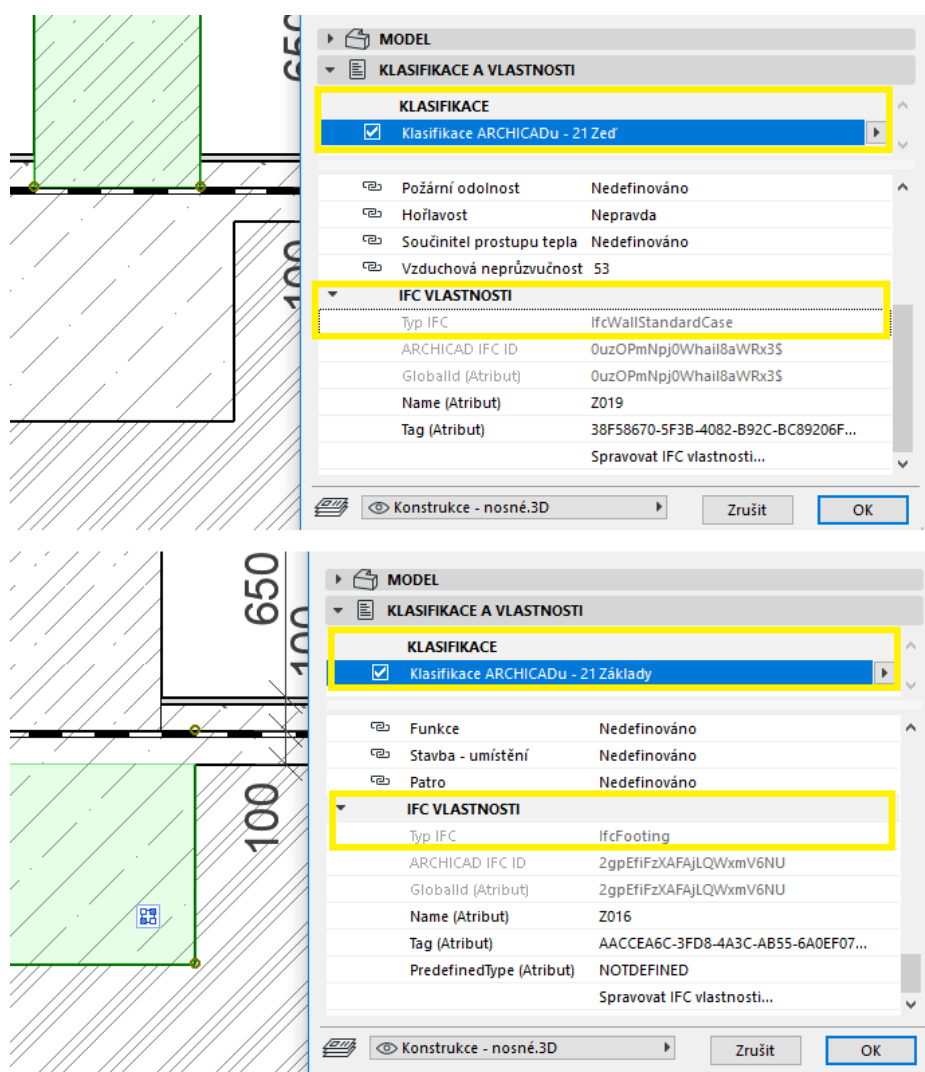
5.1.1 Klasifikace prvku

Každý typ prvku v ARCHICADu má výchozí typ IFC. Pracovní postup založený na IFC je v podstatě o sdílení informací o 3D modelech, o informacích o dvou dimenzích a o metadatech přiřazených k prvku. Metadata obsahují specifická data a nemají vliv na vzhled prvků. Většina typů IFC jsou ve výchozím nastavení přiřazeny prvkům ARCHICADu, ale existuje typ, který je poněkud odlišný - typ IFC založený na GDL objektech. GDL je parametrický programovací jazyk. Popisuje 3D objekty a ty mají reprezentující 2D symboly na podlaží. Mezi GDL objekty spadají 3D objekty jako okna, dveře, nábytek, atd. Typ IFC založený na GDL objektech je vybrán podle jejich umístění v hierarchii podtypů. Například podtyp objektů křesla je sedací, ale vzhledem k tomu, že neexistuje žádný typ IFC s názvem Sezení, bude typ IFC vyhledáván a definován programem podle nadřazeného podtypu ve stromové struktuře, která má odpovídající typ IFC - nábytek. Typ IFC objektu bude tedy anglicky *IfcFurnishingElement*. Pokud neexistuje podtyp pod podtypem modelového prvku, který odpovídá typu IFC, typ IFC objektu bude nastaven jako typ s názvem *IfcBuildingElementProxy*.



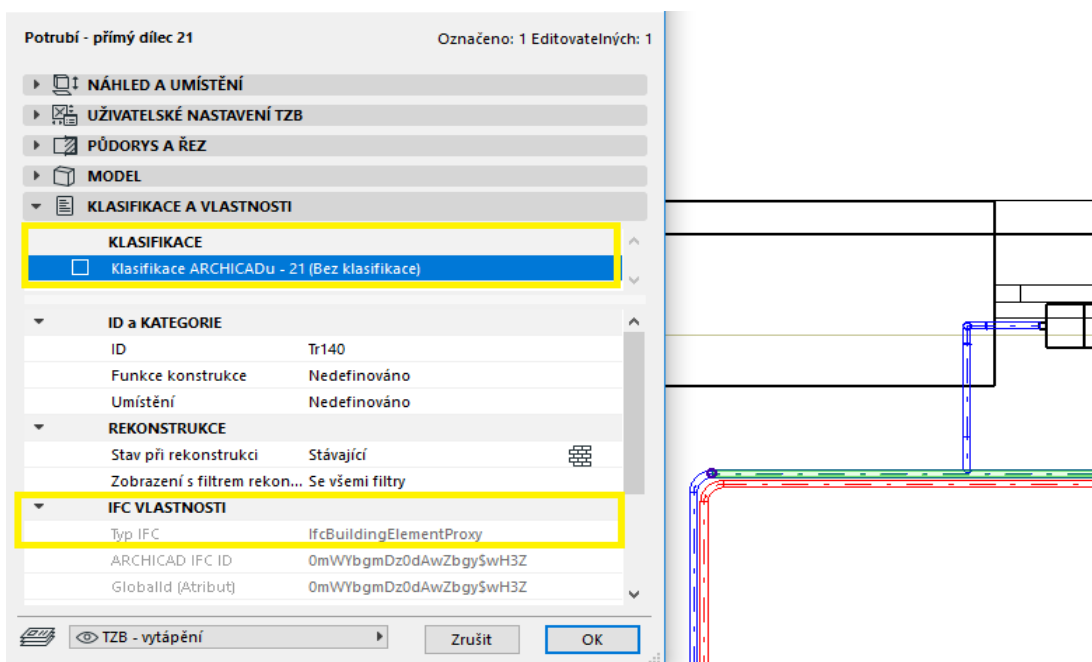
Obr. 25 Klasifikace prvku [zdroj: vlastní]

Výchozí typ IFC je nastaven automaticky pro každý objekt či prvek ARCHICADu. Typ IFC se přiřazuje na základě klasifikace prvků, které se definují v okně Nastavení prvku (zdi, trámu, sanity a zařízení, potrubí, objektů atd.). Podle klasifikace prvku se tedy přiřadí automaticky IFC vlastnost. V případě, že prvek není klasifikován, je mu přiřazen taktéž *IfcBuildingElementProxy*. Například zeď může být klasifikována jako zeď nebo jako základy v závislosti na její funkci v budově (Obr. 26).

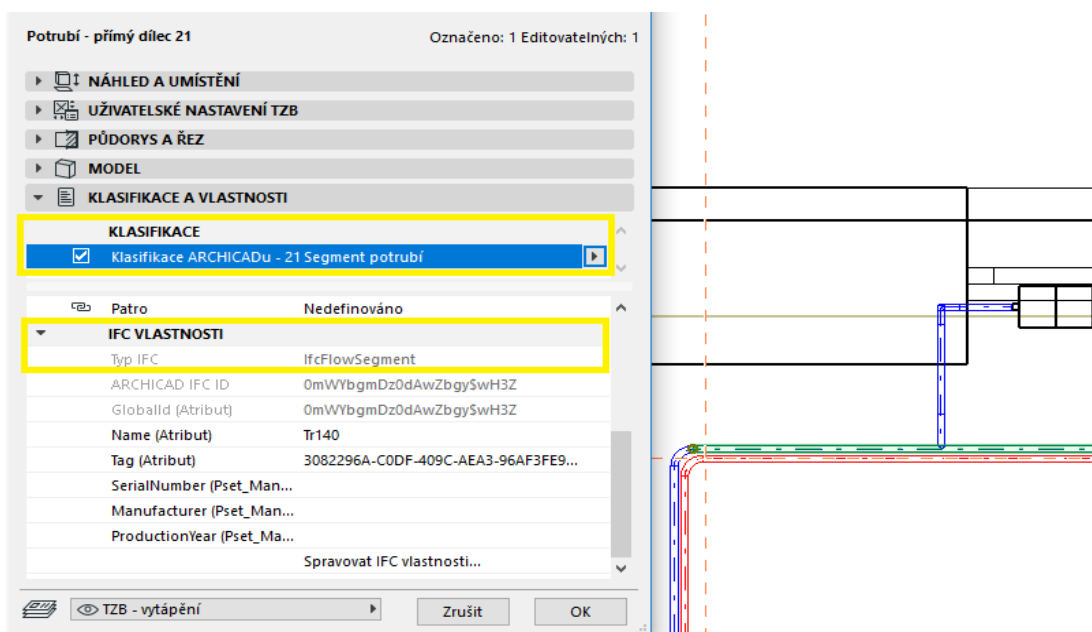


Obr. 26 Klasifikace dle funkce [zdroj: vlastní]

Lze klasifikovat i TZB prvky. Pokud není přednastavená klasifikace TZB prvků v šabloně projektu automaticky, opět se můžou prvky klasifikovat k danému TZB prvku. Může se stát, že po přiřazení klasifikace mají již zmíněný Typ IFC *IfcBuildingElementProxy*, který je přiřazen prvkům, které nemají definovaný podtyp. Typ IFC je poté potřeba namapovat v IFC převodníku, aby se správně přiřadil k dané klasifikaci (například segment potrubí při namapování bude *IfcFlowSegment*).



Obr. 28 Bez klasifikace prvku [zdroj: vlastní]



Obr. 27 Klasifikace TZB potrubí [zdroj: vlastní]

5.1.2 Funkce konstrukce

Funkci prvku může stanovit statik/architekt. Funkce prvku obsahuje 3 funkce:

- nosné prvky
- nenosné prvky
- nedefinováno

Nastavení funkcí všech prvků správně usnadňuje filtrování modelu. Je potřeba si pohlídat nosné prvky, nenosné prvky jsou pro statika obvykle méně důležité, takže je lze vynechat. Model lze pro statika exportovat i bez oken, bez povrchových úprav, pouze nosné prvky apod.

5.1.3 Umístění

- exteriér
- interiér
- nedefinováno

5.1.4 Shrnutí

Není potřeba všechny zmíněné informace nastavovat. Záleží, na co model potřebujeme použít a také na domluvě s profesantem, ale jednotlivá nastavení umožňují filtrovat prvky a tím usnadňují práci při vyhledávání daných prvků a pozdějších úprav. Například při exportu modelu zahrnujícího pouze nosnou část je potřeba u nosných prvků tato nastavení používat a jednoduše se později vyselektuje obsah modelu, pro statika bude model názorný.

Klasifikace bývají ve většině případů přednastavené, vyexportují se přes Typ IFC společně s modelem a dle Typu IFC si uživatel může například v prohlížeči Tekla BIMsight povypínat/pozapínat jednotlivé Typy IFC v pravém rohu prohlížeče a zkontrolovat model.



Obr. 29 Prohlížeč Tekla BIMsight [zdroj: vlastní]

5.1.5 IFC vlastnost

V Klasifikaci si můžeme přidat vlastní IFC vlastnost a může se použít přednastavené pravidlo pro danou vlastnost. Počet vlastních vlastností není omezen. Shoda mezi vlastnostmi prvků ARCHICADu a vlastnostmi IFC se nazývá mapování. Shoda funguje pouze jednosměrně. Lze přepsat například požární odolnost prvku ve vlastnosti ARCHICADu a stejná hodnota se objeví u IFC vlastnosti, kdežto změna hodnoty IFC vlastnosti nevede ke změně hodnoty vlastnosti ARCHICADu. Některá pravidla mapování jsou nastavena standardem IFC, ale není potřeba se tím řídit a uživatelé si mohou vytvořit svá pravidla a pozměnit pravidla mapování.

5.1.6 Reference klasifikace

Ve správci IFC projektu lze využít Reference klasifikace na prvky podle přednastaveného pravidla. Reference slouží k uspořádání prvků do třídy/kategorie podle společné charakteristiky nebo účelu.

Přednastavená pravidla mají několik možností výběru z klasifikačních standardů, například:

- UNICLASS - Velká Británie

Uniclass 2015: Klasifikuje stavební prvky (trámy, sloupy, střechy atd.), funkční části stavebních prvků, produkty, systémy podle jejich funkce založené na této specifikaci.

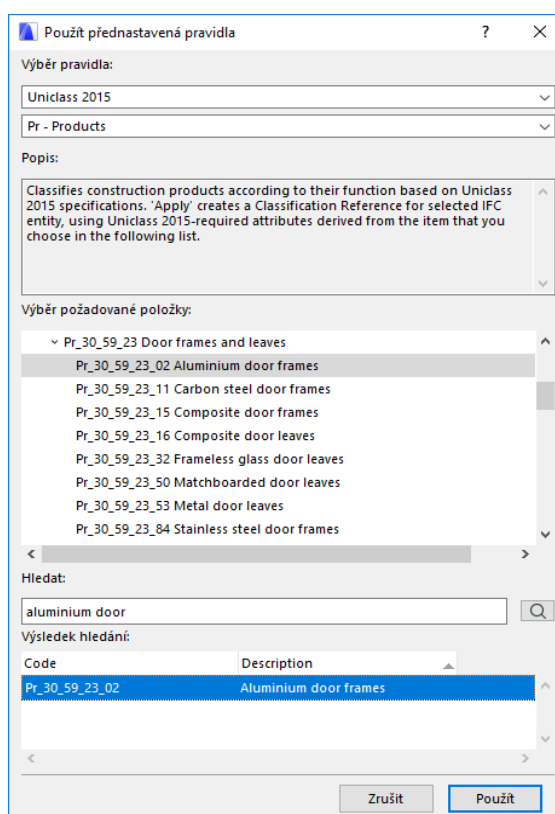
- OMNICLASS – USA

Ve vydání 2012 přiřazuje klasifikace stavebních výrobků stavebním prvkům na základě této specifikace.

- CAWS – Velká Británie

Slouží k organizaci informací ve specifikacích a objemových údajích a pro klasifikaci informací o konkrétních typech stavebních prací.

Při nastavení reference se nejdříve volí pravidlo pro klasifikaci z daných standardů, zvolí se tabulka prvků/produktů nebo jiná nacházející se ve zvoleném standardu. Podle vyhledávaného kritéria se ukážou výsledky hledání správné kategorie a může se aplikovat přímo na prvek – v obrázku (Obr. 30) ukázka hliníkového rámu na dveře. Vybraná položka dveře má identifikátor, název, je přiřazena referenčním datům klasifikace Uniclass 2015, verzi a datum vydání.



Obr. 30 Klasifikační standard Uniclass 2015 [zdroj: vlastní]

5.1.7 Typy

Kód IFC seskupuje prvky podle jejich společných vlastností IFC a jejich seskupení se nazývá "IFC Type Products" neboli IFC Produktové typy. Typy definují konkrétní styly nebo typy prvků. Příkladem mohou být dveře s typem IFC nazývajícím se IfcDoorStyle a spadá do něj několik dveří se společnými IFC vlastnostmi. Výrobky s typem IFC mají vlastnosti a atributy stejné jako prvky IFC. Software ARCHICAD má pro každý prvek automaticky generován entitu typu IFC. Přednastavená přiřazení lze upravit ve Správci projektu IFC, který slouží i pro navigaci uvnitř projektu.

ArchicAD element (IFC Entity)	IFC Type Product	Name Attribute of Type Product derived from
Column (IfcColumn)	IfcColumnType	Profile/Building Material name + profile size
Beam (IfcBeam)	IfcBeamType	Profile/Building Material name + profile size
Wall (IfcWall)	IfcWallType	Building Material/Composite name + thickness
Slab (IfcSlab)	IfcSlabType	Building Material/Composite name + thickness
Curtain Wall (IfcCurtainWall)	IfcCurtainWallType	"Curtain Wall Type" fix name
Curtain Wall Panel part (IfcPlate)	IfcPlateType	Panel type ("Main" or "Distinct") + panel size
Curtain Wall Frame part (IfcMember)	IfcMemberType	Frame type ("Boundary", "Mullion" or "Transom") + profile size
Door (IfcDoor)	IfcDoorStyle	Library Part name
Window (IfcWindow)	IfcWindowStyle	Library Part name
GDL-based Objects	e.g. IfcFurnitureType	Library Part name

Obr. 31 Automatické pojmenování IFC typu [zdroj: 25]

Soubor IFC si můžete prohlédnout v aplikacích pro kontrolu modelů (například model Solibri Model Viewer) a zároveň je možnost zkontrolovat vlastnosti exportovaného prvku, hodnoty vlastností – akustické hodnocení, hodnocení požáru.

5.2 Výměna dat

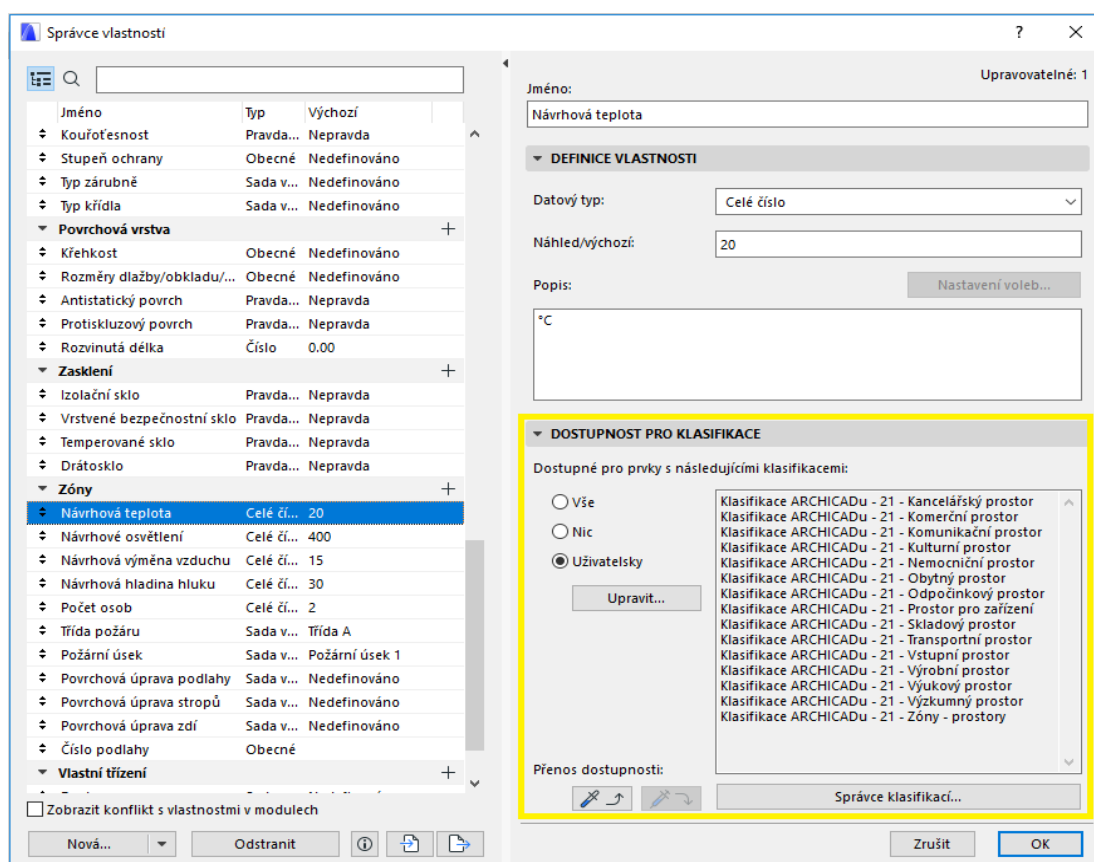
Klade se důraz na správnou klasifikaci prvků u vytvořeného modelu (model je potřeba také správně vytvořit). Prvek je klasifikován kromě zmíněné klasifikace (dle ID, funkce konstrukce, umístění atd.) i vrstvou, materiálem a dalšími atributy - definovaným sendvičem, domovským podlažím. Takovým způsobem je usnadněna

práce jednak pro nás i pro dalšího projektanta, který tyto údaje může využít v jiném softwaru.

S modelem přenášíme informace a vlastnosti, tzv. metadata. Metadata může obsahovat každý objekt. Vlastnosti jsou dostupné u definovaných klasifikací, upravují se ve Správci vlastností a můžeme je uživatelsky definovat. Každé vlastnosti lze přiřadit uživatelsky daná klasifikace.

Příklad vlastností:

- U zón – návrhová teplota, návrhová výměna vzduchu, počet osob, třída požáru, požární úsek, povrchová úprava podlahy/stropů/zdí
- Požární odolnost, hořlavost, součinitel prostupu tepla
- Životní cyklus, třída prostředí, uložená energie, provozuschopnost
- Prefabrikovaný beton – hmotnost rohu, stálé zatížení, nahodilé zatížení, mimořádné zatížení



Obr. 32 Ukázka vlastnosti (návrhová teplota) definované pro klasifikace zón [zdroj: vlastní]

Stejně jako vlastnosti, tak i klasifikace se můžou uživatelsky definovat a jednotlivým klasifikacím lze libovolně přiřadit několik vlastností ve Správci klasifikací, kde se nachází klasifikační systémy. Správce vlastností a Správce klasifikací spolu vzájemně komunikují.

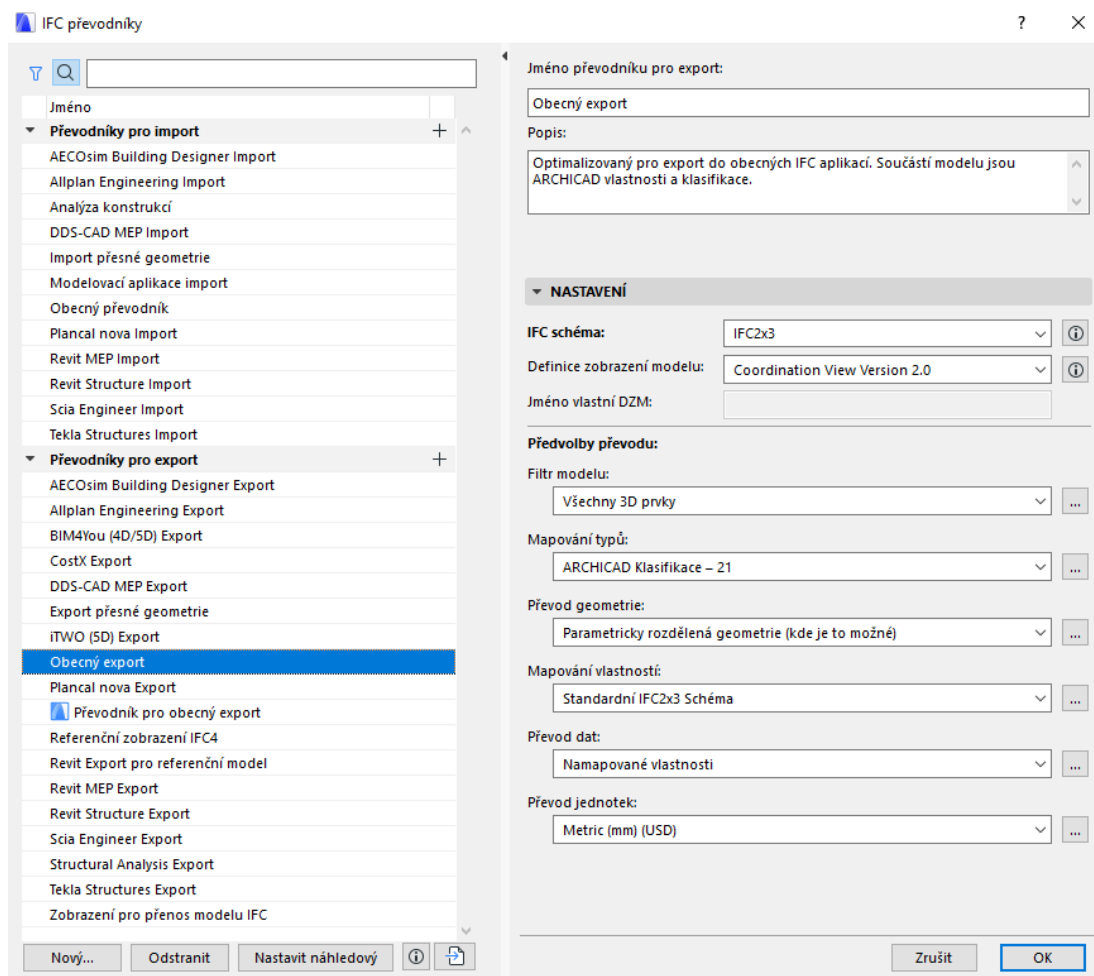
Na základě všech těchto nastavení tak můžeme získat například výkazy objemu všech prvků konstrukce dle vrstev nebo výkaz zón či jednotlivých elementů, vytvořit zobrazení prvků pouze podle nosných/nenosných konstrukcí, podle vrstev, vlastností anebo zobrazení požárních úseků.

Veškerá nastavení či klasifikace jsou důležitá pro vzájemnou návaznost profesí, jednodušší orientaci v modelu, správu dat, kontrolu prvků, použití pouze části modelu pro dané účely, přesnější odhad spotřeby materiálů, plochy, objemu a podobně.

Pro export je možné prvky vyfiltrovat pro danu profesi – statikovi poslat pouze model zobrazený podle nosných konstrukcí, TZB projektantovi pouze rozvody, dále lze využít export tepelně technických výpočtů, zóny jsou pro export důležité pro definování místností.

5.2.1 IFC převodníky

K importu a exportu modelových dat pomocí IFC se využívá IFC převodník. V IFC převodníku se nachází předdefinované IFC převodníky týkající se konstrukcí, TZB a obecného připojení, najdeme mezi nimi DDS – CAD MEP Import/Export, Scia Engineer Import/Export, Tekla Structure Import/Export, Revit MEP/Structure Import/Export a mnoho dalších. Lze definovat i své vlastní převodníky.



Obr. 33 IFC převodníky [zdroj: vlastní]

Můžeme vytvořit nový převodník pro import/export anebo duplikovat daný převodník z vybraného seznamu a případně jej přejmenovat. U nového převodníku můžeme změnit libovolná nastavení, i když se jedná o duplikát. Ve verzi ARCHICAD 21 (aktuálně nejnovější) jsou převodníky součástí šablony, nikoli uložené na disku počítače jako dříve. Díky tomu jsou převodníky přenášeny s projektem a správa na projektu připojeném na síti je jednodušší.

5.2.2 IFC převodníky pro export - výstup dat z BIM modelu

IFC převodník pro export definuje pravidla pro manipulaci s modelovými prvky, které jsou exportovány z AC (ARCHICADu) do formátu IFC. Každý převodník má jednotlivá nastavení. Vybíráme z IFC schématu a z několika předvoleb převodu.

Jeden z převodníků ukazuje výchozí definice mapování potřebné pro práci s daty IFC. Jedná se o Obecný převodník. Jednotlivá schémata IFC a Definice zobrazení modelu pomáhají nastavovat předvolby kompatibilní s určitými standardy a nastavení je tak pro uživatele zjednodušeno.

5.2.2.1 Schéma IFC

Schéma se nastavuje pouze u exportu. Představuje určitou verzi IFC standardu. Převodník podporuje dvě verze – IFC 2x3 a IFC4. Je doporučováno použít schéma IFC 2x3, jelikož je to nejpoužívanější verze. U verze IFC4 se může stát, že není podporován aplikací, jedná se o novější verzi.

Převodník DDS-CAD MEP má doporučený formát IFC 2x3.

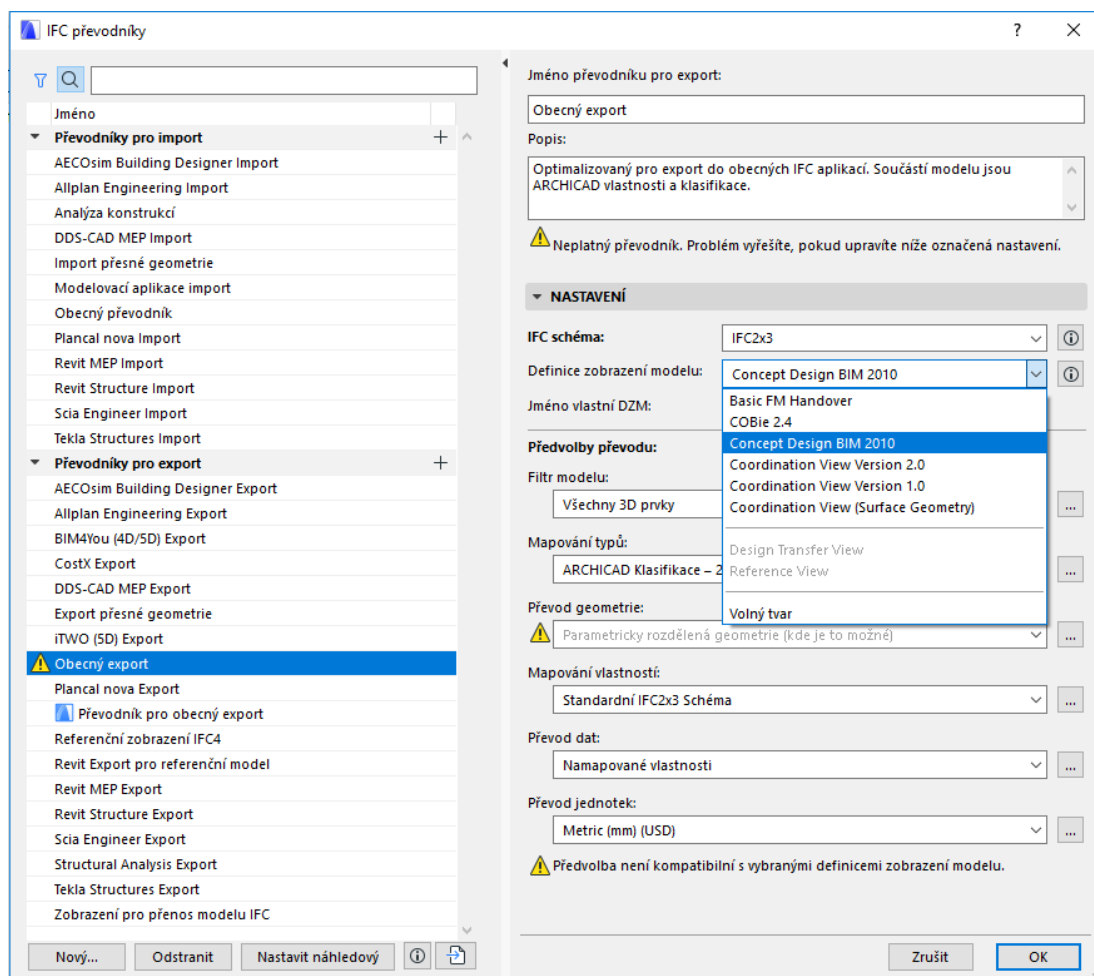
5.2.2.2 Definice zobrazení modelu (MVD)

Viz. kapitola 3.6 Standardy spolupráce pro software ARCHICAD. Používá se u nastavení exportu. Definice spočívá v doporučených datech a prvcích, které by měl IFC model obsahovat s ohledem na účel či záměr, pro který chceme využít výměnu modelu. V některých případech je předem definovaný standard MVD. Dostupnost MVD se liší v závislosti na verzi IFC schéma.

Výhoda při zvolení jakéhokoliv MVD zobrazení spočívá ve varování v dialogovém okně. Každému MVD odpovídají určitá nastavení předvoleb týkající se exportu. Při změně nastavení z některých předvoleb – Filtr modelu/Mapování typů/Převod geometrie/Mapování vlastností/Převod dat/Převod jednotek, se může stát, že nastavení nejsou kompatibilní s vybranými požadavky daného MVD a program nás varuje neplatným převodníkem.

Zobrazení modelu zahrnuje možnost výběru „Volný tvar“, tzn. naše vlastní vytvoření definice zobrazení modelu.

Převodník DDS-CAD MEP má přednastavené Coordination View Version 2.0 (Koordinační zobrazení verze 2.0).



Obr. 34 Definice zobrazení modelu [zdroj: vlastní]

5.2.2.3 Předvolby převodu

Zahrnují několik možností výběru předvoleb:

5.2.2.3.1 Filtr modelu

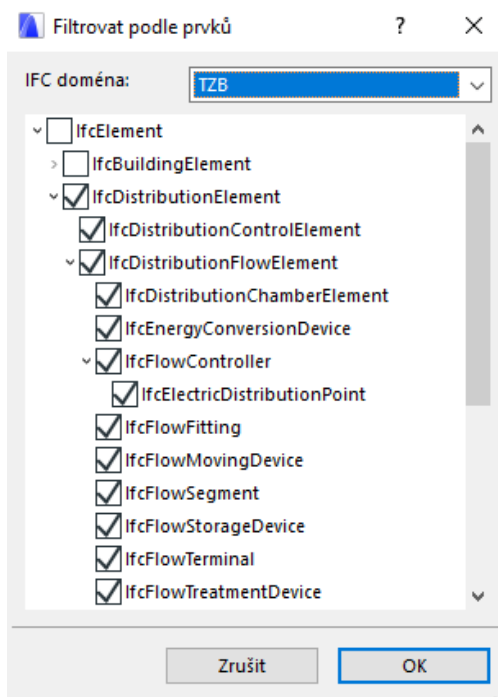
Zde je možnost vybrat prvky, které chceme zahrnout do modelu. Na výběr jsou varianty Filtr modelu pro obecný export/Konstrukční prvky/Konstrukční prvky se zónami/Všechny 3D prvky/Všechny 3D prvky se 2D zobrazením dveří či oken anebo Editovat/Vytvořit novou předvolbu.

V každém filtru můžeme upravit přednastavená nastavení. 3D prvky pro export je možné filtrovat na základě IFC domény (všechny/konstrukční/TZB/volný tvar) a podle funkce konstrukce (všechny prvky/nosné prvky/nenosné prvky). 2D prvky se

volí z možností – systém a prvky sítě/čáry, texty, popisky, výplně/2D zobrazení dveří nebo oken.

Lze importovat nastavené předvolby z externího souboru, ve kterém už máme vše nastavené.

Převodník DDS-CAD MEP pro export určený pro TZB profesanty má přednastavený filtr pro všechny 3D prvky, IFC doménu s funkcí také pro všechny prvky, 2D prvky zahrnují systém a prvky sítě. Předvolbu je možné upravit dle svého uvážení. Stejnou předvolbu používají i například softwary AECOSim Building Designer Export, BIM4You (4D/5D) Export, Export přesné geometrie, iTWO (5D) Export, Referenční zobrazení IFC4, Revit MEP Export atd.



Obr. 35 IFC doména podle TZB prvků [zdroj: vlastní]

5.2.2.3.2 Mapování typů

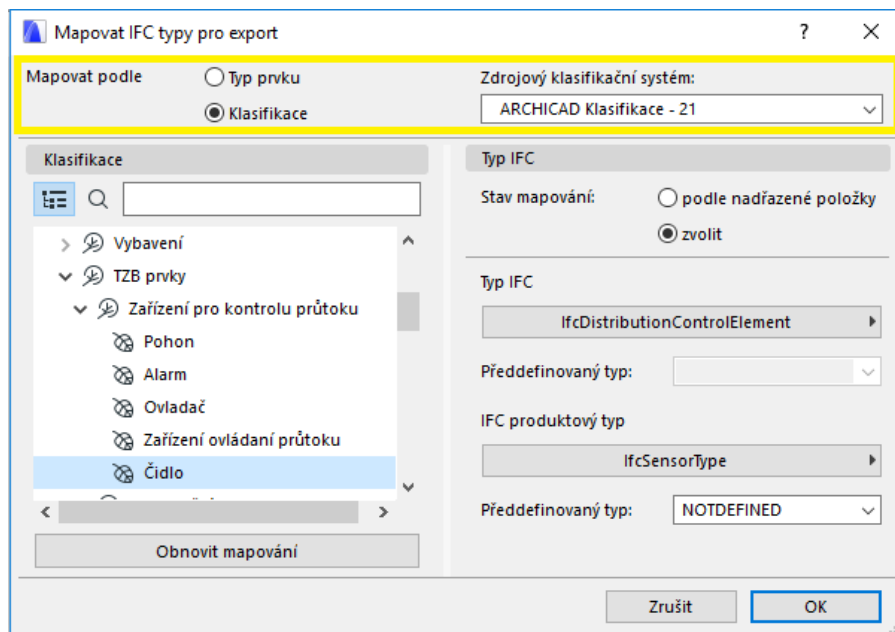
Definuje možnosti převodu prvků modelu a zároveň definuje výchozí klasifikace IFC typů prvků. Každý prvek má svůj definovaný IFC typ. Tento typ můžeme definovat neboli mapovat podle 2 možností:

- Typ prvku

U zvolené metody není možnost vlastního mapování jednotlivých prvků, každému prvku je přiřazen výchozí IFC typ podle nástrojů prvku.

- Klasifikace

Možnost ručního mapování každého prvku. Prvky jsou převedeny na základě zvolené klasifikace. Každý standardní klasifikační systém má danou klasifikaci. Pokud nějaký prvek nemá přiřazenou klasifikaci, můžeme ji vlastnoručně namapovat.



Obr. 36 Mapování typů IFC [zdroj: vlastní]

Podle toho, jak jsou nastaveny předvolby Mapování typů, je současně nastavena IFC doména.

5.2.2.3.3 Převod geometrie

Určuje variantu převodu geometrie prvků. Na výběr je několik nastavení. Pro převod prvků volíme BREP geometrii nebo Vytaženou/Rotační geometrii. BREP geometrie specifikuje Boundary Representation neboli reprezentativní obrys. BREP ponechává přesné geometrie prvků taktéž na spojích konstrukcí, ale nezachovává

parametry prvků. BREP prvky se převedou jako needitovatelné - metoda vhodná pro koordinační model. Vytažená/rotační metoda uchovává parametry prvků (např. výška prvku), ale nepřenesou se přesná geometrie napojení prvků – metoda vhodná statiky.

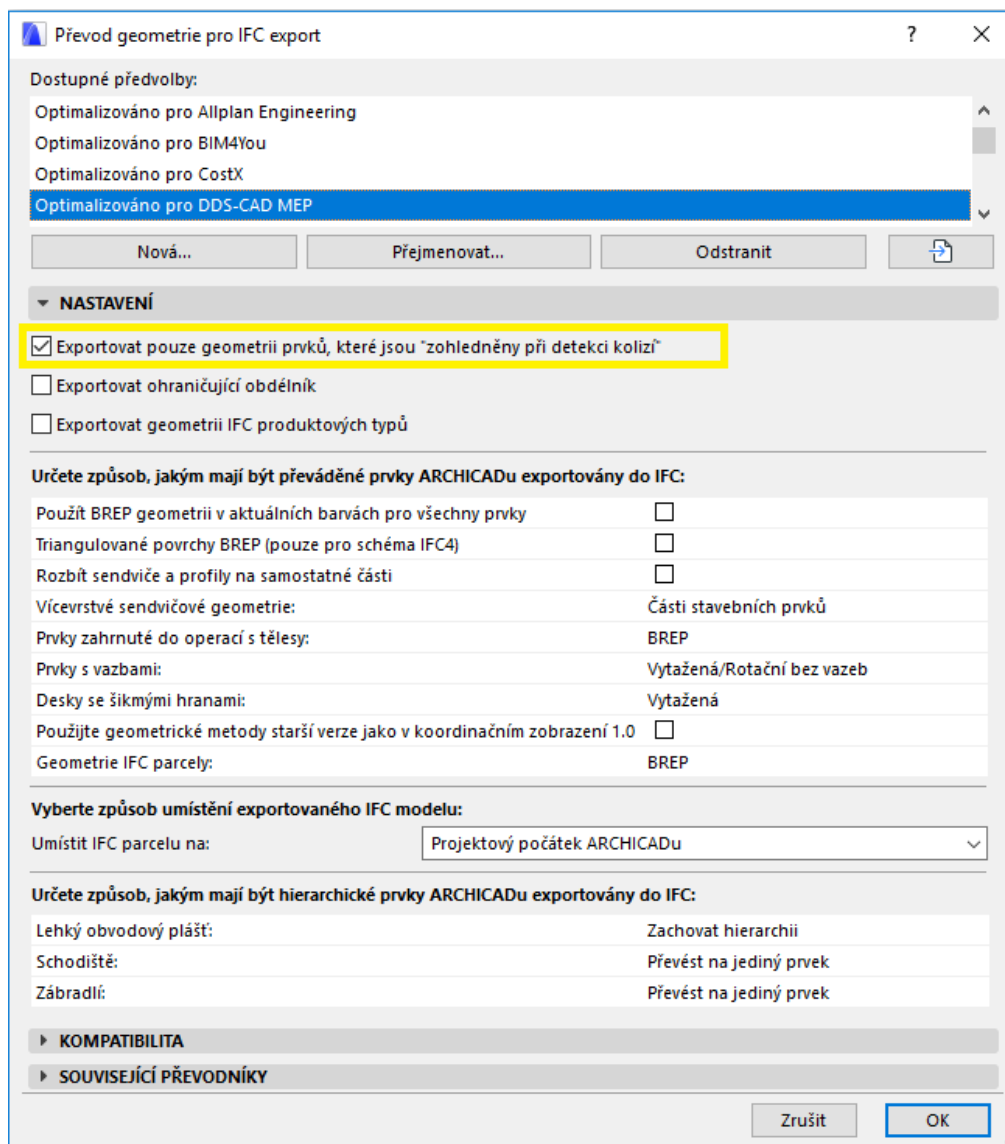
Abychom zachovali barvy modelu a geometrii na spojích, je výhodné použít nastavení „Použít BREP geometrii v aktuálních barvách pro všechny prvky“, potom bude model exportován v BREP geometrii se stejnými barvami, jak jsou barvy v modelu původně nastaveny.

V případě nastavení převodníku DDS-CAD MEP bývá přednastaveno:

- Exportovat pouze geometrii prvků, které jsou „zohledněny při detekci kolizí“
Tato volba je důležitá pro koordinační model. Exportovány budou prvky, které mají ve vlastnostech stavebních materiálů nastavené, aby byly zohledněny při detekci kolizí. To znamená, že prvky konstrukcí jsou exportovány jako vzduchová mezera a projektanti TZB do mezer vkládají potrubí a nedochází tak ke kolizím.

Umístit IFC parcelu můžeme na projektový počátek (v případě umístění projektu u projektového počátku) nebo geodetický bod (v případě umístění projektu daleko od projektového počátku). Souřadnicový systém IFC bývá automaticky umístěn do projektového počátku, pokud chybí geodetický bod.

Způsob exportu hierarchických prvků (lehký obvodový plášť, zábradlí, schodiště) rozhoduje, zda budou jednotlivé prvky objektů exportovány samostatně (převedeny na jediný prvek) nebo jako skupina (hierarchicky). Export samostatných prvků například u zábradlí znamená rozbití zábradlí jako celku a dostupný bude prvek po prvku.



Obr. 37 Převod geometrie pro IFC export [zdroj: vlastní]

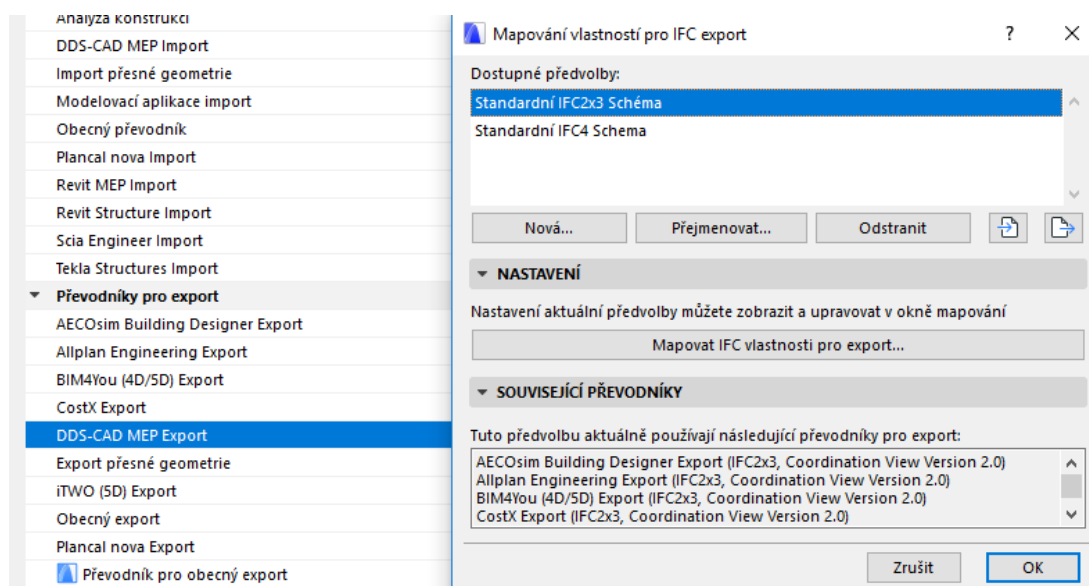
5.2.2.3.4 Mapování vlastností

Přes mapování vlastností se přenáší vlastnosti ARCHICADU do vlastností IFC. U zvolené IFC entity/prvku (např. IfcFlowSegment) se nachází přednastavené IFC vlastnosti. Pokud nám ve struktuře nějaká vlastnost chybí, je možnost vytvoření nové vlastnosti nebo reference klasifikace. Mapování umožňuje namapovat jakoukoliv vlastnost ARCHICADu do vlastnosti IFC.

Stromový seznam IFC entity zahrnuje všechny typy prvků, ale může být i filtrován na základě TZB prvků a konstrukčních prvků anebo podle zařazení či zóny, možností je více. Příklad využití IFC vlastností spočívá například při spojení několika

vlastností do jednoho textového bloku. V IFC Správci projektu se dají měnit hodnoty IFC vlastností.

Všechny převodníky (kromě převodníku pro IFC4 a Zobrazení pro přenos návrhu) mají přednastavené IFC2x3 Schéma pro mapování vlastností, aby byla zaručena kompatibilita.



Obr. 38 Mapování vlastností [zdroj: vlastní]

5.2.2.3.5 Převod dat

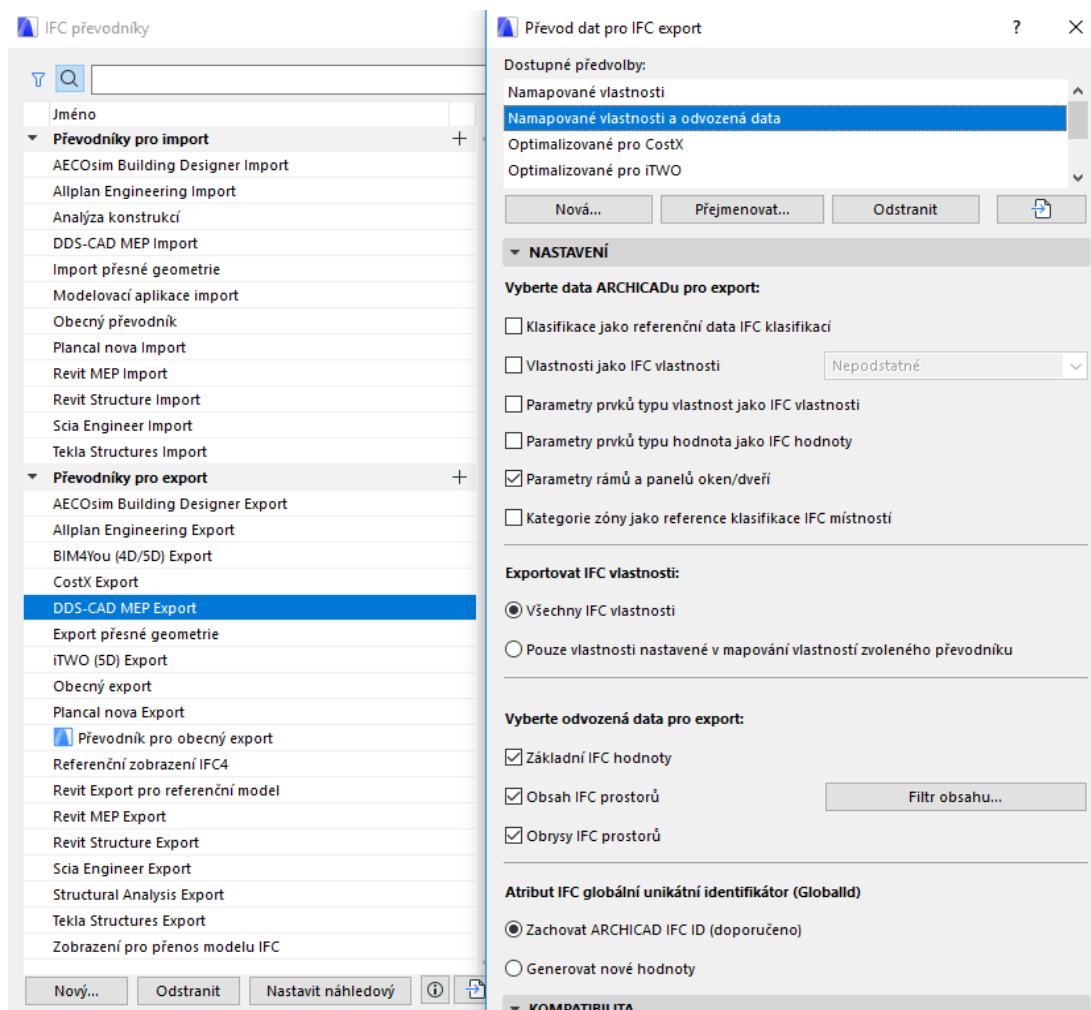
Převádí další metadata při exportu modelu. Do převodu spadají klasifikace, vlastnosti, parametry prvků, hodnoty, kategorie zóny – všechno je převedeno na IFC data.

Příklady převodu dat:

- Vlastnosti jako IFC vlastnosti
Můžou se exportovat všechny nebo jen viditelné vlastnosti.
- Parametry
Způsobují větší velikost IFC souboru.

Odvozená data:

- Základní IFC hodnoty – pro rozpočty
Zahrnují parametry výkazů jako plochu, objem.
- Obsah IFC prostorů – pro správu budov
Zahrnuje vztah mezi objekty (netýká se všech objektů) a zónami.
- Obrysy IFC prostorů – pro tepelně technické posouzení
Zahrnují geometrická data pro výpočet tepelné bilance.



Obr. 39 Převod dat [zdroj: vlastní]

Atribut IFC globální unikátní identifikátor (GlobalId)

- Zachovat ARCHICAD IFC ID

Více používaná a doporučená volba, jelikož tato volba se používá pro více vhodných účelů, zejména pro export formátu BCF nebo porovnání IFC modelů. GlobalId bude při každém exportu modelu zachován.

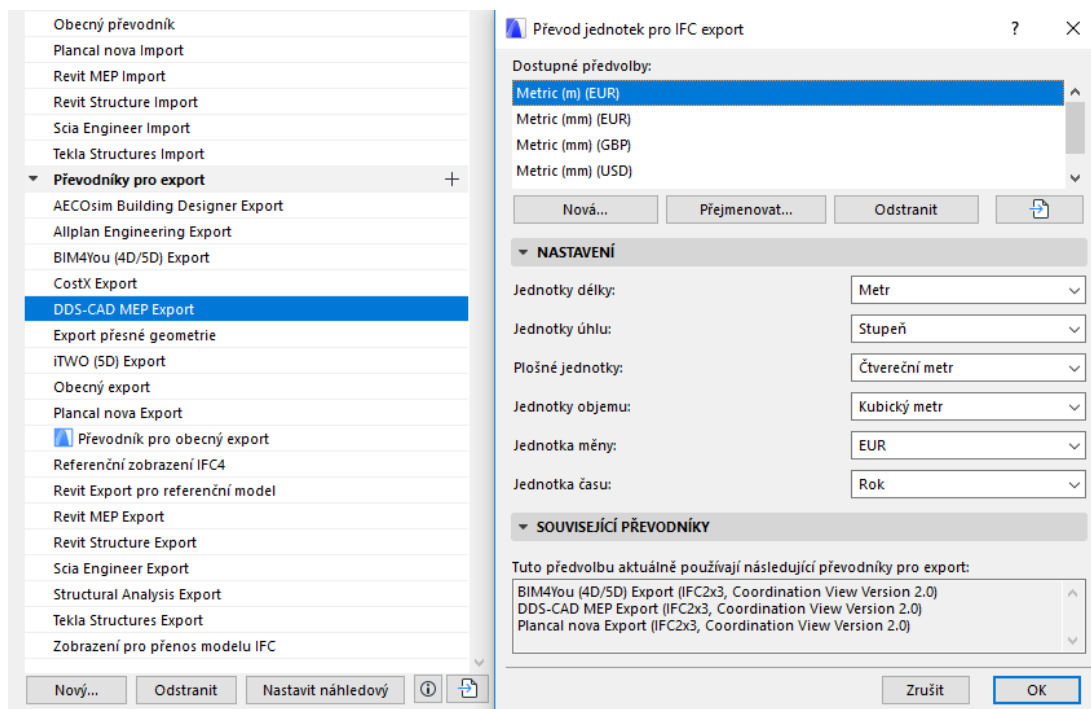
- Generovat nové hodnoty

Při každém dalším exportu má prvek pokaždé nové GlobalId.

V případě nastavení převodníku DDS-CAD MEP jsou přednastavené volby dle obrázku (Obr. 39). Parametry rámu a panelů oken/dveří převádí informace o otvorech.

- **Převod jednotek**

Nastavení délkových, úhlových, plošných, objemových jednotek a jednotek měny a času. Jednotky se nastavují pro souřadnice, hodnoty vlastností a geometrii. Nastavení neovlivňuje velikost modelu.



Obr. 40 Převod jednotek [zdroj: vlastní]

5.2.3 IFC převodníky pro import

Převodníky pro import se liší od převodníku pro export hned v několika nastavení. Pro import není potřeba volit IFC Schéma ani Defínice zobrazení modelu, proto tato nastavení nejsou součástí.

Součástí převodníků pro import jsou:

5.2.3.1 Předvolby převodu

5.2.3.1.1 Filtr modelu

Stejně jako u exportu je možnost vyfiltrovat prvky na základě všech/konstrukčních/TZB prvků.

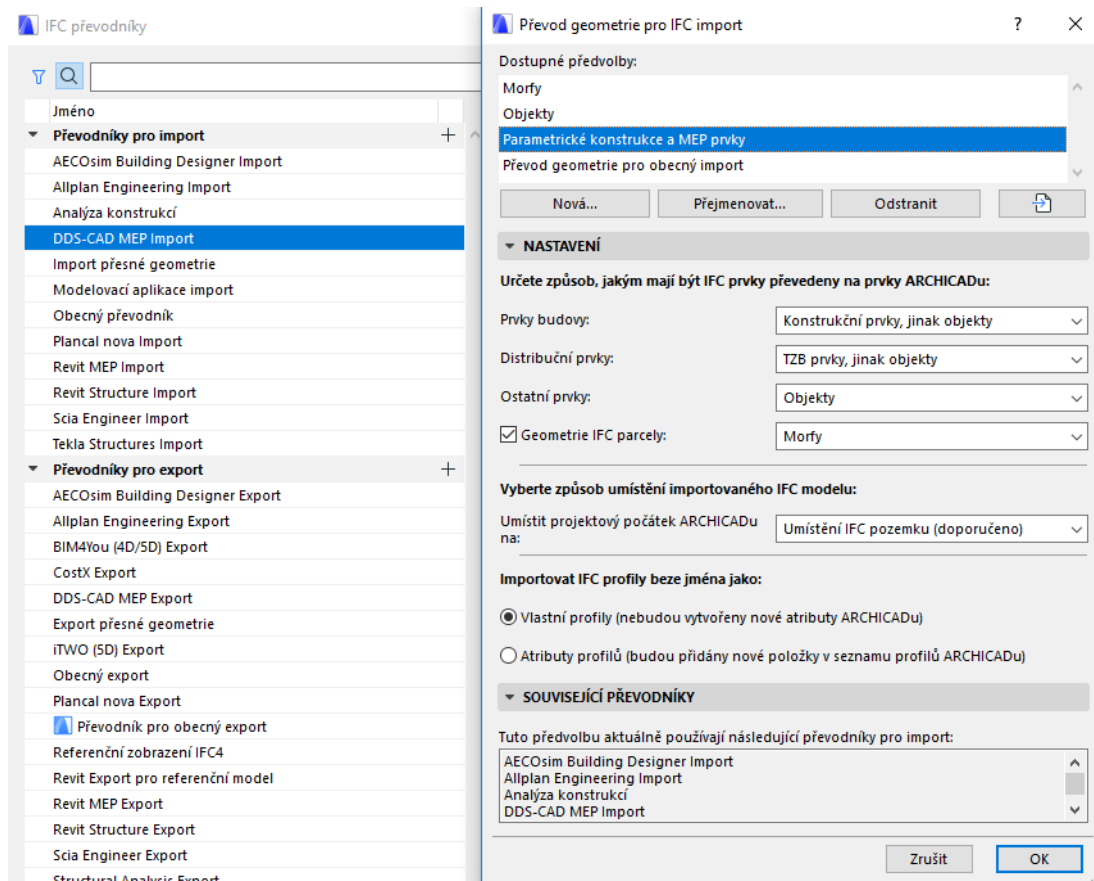
5.2.3.1.2 Mapování typů

Princip stejný jako u exportu. Nastavuje se, jak mají být IFC prvky klasifikovány při importu. Vybírá se na základě klasifikačního systému.

5.2.3.1.3 Převod geometrie

Při importu prvků IFC modelu jsou na výběr varianty Konstrukční prvky/Morfy/Objekty/TZB prvky. Konstrukční prvky jsou převedeny podobně jako vytažené/rotované prvky - mají zachovanou parametrickost a lze na ně aplikovat funkce. Prvky, které nebudou importovány jako konstrukční, se můžou převést jako objekty (knihovní prvky) nebo morfy (přesná geometrie). TZB prvky se týkají TZB domény a lze je opět převést na objekty nebo morfy v případě, že je importován prvek neodpovídající TZB prvku.

Zbylá nastavení zahrnují - geometrii parcely, volba umístění celého objektu do projektového počátku a vlastní profily.

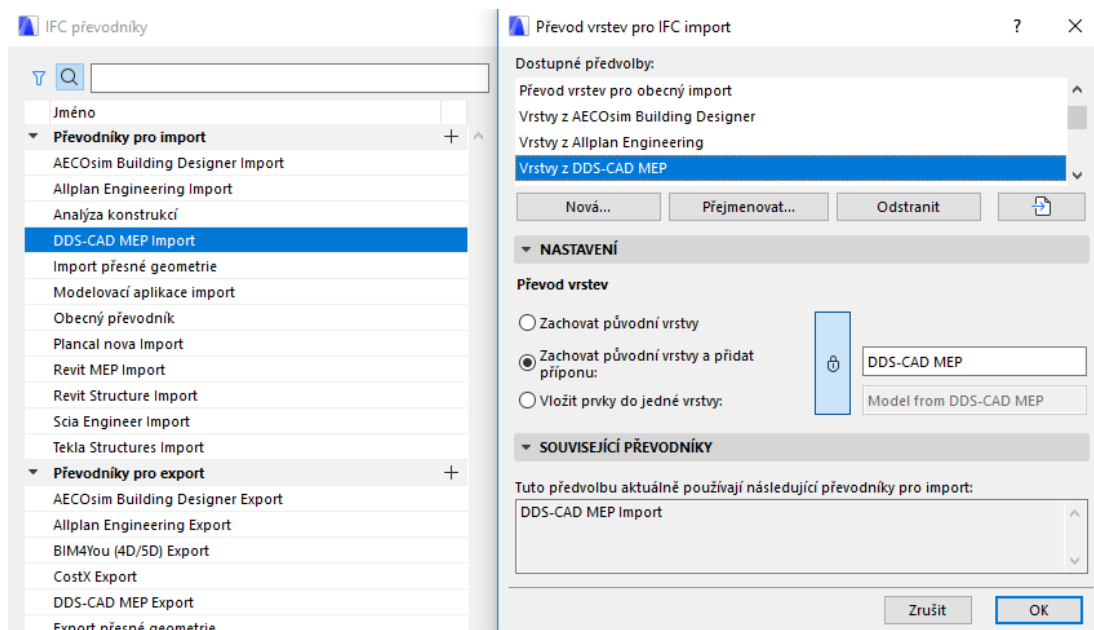


Obr. 41 Převod geometrie pro IFC import [zdroj: vlastní]

5.2.3.1.4 Převod vrstev

Určuje způsob převodu vrstev třemi variantami. Ve všech převodnících je přednastaveno:

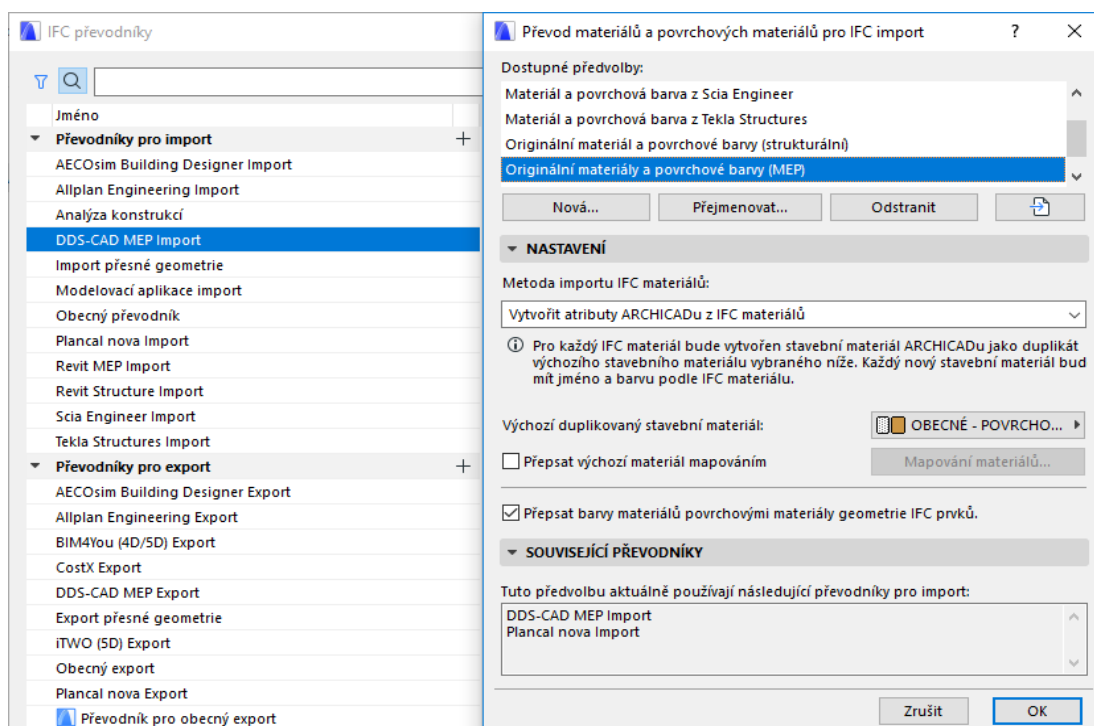
- Zachovat původní vrstvy a přidat příponu
Do projektu se naimportují původní vrstvy IFC modelu a vloží se do nich přípona. Na základě této přípony lze vrstvy třídit.



Obr. 42 Převod vrstev [zdroj: vlastní]

5.2.3.1.5 Převod materiálů a povrchů

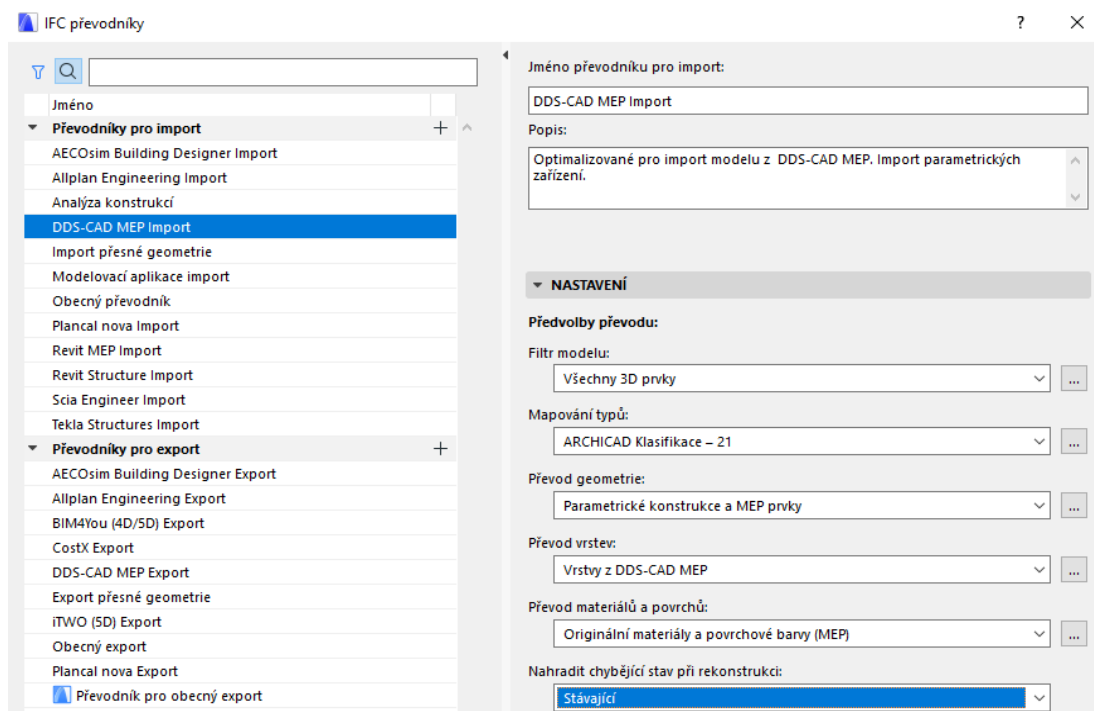
Způsob nastavení přenosu stavebních a povrchových materiálů na importované IFC prvky. Materiál lze zachovat z IFC materiálů, další možností je nahradit IFC materiály aktuálními materiály v softwaru anebo lze materiály jednotlivě přepsat mapováním.



Obr. 43 Převod materiálů a povrchových materiálů [zdroj: vlastní]

5.2.3.1.6 Nahradit chybějící stav při rekonstrukci

Pokud nebudou mít některé prvky definovaný stav při rekonstrukci, tak podle jedné zvolené možnosti (Stávající/Nové/Bourané) se tyto prvky nahradí.



Obr. 44 Chybějící stav při rekonstrukci [zdroj: vlastní]

5.2.4 Mezioborová datová výměna: Definice požadavků pro výměnu modelů mezi jednotlivými účastníky

5.2.4.1 Požadavky pro převod architektonického/stavebního modelu do TZB aplikace

TZB projektantovi stačí koordinační model, jelikož nepotřebuje manipulovat s konstrukčními prvky, ale vkládá do projektu prvky jiného odvětví.

Pro TZB BIM aplikace jsou na trhu softwary Autodesk Revit MEP/DDS-CAD, i pro ně můžeme využít převodník IFC. K IFC exportu lze připojit BCF komentář. 3D aplikaci zahrnuje AutoCAD MEP, ten je možno exportovat přes DWG převodník.

5.2.4.1.1 Obsah prioritních dat

- Nosné prvky – např. desky, zdi, trámy, sloupy
- Definované prostory pomocí zón a tím jsou vymezeny hranice místností
- Popis či označení místností
- Součástí nosných prvků by měly být definované sendvičové konstrukce, aby byla zřetelná tloušťka a materiály podlah/obkladů/příček/podhledů apod.
- Sanita a zařízení
- Celá obálka budovy

5.2.4.2 Požadavky pro převod architektonického modelu směrem ke statikovi

Pro danou profesi jsou vyvinuty softwary Autodesk Revit Structure a Tekla Structures. Tekla Structures je řešením pro ocelové a železobetonové konstrukce.

Pro Revit Structures lze použít formát IFC i BCF (např. k detekci kolizí). Revit podporuje BCF formát prostřednictvím doplňku Kubus, proto je potřeba jej doinstalovat při importu souboru tohoto formátu.

Tekla Structures také podporuje formáty IFC i BCF, do Tekly není potřeba instalovat doplněk.

Model je možné vyfiltrovat na základě konstrukčních prvků, tudíž je potřeba mít správně nastavenou funkci konstrukcí v klasifikacích. Model lze v okně zobrazit i na základě částečného zobrazení konstrukce, v okně lze nastavit zobrazení pouze na základě nosných konstrukcí (pouze jádro konstrukce sendviče bez izolace, omítek apod.) a při ukládání IFC exportovat všechny viditelné prvky – tedy nosné. Pro částečné zobrazení konstrukce je opět důležité mít nastavenou funkci konstrukce. Není důležité exportovat okna, dveře - ty lze vypnout ve 3D okně anebo nastavit zobrazení otvorů.

Nedílnou součástí IFC dat by měla být síť kvůli zřetelnému vkládání prvků.

Nevýhodou Tekly je, že nerozlišuje při exportu nosné a nenosné prvky, zatímco Revit Structures je rozlišuje. Z toho důvodu se nedoporučuje exportovat do Tekly všechny prvky.

5.2.4.2.1 Tekla Structures:

Statik potřebuje pracovat s konstrukcemi, tudíž i když je model použit jako referenční, statik s IFC objekty pracuje tak, aby s nimi mohl manipulovat. Z modelu pro Teklu může získat analytický model a návrhový výpočet z jiného výpočtového softwaru. Statik má možnost nastavit detailní nastavení konstrukcí (ocelový zdvojený profil, betonový panel, síťová výztuž), tato nastavení architekt vidí při zpětném importu modelu. Model může být oboustranně předáván a aktualizován vícekrát, Tekla Structures i ARCHICAD dokáží rozpoznat změny na základě porovnání dvou modelů vložených do stejného projektu.

5.2.4.2.2 Aplikace pro analýzu:

Komunikace s IFC, DWG. Existuje několik způsobů, jak lze importovat soubory do aplikací pro analýzu. Některé programy dokáží importovat IFC soubory (ARCHICAD obsahuje převodník pro aplikaci pro analýzu – Structural Analysis Export), některé ne, případně si model převedou na 2D a 3D prvky. Často se využívá import architektonických modelů do programů Tekla Structures/Revit Structure a následný export do aplikací pro analýzu.

Vždy je lepší exportovat jen prvky, které potřebuje druhá strana. Aplikace pro analýzu z velké části podporují 3 formáty – DWG, IFC, PDF, tudíž při zpětném importu analytického modelu do architektonického softwaru lze využít tyto formáty. Opět se přenesou materiály a profily od statika a architekt si může vyhledat změny geometrie při opakovaném importu modelu.

5.2.4.3 Požadavky pro převod architektonického modelu do aplikace energetické analýzy

Součástí ARCHICADu je energetické hodnocení, tudíž lze provést automatickou analýzu modelu budovy. Data, která dostaneme z modelu, jsou použita jako klíčová pro energetickou simulaci a následně lze získat energetickou bilanci,

energetickou náročnost. V podstatě se jedná o převod BIM modelu na BEM (Building Energy Model).

Model určený pro jiné výpočtové programy lze exportovat ve dvou formátech, a to IFC anebo jako tabulku XLS pro Excel. Model exportovaný do aplikací je potřeba opět zjednodušit a vybrat z něj jen potřebná data.

Potřebná data:

- Zóny neboli objemy místností a informace s tím spojené
- Natočení ke světovým stranám

Součástí excelu bývají data popisující energetické bilance po měsíci a používají se jako vstupní data pro externí program, který je určený pro výpočty.

1) Požadavky na přípravu BIM modelu pro energetické hodnocení

- Obálka budovy
Objekt musí obsahovat veškeré obálkové konstrukce, vnitřní konstrukce i výplňové konstrukce.
- Stavební materiály
Každý prvek je odkázán na nastavení materiálu. Ke stavebním materiálům je zapotřebí mít správně vyplněné hodnoty fyzikálních vlastností.
- Zóny
Zóny se řadí mezi velmi důležitý parametr, který musí být zahrnutý pro hodnocení, vytváří vnitřní prostory a definuje jejich fyzikální vlastnosti.

2) Náhled na energetický model

- Tepelné bloky
Model se skládá z tepelných bloků anebo z jednoho tepelného bloku, bloky obsahují informace o fyzikálních vlastnostech. Jednotlivé tepelné bloky se skládají z jednotlivých zón. Ke každému bloku je možno přiřadit Operační

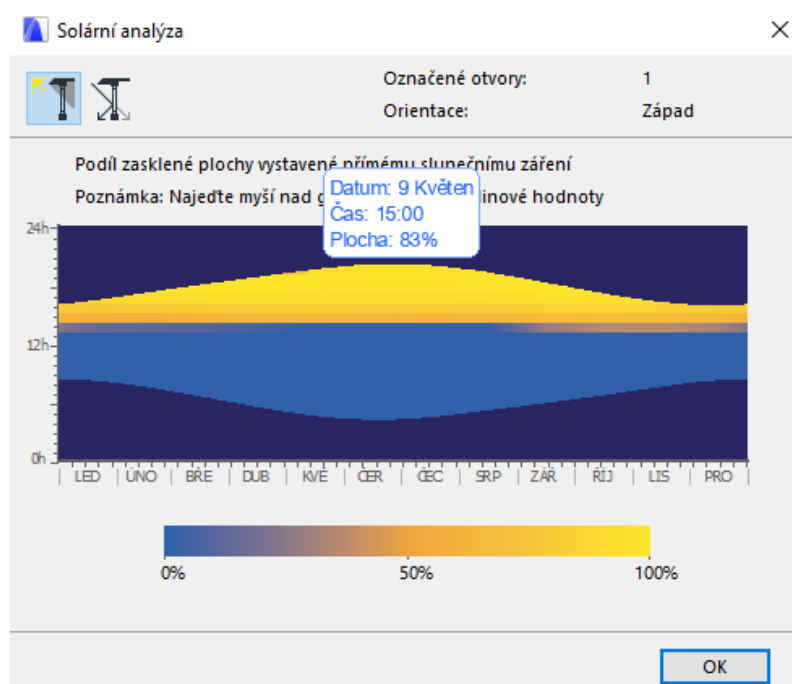
profil a ten definuje fyzikální prostředí jako tepelné zisky apod. Dále k tepelnému bloku je možno přiřadit – zdroj chladu, tepla a větrání.

- **Konstrukce**

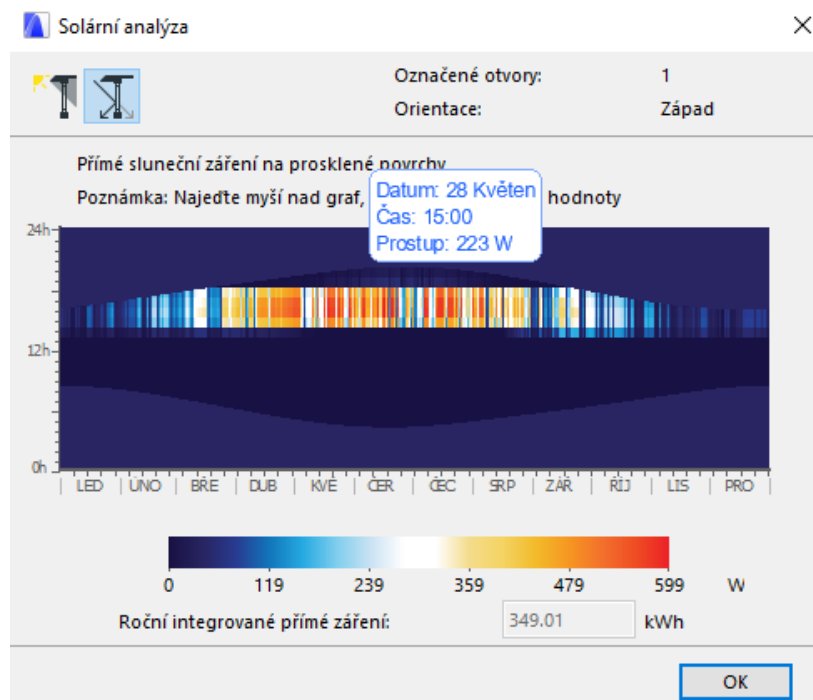
Záložka konstrukcí obsahuje seznam všech konstrukcí, které jsou v modelu detekovány (střecha, deska, zeď) a vypisuje informace o materiálech – orientace, plocha, tloušťka, hodnota U (součinitele prostupu tepla), infiltrace, absorpce slunečního záření.

- **Otvory**

Obdobné hodnoty jako u konstrukcí lze upravovat i u otvorů (okenní, dveřní). U okenních a dveřních otvorů se využívá analýza, která vytvoří graf oslunění otvoru. Analýzu lze zobrazit ve dvou variantách - podíl zasklené plochy a graf tepelných zisků.



Obr. 45 Solární analýza – podíl zasklené plochy [17]



Obr. 46 Solární analýza – přímé záření [17]

- Operační profily

Zahrnují také informace o fyzikálních vlastnostech, profily se přiřazují k jednotlivým Operačním profilům. K profilu lze jednoduše přiřadit základní informace o užívání (tepelné zisky od lidí, spotřeba teplé vody, přidaná vlhkost).

- Nastavení prostředí

Zadávají se informace o umístění a další klimatické podmínky, úroveň terénu, typ zeminy, přilehlé okolí.

- TZB systémy

Zahrnují vytápění, chlazení, větrání. S tím souvisí i veškeré energie a je možnost definovat i ceny energií.

3) Vyhodnocení energetické náročnosti

Hodnocení lze vytvořit přímo v ARCHICADu při spuštění energetické simulace anebo před vyhodnocením se hodnoty můžou vyexportovat do jiného softwaru pro energetické zhodnocení.

5.2.4.3.1 Export do energetických programů [17]

Nabízí se export do gbXML, PHPP, SBEM, VIP-Energy a Uložit jako referenční budovu. Formáty SBEM, VIP-Energy a Uložení jako referenční budovy spadají pod doplněk EcoDesigner Star. Vyhodnocení odpovídající předpisům musí používat doplněk EcoDesigner Star.

Příklady exportu:

GbXML (Green Building XML = Zelená Budova XML)

Jedná se o standard pro výměnu BIM a SIM (Building Energy Simulation) dat neboli otevřené schéma dat gbXML přenesení BIM data do nástrojů pro energetickou analýzu modelů a popisuje 3D model podobně jako IFC.

PHPP

Spočívá v certifikaci Passivhaus budovy, která je určena pro menší rodinné domy. PHPP je pracovní list aplikace Excel, ve kterém se spočítá energetická náročnost budovy a lze požádat o akreditaci pro Passivhaus.

6 PŘÍKLAD APLIKACE NA PROJEKTU

6.1 Komunikace mezi softwary ARCHICAD a DDS-CAD

Příklad aplikace s výměnou modelu a dat je proveden na skutečném projektu CEGRA house (CEGRA dům). Dům je z architektonické/stavební části vymodelován v BIMu v softwaru ARCHICAD. Konstrukční prvky a objekty obsahují veškeré klasifikace prvků a další podrobné informace spojené s BIM modelováním.

TZB prvky jsou vymodelovány přes TZB profil, který lze získat jen při nainstalovaném doplňku TZB Modelář v ARCHICADu a má spoustu nedostatků.

6.1.1 Nevýhody doplňku TZB Modeláře:

- TZB Modelář neobsahuje BIM informace
- jedná se o 3D prvky (potrubí, kabeláž) spíše pro účely studie TZB profese
- knihovna TZB neobsahuje všechny distribuční prvky jako například rozdělovač/sběrač a modelování má omezené možnosti
- lze určit pouze klasifikace prvku (např. přímý segment potrubí)
- nelze získat výpočty, výkazy objemu a další podrobné informace

IFC export a s tím spojená výměna dat je provedena z ARCHICADu do softwaru DDS-CAD, určený pro TZB projektanty. Jedná se o nástroj CAD/BIM a velmi dobře komunikuje s IFC. Podporuje návrh vnitřních rozvodů ve 3D včetně půdorysů, řezů, pohledů, perspektiv. Obsahuje své vlastní knihovny a databázi výrobků.

6.1.2 Výhody BIM nástroje DDS-CAD:

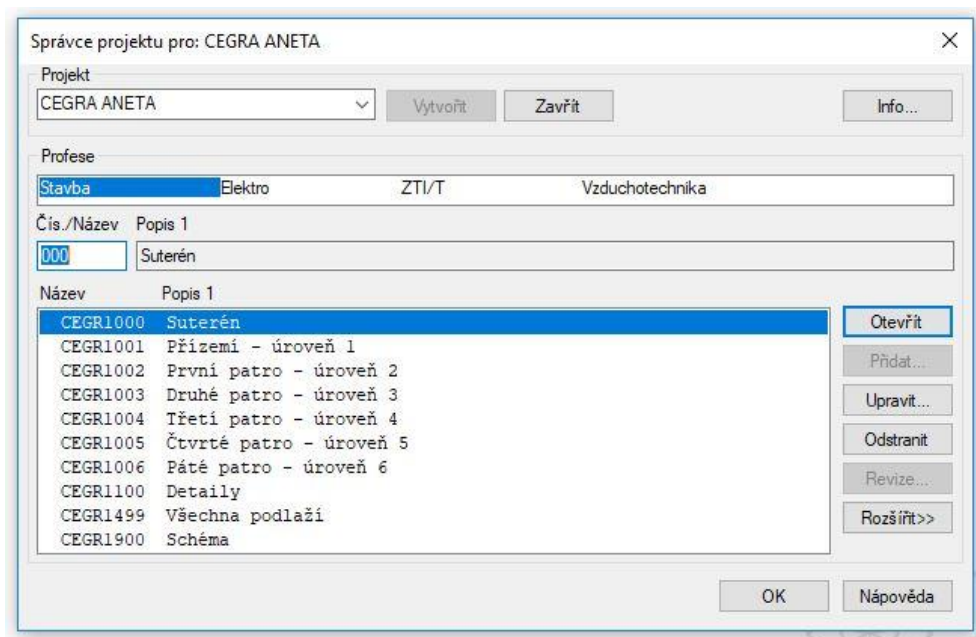
- výpočty pro dimenzování potrubí zdravotní techniky a vytápění, elektroinstalace, vzduchotechniky
- tepelné a tlakové ztráty
- výpis materiálu

- detekce kolizí
- informace o místnosti – materiály, U-hodnota, tepelný výkon, chlazení, navrhované větrání, systém vytápění, objemový průtok v místnosti

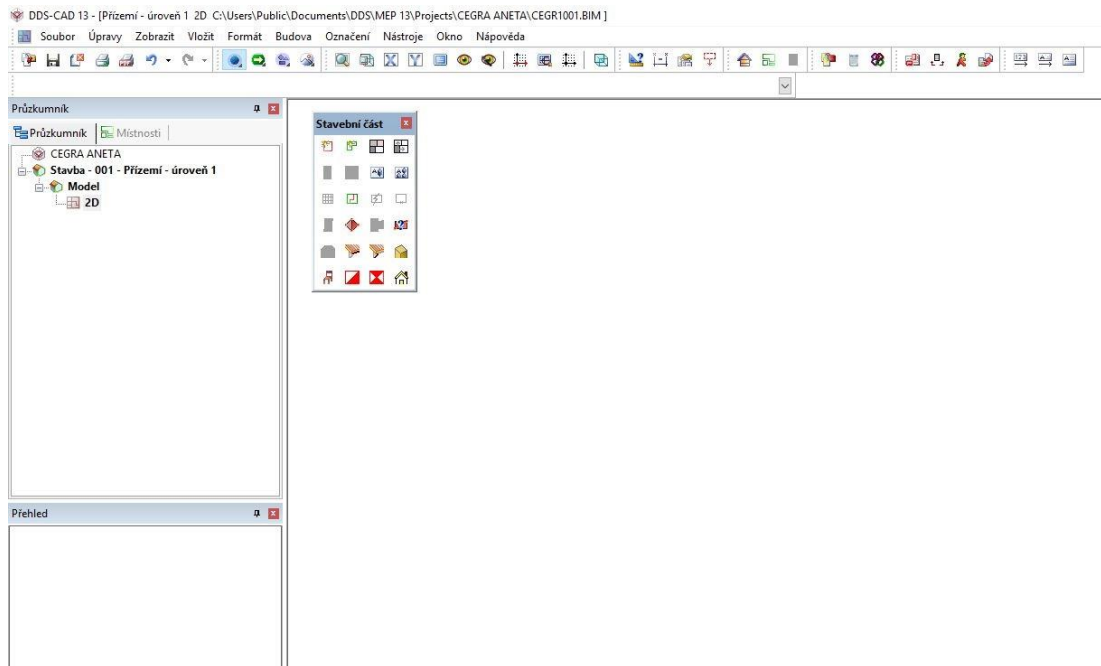
6.1.3 Postup

Projekt CEGRA byl exportován ve formátu IFC dle přednastaveného převodníku a naimportován do DDS-CADu. Při importu byl vyzkoušen import bez potrubí i včetně potrubí z ARCHICADu kvůli vyzkoušení možností naimportovaných prvků.

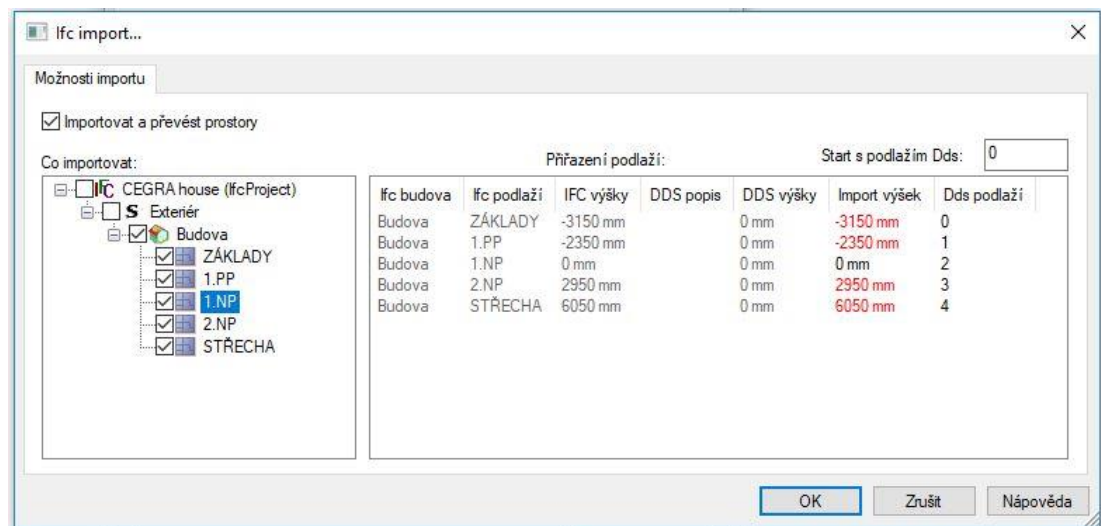
Při importu projektu do DDS-CAD je možnost upravit si projekt ve Správci projektu a otevřít zvolené podlaží. Vytvoří se pracovní prostředí pro daný projekt.



Obr. 47 Správce projektu DDS-CAD [zdroj: vlastní]



Obr. 48 Prostředí otevřeného podlaží DDS-CAD [zdroj: vlastní]

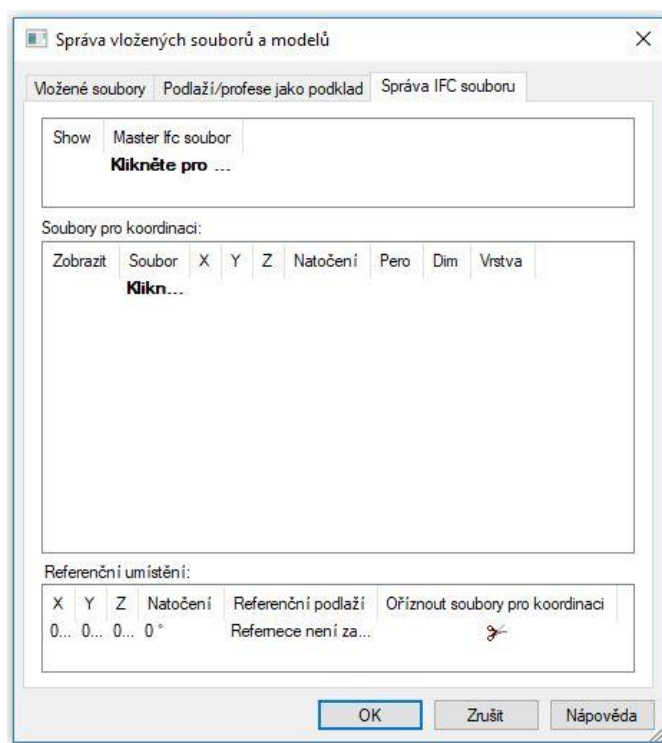


Obr. 49 IFC import DDS-CAD [zdroj: vlastní]

Do otevřeného prostředí vložíme import. V tabulce IFC import (Obr. 49) jsou zvolena všechna podlaží pro import, prevedou se názvy – Ifc budova, Ifc podlaží, Ifc výšky tak, jak bylo nadefinováno v ARCHICADu. Aby se naimportovaly a převedly prostory na místnosti, musí být definované zóny. Po importu IFC modelu se prostředí

DDS-CADu přizpůsobilo a je vložen kompletně celý model ve 3D včetně jednotlivých podlaží.

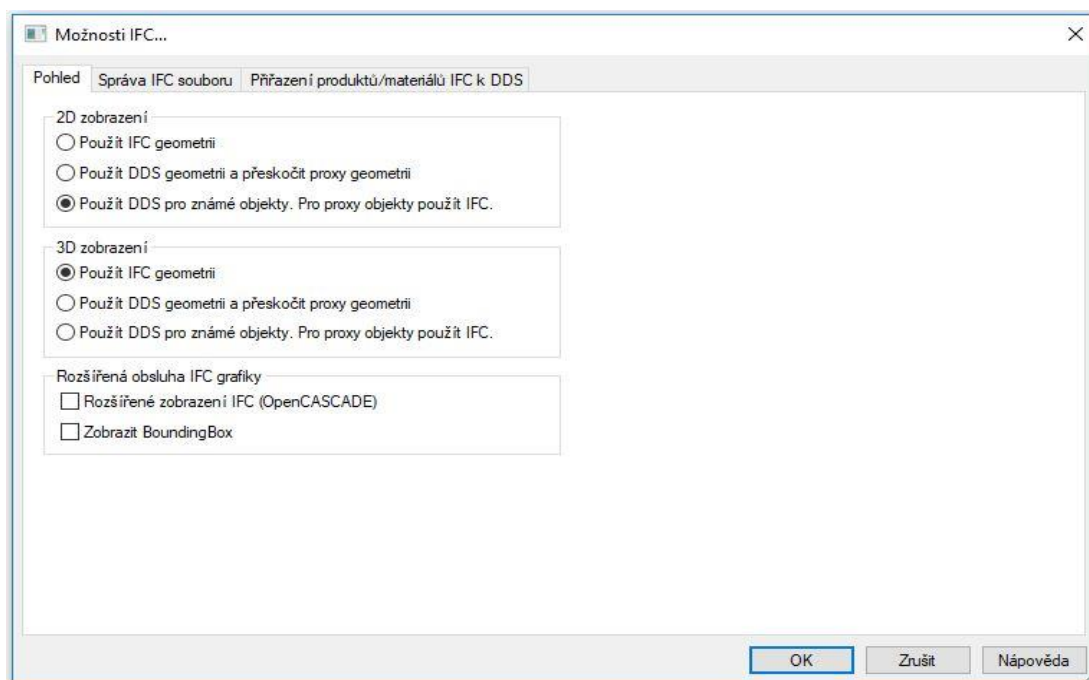
Ve Správě IFC souboru lze nastavit referenční umístění, natočení, koordinační soubor.



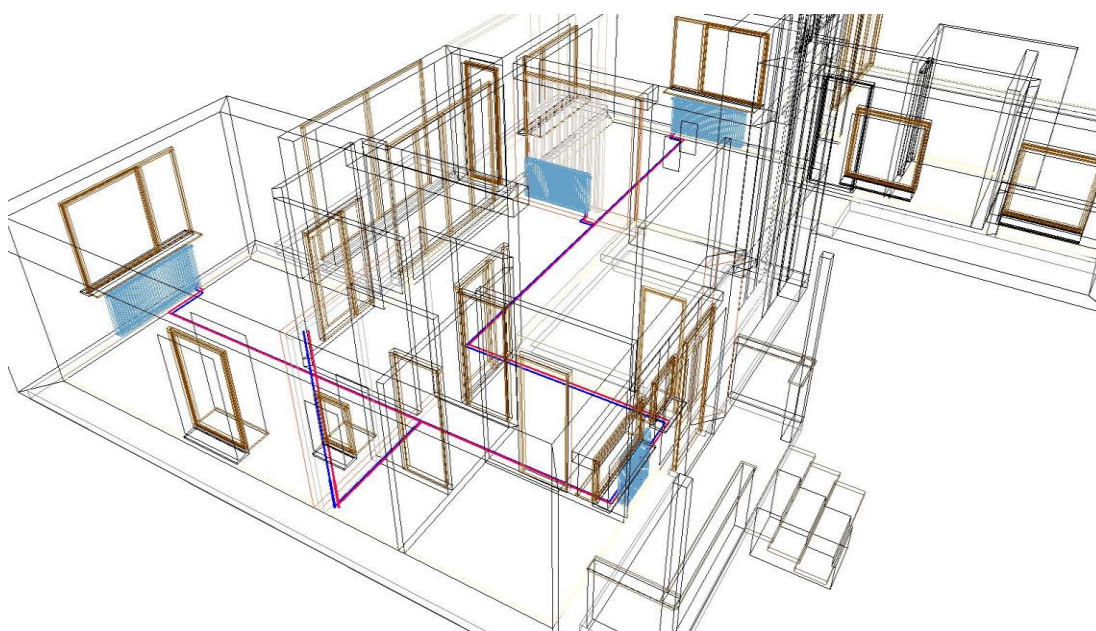
Obr. 50 Správa IFC souboru DDS-CAD [zdroj: vlastní]

Většinou se pro 2D zobrazení využívá nastavení, aby byly použity DDS objekty pro objekty, které software dokáže rozpoznat a může je nahradit pomocí DDS objektů. Proxy objekty software nedokáže přečíst a tudíž jsou použity jako IFC objekty a nelze s nimi pracovat stejně jako s vlastními prvky.

Pro 3D zobrazení je nastaveno použití IFC geometrie - přenesla se geometrie nastavená v ARCHICADu ve zvoleném IFC převodníku pro export.



Obr. 51 Možnosti IFC DDS-CAD [zdroj: vlastní]



Obr. 52 Čárový model geometrie s rozvody DDS-CAD [zdroj: vlastní]

IFC prvky přenáší tolik informací, kolik jich nastavíme. V DDS-CADu lze zjistit např. vlastnosti IFC (obecné vlastnosti, sadu vlastností, materiály, info o vlastníkovi), externí reference, typ a vlastnosti. Záleží, kolik daným prvkům nastavíme informací v předchozím softwaru. Dle obrázku (Obr. 52) si lze všimnout vlastností, např. jméno prvku, jméno vlastníka, GlobalId.

The screenshot shows the 'UtilfcContainer' dialog box with the following sections:

- Tr472 (IfcBuildingElementProxy)**

Name	Value
GlobalId	0HC0yE13v3NRQjP0Ryvo9
Name	Tr472
Tag	11300F0E-043E-435D-B6AD-6406FCE7226D
CompositionType	
- Potrubí - přímý dílec 21 (IfcBuildingElementProxyType)**

Name	Value	Description
GlobalId	2H11NsV1hwtdB0YYVYJW9t	
Name	Potrubí - přímý dílec 21	
Tag	91057D9F-06BE-AC9C-B022-8B97E24E0277	
PredefinedType	NOTDEFINED	
- Pset_ManufacturerOccurrence (IfcPropertySet)**

Name	Value	Description
SerialNumber		The serial number assigned to an occurrence of a product
- Pset_ManufacturerTypeInformation (IfcPropertySet)**

Name	Value	Description
Manufacturer		The organization that manufactured and/or assembled the item.
ProductionYear		The year of production of the manufactured item.
- AC_Pset_RenovationAndPhasing (IfcPropertySet)**

Name	Value	Description
Renovation Status	Existing	
- MaterialLayerSet**

Material name	Material layer thickness	Is ventilated
Pozadí		
- Owner Info**

Name	Value
OwningUser->ThePerson->FamilyName	Mizera

At the bottom, there are checkboxes for 'Obecné vlastnosti', 'Sada vlastností', 'Materiály', and 'Info o vlastníkovi'. Buttons for 'Přidat IFC...', 'Upravit vlastnosti...', 'OK', 'Zrušit', and 'Nápověda' are also present.

Obr. 53 Vlastnosti IFC DDS-CAD [zdroj: vlastní]

6.2 Zhodnocení příkladu aplikace

Přílohy výkresů (viz. *Přílohy*) obsahují část výkresové dokumentace z ARCHICADu (viz. *Příloha A*), ve které jsou vymodelované zjednodušené TZB rozvody ve 3D, redukce v podlaží byly zanedbány a převážně byly využity u stoupacího potrubí. Model byl exportován do softwaru DDS-CAD. Jelikož je DDS-CAD určen pro TZB profesanty, je vhodný způsob exportovat soubor z ARCHICADu bez TZB rozvodů a veškeré rozvody si vymodelovat přímo v něm. Vyzkoušela jsem import včetně TZB rozvodů topení i bez něj.

Import modelu do DDS-CADu s sebou nesl určité výhody i nevýhody. Výhody spočívaly v zachování co nejpřesnější geometrie modelu a přenesly se veškeré základní prvky, které DDS-CAD dokáže rozpoznat (IfcWallStandardCase = zeď, IfcSlab = deska, IfcSpace = zóny atd.). DDS-CAD je dokázal rozpoznat díky zvolené možnosti importu IFC „Použít DDS pro známé objekty“. Prvky s sebou nesou informace a mají pojmenované IFC vlastnosti, které se taky přenesly (Z039 = prvek zdi, O11 = dané okno). Například zóny mají pojmenované v IFC vlastnostech číslo atributu (105), název (kuchyně, hala) a tato pojmenování najdeme i v DDS-CADu. Jelikož je použita IFC geometrie při importu a s prvky nelze nadále pracovat, v případě dalších úprav prvků a objektů je potřeba si prvky převést na vlastní. Další nevýhody zahrnovaly nezachování textur, také barvy byly pozměněny, ale pro koordinační účely to není podstatné.

První varianta výkresů z DDS-CAD (viz. *Příloha B1*) ukazuje import IFC souboru včetně rozvodů topení bez jakýchkoliv úprav. Sanitu a některá zařízení z knihoven ARCHICADu nedokáže DDS-CAD rozpoznat, tudíž tyto objekty vypadají v půdorysech nečitelně. Obdobný případ lze vidět u schodiště nebo u zvětšeného segmentu potrubí (viz. *Příloha B1 – CEGR1002*). Čísla v půdorysech označují jednotlivé stěny, při kliknutí na stěnu zjistím informace jako například součinitel prostupu tepla (U).

Druhá varianta výkresů z DDS-CAD (viz. *Příloha B2*) představuje upravený model, ve kterém jsou nahrazeny veškeré nečitelné objekty na vlastní objekty DDS. Nahrazené objekty zahrnují radiátory a sanitární zařízení. Potrubí je tvořeno v DDS-CAD vlastními objekty a ve výkresech jsou zaznačeny informace o potrubí (dimenze DN =15, výška potrubí), potrubí lze i kótovat. Pro rozvody jsou možné výpočty.

Mezi největší nepříjemnosti řadím nahrazení IFC objektů vlastními objekty. Nahrazení se často vztahuje na objekty, které v daném projektu už mají být vyřešeny a následující uživatelé musí věnovat další čas ke změně těchto objektů.

Pro vylepšení IFC převodu doporučuji vylepšit či rozšířit nabídku knihovních objektů jednotlivých softwarů tak, aby spolu softwary lépe komunikovaly a dokázaly rozpoznat více knihovních objektů.

Na druhou stranu je velmi přínosné převod modelu v BIMu i s nedostatky, dříve takový převod nebyl umožněn a dostane se k dalšímu uživateli více informací a hlavně kompletní model. IFC převod se využívá i u převodu z vyšších verzí daného softwaru do nižších verzí stejného softwaru. Touto cestou dochází k většímu počtu nekompatibilních prvků, ale model vypadá konzistentně a nachází se komplet ve 3D, takže tímto způsobem lze převod do nižších verzí. Nevýhody spočívají opět hlavně v knihovních prvcích, jelikož starší knihovní prvky nedokáží přečíst novější aktualizované prvky.

POUŽITÁ LITERATURA

1. *BIM* [online]. Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR s.r.o. [cit. 2017-20-10]. Dostupné z: <http://cegra.cz/207-bim.aspx>
2. Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR s.r.o., EARCH. Když se řekne... BIM. *ARCHINEWS*, roč. 19, č. 2, s. 1. ISSN 1802-7172.
3. Černý, Martin a kolektiv autorů. *BIM příručka*. Praha: Odborná rada pro BIM o.s., 2013. ISBN 978-80-260-5296-8. D
4. *OPEN BIM KONCEPT* [online]. OPEN BIM, © 2013-2017 [cit. 2017-10-31]. Dostupné z: <http://www.openbim.cz>
5. *Proč Open BIM?* [online]. OPEN BIM, © 2013-2017 [cit. 2017-10-31]. Dostupné z: <http://www.openbim.cz/proc>
6. Černý, M., Tomanová, Š., Pospíšilová, B., Lubas, A., Kaiser, J., Vyháněk, R. *Návaznost informačního modelování budov (BIM) na směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES*. 10/2014. [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: https://issuu.com/czbim/docs/czbim_komentar-smernice_2014-24-eu
7. Danny Mcgough. What does openBIM, IFC's and COBie actually mean for BIM? In: *Architect-BIM* [online]. Danny McGough, 2013. [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: <http://www.architect-bim.com/tag/bim-strategy-report/#.WjAtyiPkSUk>
8. Open Standards for BIM. In: *theBIMhub* [online]. TBH Editor, 2016 [citace 2017-11-11]. Dostupné z: <https://thebimhub.com/2016/06/26/what-interoperability-really-means-bim-context/#.WtTQruqsaUk>
9. *Standardit* [online]. Kotisivukone. [citace 2017-12-13]. Dostupné z: <http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/5>
10. Richard McPartland. What is the buildingSMART Data Dictionary?. In: *theNBS* [online]. NBS, 2017 [citace 2017-12-13]. Dostupné z: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-buildingsmart-data-dictionary>

11. Richard Petrie, Chief Executive buildingSMART International. BuildingSMART Data Dictionary Strategic Overview [video]. BuildingSMART [online]. Trevor Berry, 2016 [citace 2018]. Dostupné z: <http://slideplayer.com/slide/10216689/>
12. Information Delivery Manual (IDM) [online]. [citace 2018-01-20]. Dostupné z: <http://www.ifcwiki.org/index.php/IDM>
13. buildingSMART International [online]. *Information Delivery Manual, Guide to Components and Development Method*. BuildingSMART International, 2010. [citace 2017-12-13]. Dostupné z: http://iug.buildingsmart.org/idms/development/IDMC_004_1_2.pdf
14. *IFC4 and ISO 16739* [online]. buildingSMART, © 2008-2018 [citace 2017-12-13]. Dostupné z: <http://buildingsmart.org.au/advocacy/ifc4-and-iso-16739/#.Wk0aRDfkSUn>
15. odbor 71100. Koncepce zavádění metody BIM v ČR schválena vládou. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. MPO, 2017. [citace 2017-01-07]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>
16. MD, SFDI, CzBIM. Koncepce zavádění metody BIM v České republice. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. MPO, 2017. [citace 2017-01-07]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>
17. Interní materiály firmy Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR s.r.o.
18. Centrum pro podporu počítačové grafiky ČR s.r.o., EARCH. Co byste měli vědět o IFC. *ARCHINEWS*, roč. 20, č. 1, s. 1. ISSN 1802-7172.
19. *Summary of IFC Releases* [online]. buildingSMART, © 2008-2018 [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases>
20. buildingSMART [online]. *IFC4 Overview on "What's new"*. 2013. [citace 2017-11-28]. Dostupné z: http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-release/buildingSMART_IFC4_Whatisnew.pdf
21. *IFC Specification Package* [online]. buildingSMART, © 2008-2018. [citace 2017-12-5]. Dostupné z: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>

22. *IFC Specification Technology* [online]. buildingSMART, 2008-2018[citace 2017-12-5]. Dostupné z: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview/ifc-technology>
23. *EXPRESS (data modelling language)* [online]. [citace 2017-12-5]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/EXPRESS_\(data_modeling_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/EXPRESS_(data_modeling_language))
24. EXPRESS-G diagram showing part of the IFC model structure (other details omitted for brevity). In: *ResearchGate* [online]. ResearchGate GmbH, © 2008-2018. [citace 2018-03-10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/EXPRESS-G-diagram-showing-part-of-the-IFC-model-structure-other-details-omitted-for_233720316
25. Emőke Csikós. IFC Based OPEN BIM Workflow – Part 1. In: *Help Center GRAPHISOFT* [online]. GRAPHISOFT, 2016. [citace 2018-03-10]. Dostupné z: <https://helpcenter.graphisoft.com/tips/open-bim/63135-2/>
26. Emőke Csikós. IFC Based OPEN BIM Workflow – Part 2. In: *Help Center GRAPHISOFT* [online]. GRAPHISOFT, 2016. [citace 2018-03-20]. Dostupné z: <https://helpcenter.graphisoft.com/tips/open-bim/ifc-based-open-bim-workflow-part-2/>
27. *DDS-CAD ZTIT* [online]. DDS-CAD, © 2016 – CAD-BIM s.r.o. [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://dds-cad.cz/produkty/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Porovnání 2D, 3D a BIM [2]	10
Obr. 2 Standardní projektování [2] Obr. 3 BIM projektování [2].....	11
Obr. 4 Vývoj BIM modelování v současnosti [2].....	12
Obr. 5 Spotřebovaný čas [3]	12
Obr. 6 Vypělost informačního modelování [3]	17
Obr. 7 Otevřené standardy pro BIM [8].....	21
Obr. 8 Princip datového slovníku [11].....	23
Obr. 9 Ilustrativní obrázek pro požadavek na výměnu mezi procesem a daty [13]...	25
Obr. 10 Komentář se zvýrazněnými kolizemi a připojeným pohledem v ARCHICADu [zdroj: vlastní].....	26
Obr. 11 Uložení záznamu do lokální složky v BCF formátu [zdroj: vlastní]	27
Obr. 12 Export anotačního záznamu [zdroj: vlastní]	27
Obr. 13 Soubor je uložen ve formátu BCFZIP [zdroj: vlastní].....	28
Obr. 14 Otevření IFC souboru v prohlížeči Tekla BIMsight [zdroj: vlastní]	28
Obr. 15 Model BIM [16].....	30
Obr. 16 Vazba na GIS [16]	31
Obr. 17 Schéma IFC2x3 v ARCHICADu [zdroj: vlastní]	34
Obr. 18 Schéma IFC4, Koordinační zobrazení [zdroj: vlastní]	35
Obr. 19 Schéma IFC4, Zobrazení pro přenos návrhu [zdroj: vlastní].....	36
Obr. 20 Historie IFC rozvoje [20].....	38
Obr. 21 5D [20].....	40
Obr. 22 Příklad EXPRESS-G diagramu [zdroj: 24]	43
Obr. 23 Uložení modelu ze 3D okna do IFC formátu [zdroj: vlastní]	45
Obr. 24 Umístění objektu [zdroj: vlastní]	46
Obr. 25 Klasifikace prvku [zdroj: vlastní]	48
Obr. 26 Klasifikace dle funkce [zdroj: vlastní].....	49
Obr. 27 Klasifikace TZB potrubí [zdroj: vlastní].....	50
Obr. 28 Bez klasifikace prvku [zdroj: vlastní]	50
Obr. 29 Prohlížeč Tekla BIMsight [zdroj: vlastní]	52
Obr. 30 Klasifikační standard Uniclass 2015 [zdroj: vlastní]	53
Obr. 31 Automatické pojmenování IFC typu [zdroj: 25].....	54

Obr. 32 Ukázka vlastnosti (návrhová teplota) definované pro klasifikace zón [zdroj: vlastní].....	55
Obr. 33 IFC převodníky [zdroj: vlastní]	57
Obr. 34 Definice zobrazení modelu [zdroj: vlastní].....	59
Obr. 35 IFC doména podle TZB prvků [zdroj: vlastní]	60
Obr. 36 Mapování typů IFC [zdroj: vlastní]	61
Obr. 37 Převod geometrie pro IFC export [zdroj: vlastní].....	63
Obr. 38 Mapování vlastností [zdroj: vlastní]	64
Obr. 39 Převod dat [zdroj: vlastní].....	65
Obr. 40 Převod jednotek [zdroj: vlastní].....	66
Obr. 41 Převod geometrie pro IFC import [zdroj: vlastní]	68
Obr. 42 Převod vrstev [zdroj: vlastní].....	69
Obr. 43 Převod materiálů a povrchových materiálů [zdroj: vlastní].....	69
Obr. 44 Chybějící stav při rekonstrukci [zdroj: vlastní]	70
Obr. 45 Solární analýza – podíl zasklené plochy [17]	74
Obr. 46 Solární analýza – přímé záření [17]	75
Obr. 47 Správce projektu DDS-CAD [zdroj: vlastní].....	78
Obr. 48 Prostředí otevřeného podlaží DDS-CAD [zdroj: vlastní]	79
Obr. 49 IFC import DDS-CAD [zdroj: vlastní]	79
Obr. 50 Správa IFC souboru DDS-CAD [zdroj: vlastní].....	80
Obr. 52 Čárový model geometrie s trubkami DDS-CAD [zdroj: vlastní]	81
Obr. 51 Možnosti IFC DDS-CAD [zdroj: vlastní].....	81
Obr. 53 Vlastnosti IFC DDS-CAD [zdroj: vlastní].....	82

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Model v ARCHICADu

Výkres SUTERÉN

Výkres PŘÍZEMÍ

Výkres 1. PATRO

Výkres 3D

Výkres 3D - rozvody

Příloha B1 – Importovaný model v DDS-CAD

Výkres CEGR1001

Výkres CEGR1002

Výkres CEGR8012

Příloha B2 – Upravený importovaný model v DDS-CAD

Výkres CEGR8002

Výkres CEGR8003