

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**

**Katedra ekonomiky a řízení ve
stavebnictví**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vyhodnocení využití BIM pro
výstavbové projekty malého rozsahu**

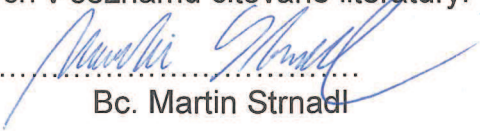
Bc. Martin Strnadl

2015

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Matějka

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně
pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 14. 5. 2015


.....
Bc. Martin Strnadl

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady a informace pro vypracování této diplomové práce. Zvláště bych pak rád srdečně poděkoval Ing. Petru Matějkovi za jeho odborné vedení a konzultování mé diplomové práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství

studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

akademický rok: 2014/2015

Jméno a příjmení diplomanta: Bc. Martin Strnadl

Zadávací katedra: K126 - Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Matějka

Název diplomové práce: Vyhodnocení využití BIM pro výstavbové projekty malého rozsahu

Název diplomové práce
v anglickém jazyce: Evaluation of the use of BIM for small scale construction projects

Rámcový obsah diplomové práce: - identifikace výhod a nevýhod využití metod BIM pro výstavbové projekty malého rozsahu

- posouzení přínosů metodiky BIM ve fázi realizace výstavbového projektu

- rozbor požadavků na projektovou dokumentaci z hlediska BIM pro její využití v dalších fázích životního cyklu stavebního objektu

- vyhodnocení použitelnosti BIM pro výstavbové projekty malého rozsahu

Datum zadání diplomové práce: 5.2.2015 Termín odevzdání: 15.5.2015
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.

Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

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

vedoucí diplomové práce

vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 24.2.2015

diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

Vyhodnocení využití BIM pro výstavbové projekty malého rozsahu

Předmětem diplomové práce je ukázat výhody technologie BIM pro stavební projekty. V úvodní části je ve stručnosti vysvětlen pojem informačního modelování budovy. V dalších částech se autor zaměřuje hlavně na zhodnocení výhod informačního modelování budovy z pohledu zhotovitele a také na to, co by měla obsahovat projektová dokumentace vytvořená z BIM modelu, aby se dala plnohodnotně použít při realizaci stavebního projektu.

Klíčová slova

BIM na stavbě, projektová dokumentace v BIM, výhody a nevýhody BIM v praxi

Evaluation of the use of BIM for small scale construction projects

The subject of this thesis is to demonstrate the benefits of BIM for building projects. The introductory section briefly explains the concept of building information modeling. The author mainly focuses on the assessment of the advantages of building information modeling from the perspective of the contractor and also what BIM project documentation should include to fully put to use in the implementation of the construction project

Key words

BIM on site, project documentation in BIM, advantages and disadvantages of BIM in practice

Obsah

Rešerše.....	10
1 Úvod.....	12
Cíle a hypotézy diplomové práce	13
2 BIM	14
2.1 Co je BIM	14
2.2 Slovník pojmů.....	17
2.3 Výhody modelu BIM	19
2.3.1 Moderní technologie a nástroje pro BIM	19
2.3.2 Přidaná hodnota	21
2.3.3 Spolupráce na projektu	22
2.3.4 Snížení chybovosti.....	23
2.3.5 Shrnutí	24
2.4 Nevýhody modelu BIM	24
2.4.1 Nový přístup.....	24
2.4.2 Chybějící legislativa	24
2.4.3 Finanční náklady.....	25
2.4.4 Zvyk na čárové projektování	27
2.4.5 Nedostatečná znalost odborníků	27
2.4.6 Shrnutí	27
2.5 BIM ve světě	27
2.5.1 Finsko	28
2.5.2 Norsko	28
2.5.3 Švédsko	30
2.5.4 Velká Británie.....	31
2.5.5 Spojené státy americké.....	32

2.5.6	Německo.....	33
2.5.7	Singapur	33
2.5.8	Austrálie.....	34
2.5.9	Čína	34
2.5.10	Shrnutí	34
2.6	BIM v České republice	34
2.7	Ukázky využití BIM u projektu malého rozsahu.....	37
2.8	Literatura řešené problematiky.....	39
2.9	Knihy:	40
2.10	Odborné články.....	40
3	BIM projektová dokumentace (PD).....	42
3.1	Aktuální předpisy a požadavky na PD.....	42
3.1.1	Vyhláška č. 499/2006 Sb.	42
3.1.2	Dokumentace stavebního objektu.....	42
3.2	Projektová dokumentace generovaná z Revitu	44
3.2.1	Revit model.....	45
3.3	Výhody PD z Revitu	46
3.3.1	Kótování.....	46
3.3.2	Výměry.....	48
3.3.3	Profesní koordinace	51
3.4	Požadavky na PD z hlediska BIM	52
3.4.1	Obecné požadavky	52
3.4.2	Konstrukční požadavky.....	55
3.4.3	TZB požadavky	57
3.4.4	Shrnutí	59
4	BIM na stavbě.....	60

4.1	Předpoklady pro BIM na stavbě	60
4.1.1	Hardwarové a softwarové nástroje pro BIM	60
4.1.2	Kvalifikace pracovníků	61
4.2	Výhody BIM na stavbě	62
4.2.1	Jednotná projektová dokumentace	62
4.2.2	3D model	62
4.2.3	Kontrola materiálu.....	63
4.2.4	Časové plánování	63
4.2.5	Prostorové plánování	63
4.2.6	Detekce kolizí	64
4.2.7	BOZP	67
4.2.8	BIM koordinátor	67
4.2.9	BIM manažer	68
4.2.10	Shrnutí	68
5	Dotazník.....	69
5.1	Otázky a vyhodnocení.....	69
5.2	Shrnutí výsledků.....	79
6	Závěr	80
6.1	Diskuze	81
6.1.1	Hodnocení	81
6.1.2	Možnost návaznosti	81
6.1.3	Využití v praxi	81
6.2	Vyhodnocení cílů diplomové práce	82
6.3	Ověření pracovních hypotéz diplomové práce	83
	Použitá literatura	84
	Seznam obrázků	88

Rešerše

Existuje mnoho literatury, která se zabývá problematikou BIM. Pro vypracování diplomové práce posloužily zejména následující zdroje:

BIM in Small Practices – Illustrated case studies (Robert Klaschka)

V této publikaci je popsáno deset projektů ve Velké Británii malého až středního stavebního rozměru (povětšinou rodinných domů případně obytné komplexy), které byly různými architektonickými kancelářemi zpracovány jako BIM modely. V rámci každého projektu firma popisuje implementaci BIM do vlastní tvorby, a jaké příležitosti, nebo naopak úskalí, jim tento krok přinesl. Na závěr každé kapitoly je krátké shrnutí projektu a co jim tento projekt přinesl a co se na něm naučili. V závěru celé publikace jsou stránky týkající se proč BIM vůbec používat, jak začít, jak se zapojit do BIM komunity a slovníček pojmů v rámci problematiky BIM.

BIM in Small-Scale Sustainable Design (Francois Levy)

Celkem jedenáct kapitol se zabývá využití metodiky BIM při navrhování staveb s ohledem na udržitelný rozvoj. Je zde například kapitola o pasivních energických systémech, analýza oslunění a osvětlení, o nakládání se stavebním materiálem a stavebním odpadem. A závěrečná kapitola se zabývá vzájemnou spoluprací mezi různými účastníky projektu.

Vliv implementace BIM na rizika ve stavebním podniku (Petr Matějka, Michal Strnad, David Dudáš)

Jak samotný název napovídá, v této publikaci se autoři zaměřili na rizika s přechodem stavební firmy na BIM modelování. *Upozorňuje na možnost hledání souvislostí mezi fázemi implementace a používání BIM formou řízení rizik v těchto fázích. Klade důraz na rozlišování hrozeb a příležitostí a s nimi souvisejícími újmami a užitky.*

BIM příručka (Martin Černý a kolektiv)

Na jaře roku 2012 vznikla pracovní skupina BIM & standardy a legislativa, jako součást Odborné rady pro BIM. Prvním výstupem práce této skupiny je BIM příručka, která se snaží o vysvětlení hlavních pojmů spojených s BIM v návaznosti na zahraniční zkušenosti a materiály. Příručka není detailním návodem na práci metodou BIM, ale poskytuje základní vysvětlení a rámec pro další publikace, které budou řešit konkrétní oblasti metodiky BIM. (1)

Základy implementace BIM na českém stavebním trhu (Petr Matějka, Eduard Hromada, Nataliy Anisimova, Jiří Dobiáš, Pavel Kovář, Ivana Kozáková)

Publikace, jež se, jak sám název napovídá, zaměřuje na možnosti zavedení metodiky BIM do českého stavebního průmyslu. V úvodu jsou vysvětleny základní termíny k tomuto tématu. Dále nás publikace seznamuje se zkušenostmi ze zahraničí a posléze o možnostech z hlediska přístupu k metodice BIM různých aktérů stavebního projektu. Čtenář získá základní znalosti a přehled o BIM. *„Pochopí smysl a přínosy tohoto inovačního přístupu, spolu s překážkami a nástrahami, které jeho implementaci provázejí“.* (2)

1 Úvod

Building Information Modeling - BIM – tři písmena tvořící zkratku pro pojem, který se ve světě stavebnictví objevuje v posledních letech stále častěji. Pojem, který je skloňován v nejrůznějších článcích a diskuzích, prezentován na odborných konferencích a v poslední době také v oblasti výuky na akademické půdě.

Nový přístup k navrhování stavebních projektů. Přístup, ve kterém již neexistuje rýsovací prkno a tužka (potažmo 2D rýsovací program typu CAD - Computer Aided Design – v podstatě převedení prkna a tužky na obrazovky počítače) a rýsování čáry po čáře, až poskládáním těchto čar vznikne celý projekt. Tohle všechno je podle metody BIM historií. Nový pojem, který se v souvislosti s BIM vyskytuje, je VDC – Virtual Design Construction. Jedná se o tvorbu a využívání virtuálních modelů konstrukcí.

Relativně nový přístup nám přináší nepřeberné množství jeho vysvětlení, aplikace a demonstrace jeho užití. Není v obsahových možnostech a není ani cílem autora této práce dopodrobna vysvětlit co je a co není BIM. Autor předpokládá, že čtenář této práce minimálně pojem BIM slyšel a má obecné povědomí, čeho se BIM týká a čím se zabývá.

Myšlenka BIM je velmi komplikovaná a obsáhlá a nese v sobě mnoho výhod, ale také nevýhod. Na všechny tyto možnosti se bude přicházet postupně v závislosti na jeho četnosti využívání ve stavební praxi. Tato práce se věnuje možnostem, jak jde BIM v realizační části stavební praxe využít v dnešní době.

Na základě tohoto prediktivního faktu se postupně v práci autor zaměří na bližší seznámení s problematikou BIM a hlavně na užití jeho projektové části. Stanoví, co by měla obsahovat projektová dokumentace, která bude vytvořena v BIM tak, aby se dala plnohodnotně využít při realizaci stavebního projektu. V závěrečné části se autor zaměří na vytyčení hlavních výhod pro užívání BIM z hlediska realizační fáze projektu a také prezentuje a vyhodnotí odpovědi z dotazníku, jenž byl zaměřen na znalost a užívání BIM na stavbě a jehož respondenti byli ze stavební praxe z firem působící na českém stavebním trhu.

Cíle a hypotézy diplomové práce

Jako cíle diplomové práce si autor stanovil:

- Stanovit přínosy BIM z hlediska zhotovitele
- Shrnout, jaké by měly být požadavky na projektovou dokumentaci z hlediska BIM
- Ověřit výhody BIM u projektu malého rozsahu

Pracovní hypotézy, z kterých autor vycházel:

- Neexistuje využití pro užívání BIM při realizaci staveb
- U technických pracovníků nepřevažuje snaha o implementaci BIM do realizace staveb

2 BIM

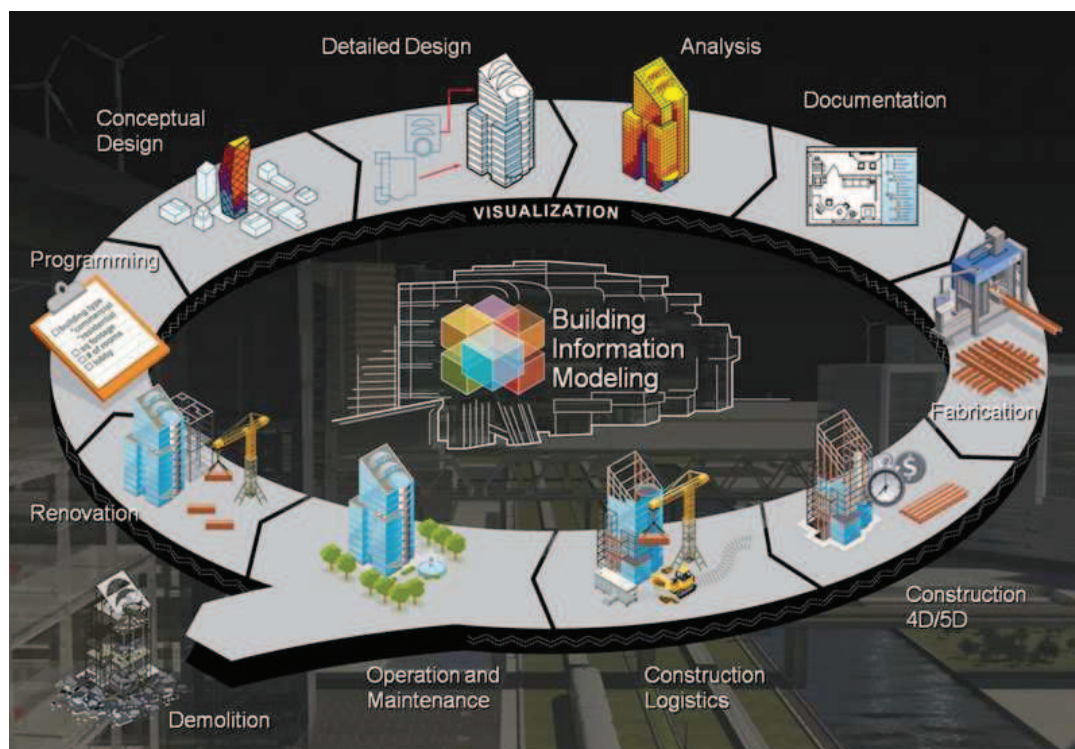
2.1 Co je BIM

V dnešní době se pod pojmem BIM skrývá více významu, jako například Building Information Modeling, Building Information Model či Building Information Management. Autor této práce bude pracovat s pojmem BIM jako se zkratkou Building Information Modeling, tedy v překladu - informační modelování budovy. Pod tímto názvem je myšlen celkový proces vytváření modelu daného stavebního projektu. Výsledek tohoto procesu je poté samotný informační model – tedy Building Information Model.

BIM je zcela odlišný způsob práce navrhování stavebního projektu jako jej známe povětšinou dnes, kdy se projekty rýsují pomocí CAD programů (jako například AutoCAD od společnosti Autodesk). Tímto způsobem projektant rýsuje čáru po čáře, které tvoří dohromady celkový projekt. Tento způsob s sebou přináší jisté výhody, ale také značné množství nevýhod. O těchto přínosech a nedostatcích bude řeč v pozdější části práce.

Naproti tomu BIM přináší inovativní metodu v přístupu k projektování, kde od začátku projektu projektant (tým projektantů) vytváří reálný virtuální model budoucí stavby. Tímto vše však nekončí. BIM není jen projektování modelu. BIM je celkově nový přístup k pohledu na stavební projekt. Model je jen (nemalá) součást celého tohoto projektu. Myšlenka BIM je kontrolovat vývoj celého stavebního projektu od návrhu objektu, až po jeho renovaci (případně demolici). Hlavní výhody, ale opět i jisté nevýhody, budou také popsány dále.

Co vše se pod BIM skrývá, vysvětluje následující obrázek, kde jsou poté jednotlivě všechny fáze stručně vysvětleny:



Obrázek 1 - BIM a životní cyklus stavby, zdroj: (3)

- **Programming (investorský zájem)**

Definice, o jaký typ budovy se má jednat, jaká má být užitná plocha, kolik místností se má v objektu nacházet atd.

- **Conceptual Design (konceptní návrh)**

Zpracování budoucího objektu do aktuální zástavby s ohledem na celkový architektonický dojem, dopad oslunění a osvětlení na okolní objekty

- **Detailed Design (podrobný návrh)**

V této fázi přichází samotná tvorba celého modelu podle budoucího skutečného řešení

- **Analysis (analýzy)**

Zde se model podrobuje různým analýzám jako energetické náročnosti, oslunění a osvětlení, akustické pohody, ale také statické působení a kolize nejruznějších vedení TZB

- **Documentation (dokumentace)**

Tvorba stavební dokumentace z modelu budovy (jedna z předností konceptu BIM (viz. dále)

- **Fabrication (výroba)**

Na základě modelu se generuje také výrobní a dílenská dokumentace, dle které (v případě kvalitního modelu) se data nahrají do CNC (computer numerical control) strojů a ty vyrobí přesné výrobky, jež se posléze zabudují do stavebního objektu

- **Construction 4D/5D (4D a 5D výstavba)**

Zanesení čtvrté (čas) a páté (peníze) dimenze do projektu. Simulace postupného čerpání časového a finančního toku v různých fázích výstavby

- **Construction Logistics (zařízení staveniště)**

Možnost návrhu zařízení staveniště – sklady materiálu, koridory pro pěší a pro stavební mechanizaci, manipulační prostor pro zdvihací práce na stavbě a návrh zdvihacího prostředku v závislosti na váze nejtěžšího (nejvzdálenějšího) břemene

- **Operation and Maintenance (provoz a údržba)**

Zde se jedná již o samotnou fázi užívání objektu, kterou má na starosti většinou facility manager daného objektu (obstarává revize technických zařízení, stará se o využití vhodné využití plochy atd.)

- **Renovation (renovace/obnova)**

Jako všechny výrobky mají i stavební objekty svou životnost (která do jisté míry závisí na předchozím bodě - provoz a údržba). Tak či tak postupem času přichází nutnost obnovy různých částí objektu (střecha, fasáda, výplně otvorů atd.) nebo dokonce nutnost rozšířit stávající objekt o objekt nový

- **Demolition**

V případě, kdy není rentabilní předchozí krok – renovace/obnova přichází jako přirozený konec stavby její demolice pro uvolnění stavebního prostoru dalšímu projekt

Jelikož se předpokládá práce se stavebním objektem (respektive jeho modelem) po celou dobu jeho životního cyklu, je potřeba jistých informací. A

přesně tyto informace, zde nazývány atributy a parametry, dělají z BIM tak moderní a užitečný nástroj.

2.2 Slovník pojmů

Následující slovník pojmů je přebrán z publikace BIM in Small Practices (4). Některé z těchto pojmů budou dále používány v této práci.

- *Attribute* (atribut) - část údajů, které tvoří popis objektu nebo entity
- *Clash detection* (detekce kolizí) – detekce možných kolizí mezi elementy modelu v informačním systému budovy, které by na stavbě nebyly žádoucí
- *Construction Operation Building information exchange* – COBie (provozování stavebnictví výměnou objektových informací) – strukturované informace o zařízení, které slouží pro uvedení do provozu, provoz a údržbu projektu. Často ve formě neutrální tabulky
- *Common Data Environment* – CDE (společná environmentální data) – jediný zdroj informací pro daný projekt, který se používá ke shromažďování, správě a používání příslušné schválené projektové dokumentace pro vzájemně spolupracující týmy v řízeném procesu
- *Component* (komponenta) – jednotlivý stavební prvek, který může být používán opakovaně. Například dveře, schodiště, nábytek, rozvržení interiéru pokoje, fasádní panel atd.
- *Computer-Aided Facilities Management* – CAFM (přidaná hodnota pro facility management) – podpora facility managementu použitím informačních technologií a daty
- *Facility management* – FM – management životního cyklu budovy ve fázi užívání objektu. Normálně trvá několik desetiletí. Představuje souvislý proces služeb pro podporu hlavní podnikatelskou činnost klienta
- *Industry Foundation Classes* - IFC (základní průmyslové formáty) – velmi důležitý pojem v BIM světě. Jedná se o neutrální a otevřený formát souboru, který není kontrolován jedním konkrétním prodejcem (případně skupinou prodejců). Je to objektově založený formát s datovým modelem vyvíjený organizací BuildingSMART pro spolupráci mezi zařízeními s různými softwary

- *Integrated Project Delivery* – IPD (vnitřní projektové sdílení) - spolupráce účastníků projektu, která využívá zkušeností a postřehů všech těchto skupin pro optimalizaci výsledků projektů, zvýšení samotné hodnoty a snížení množství odpadu. Snaží se o maximální zefektivnění ve všech fázích projektu.
- *Laser scanning (laserové skenování)* – kontrolované řízení laserových paprsků do všech směrů, které slouží k zachycení tvarů objektů, staveb, budov a krajin
- *Level of detail - LOD (úroveň detailu)* – požadovaná úroveň detailu v projektu. Většinou si zadává objednatel (investor).
- *Lonely BIM (osamocený BIM)* – nespolupracující 3D model vytvořený jediným projektantem
- *Master Information Delivery Plan* – MIDP (plán hlavního doručování informací) – primární plán pro případ, kdy je třeba připravit informace o projektu, jaké protokoly a kým se mají používat, zahrnutí všech plánů dodávek a relevantního rozdělení úkolů
- *Meta-data* – data používána pro popis a správu dokumentů a dalších zdrojů informací
- *Open BIM (otevřený BIM)* – jedinečný přístup ke spolupráci při navrhování a realizaci projektu umožňující účastníkům projektu bez ohledu na to, jaký program používají
- *Parameters (parametry)* – proměnné užívané pro funkčnost přiřazeným hodnotám jako například: souřadnice, rozměry, materiál, vzdálenost, úhel, barva, jednotková cena, energetická náročnost a tak dále
- *Project BIM protokol (projektový BIM protokol)* – specifický protokol, ve kterém se stanoví povinnosti a práva hlavních členů projektového týmu ve smyslu užívání BIM technologie na projektu
- *Task Information Delivery Plan* – TIDP (plán dodávky úkolových informací) – seznamy informačních výstupů od každého úkolu včetně formátu, data a odpovědnosti za daný úkol

- *Unified Classification for the Construction Industry - Uniclass* (jednotný klasifikační systém pro stavební průmysl) – britský standard pro klasifikaci ve stavebnictví
- *Work In Progress - WIP (práce na projektu)* – informace o tom, že na daném modelu právě někdo pracuje a tato poslední verze nebyla ještě schválena a ověřena a není vhodné ji sdílet skrze projekční tým

2.3 Výhody modelu BIM

Předchozí obrázek nám naznačuje řadu výhod, které tato metoda přináší do stavebního průmyslu. Tyto a ještě další budou popsány v následující části.

2.3.1 Moderní technologie a nástroje pro BIM

Myšlenka samotného BIM navrhování sahá až do nedávné minulosti, konkrétně do roku 1962, kdy jistý Douglas Carl Englebart popisuje, jak by měl vypadat budoucí architekt. Podle Englebarta by měl navrhovat pomocí objektů, parametrické manipulace a provázané databáze.

V té době se však myšlenka nemohla provázat s někdejší počítačovou technologií. Naopak dnes, kdy moderní technologie pokročila, je již tato vize realizovatelná a také realizována.

A jak se vyvíjel hardware, vznikala a vyvíjel se i nový software. V dnešní době se na trhu vyskytuje mnoho programů, které se problematikou zabývají. Ve stručnosti zde budou uvedeny nejrozšířenější z těchto programů určených primárně pro architekty a projektanty s krátkým popisem od samotné produkční společnosti.

- Revit (od společnosti Autodesk)

„Software pro stavební projekty Revit je sestaven speciálně pro informační modelování budov (BIM) a díky koordinovanému a důslednému přístupu založenému na modelech usnadňuje projektantům a odborníkům ve stavebnictví zpracování prvotních představ od konceptu až po realizaci. Revit je samostatná aplikace s funkcemi pro architektonický návrh, projektování TZB, statiku a konstrukci.“ (5)

- ArchiCAD (od společnosti Graphisoft)

„ArchiCAD je vyladěný CAD/BIM software s unikátní schopností pracovat jako BIM a současně produkovat 2D výkresy až do úrovně prováděcí dokumentace.“ (6)

- AllPlan (od společnosti Nemetschek)

„Allplan v sobě spojuje intuitivní ovládání s jednoduchým sdílením dat a efektivním plánováním nákladů. Pro maximální volnost návrhu, plánování a výstavby budov.“ (7)

- MicroStation (od společnosti Bentley)

„MicroStation je špičkový software pro 2D a 3D CAD a informační modelování, který byl cíleně vyvinut pro architektonická, projekční, stavební a provozní řešení distribučních sítí, silničních a železničních staveb, mostů, budov, telekomunikačních sítí, vodárenských a kanalizačních sítí, zpracovatelských závodů nebo dolů.“ (8)

- Vectorworks Designer (od společnosti Nemetschek)

„Software pro zefektivnění nákladů, analýzu materiálů, zvýšení energetické účinnosti. Program, který má v sobě zabudovány inteligentní nástroje pro tvorbu komplexního modelu.“ (9)

- Tekla Structures (od společnosti společnosti Tekla)

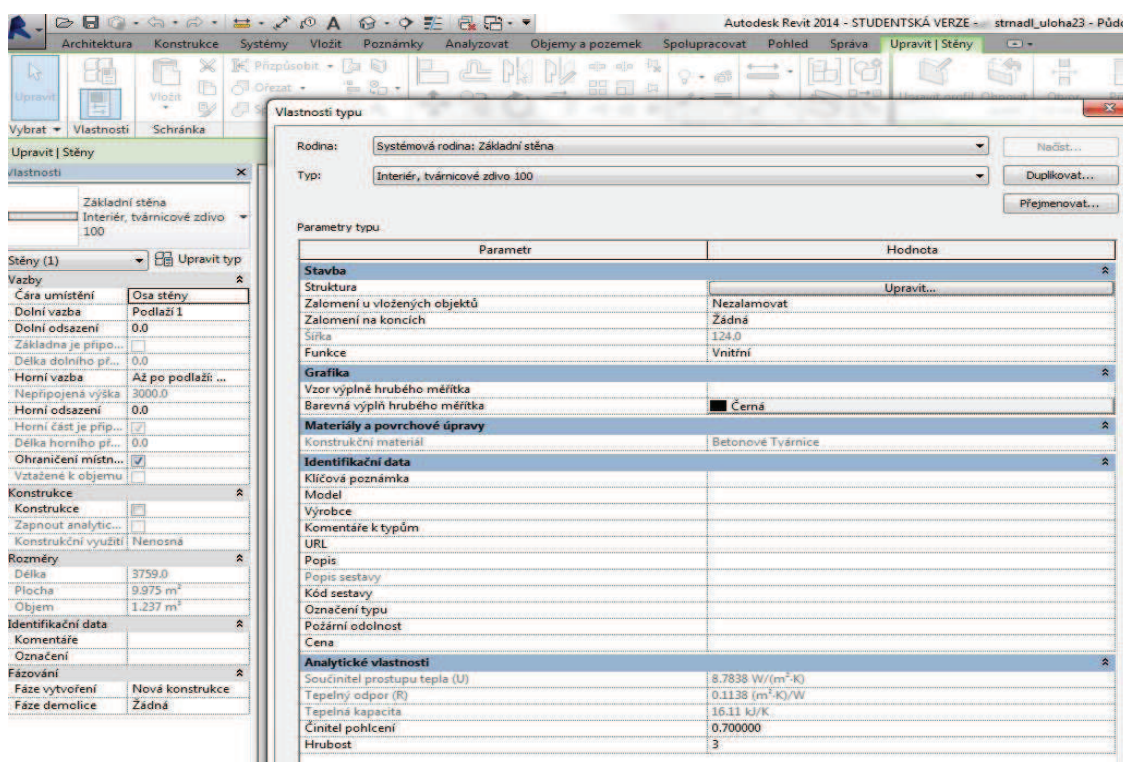
„Software umožňuje pracovat s širokou škálou materiálů a různou složitostí staveb. Uživatelé ve světě používají tento program pro modelování sportovních stadionů, obytných domů, mrakodrapů, továren s technologickými zařízeními, ale i nejrůznějších dopravních staveb.“ (10)

Pozn.: K vypracování praktické části této práce bude použit software Revit 2014 a NavisWorks 2013 (od společnosti Autodesk), s nimiž se autor seznámil na vysoké škole a k jejichž užívání má autor legální studentské licence.

2.3.2 Přidaná hodnota

Building information modeling, čili informační model budovy. To znamená, že veškeré prvky nesou jistá data (informace), která se nazývají parametry nebo též atributy.

Parametr je jednoznačně definovaná vlastnost nebo hodnota, která je přidělena danému prvku v informačním modelu. Každý prvek může obsahovat jednotky, ale i desítky různých parametrů. Pro ilustraci je zde uveden obrázek stavebního prvku z programu Revit



Obrázek 2 - Revit: Ukázka vlastností typu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Jak je z obrázku patrné, parametry (vlastnosti) se mohou týkat nejrůznějších vlastností daných prvků. Od geometricky definovaných rozměrů (např. šířka, výška, tloušťka), fyzikálních vlastností (např. tepelné, akustické, světelné), až po umístění v harmonogramu projektu, užité vlastnosti, případně nutné pravidelné revizní kontroly. V případě potřeby (například dle podmínek investora) je možné parametry libovolně přidávat, případně vytvářet zcela nové.

Často se za informační model budovy nesprávně považuje jen 3D výstup z projektu, avšak BIM je vlastně databáze informací o daném objektu a 3D model je pouze jeden možný způsob prezentace daných informací. (11)

2.3.3 Spolupráce na projektu

Při tradičním dodavatelském systému následně vzniká realizační projektová dokumentace, se kterou se poté pracuje při provádění stavby. Následně popisovaný systém návaznosti spolupráce se v České republice využívá u většiny projektů, zejména pak u projektů menšího rozsahu.

Architekt má určitou představu, na základě které vypracuje architektonickou studii. Tuto studii následně obdrží projekční kancelář, která dále vypracovává projektovou dokumentaci v různých detailech v závislosti na stupni dané projektové dokumentace.

Nejdříve se vypracuje DSP – dokumentace pro stavební povolení. Obsah a náplň jsou definovány vyhláškou 499/2006 Sb.

Po vydání stavebního povolení se dále vypracovává DPS – dokumentace pro provádění stavby. Obsah a náplň jsou definovány vyhláškou 499/2006 Sb. (příloha 6). Projektovou dokumentaci zaštiťuje hlavní inženýr projektu (dále jen HIP), který by měl mít na starost kompletaci veškerých částí dokumentace. Měl by koordinovat všechny části projektu, jež povětšinou vypracovávají další odborné firmy. Jedná se především o části řemesel, jako jsou například:

- ZTI – zdravotně technické instalace (voda, plyn, kanalizace)
- ÚT – ústřední topení
- SIL, SLA – elektroinstalace (včetně uzemnění)
- MaR – měření a regulace
- PBR – požárně bezpečnostní řešení
- ZOV – zásady organizace výstavby (včetně plánu BOZP)

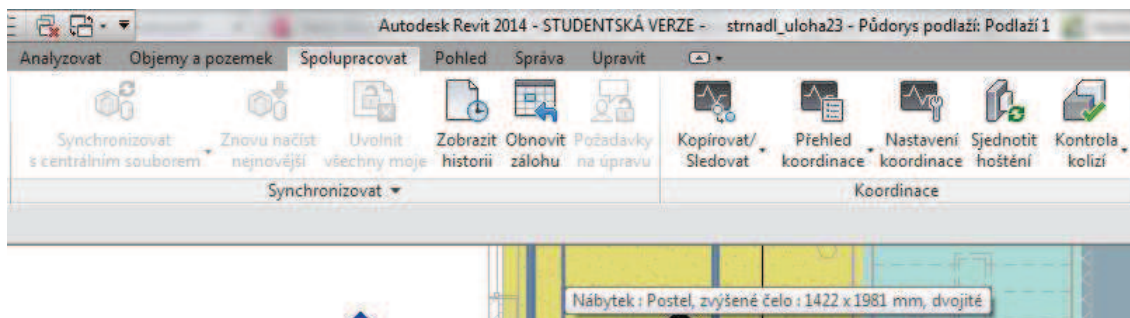
Takto kompletní dokumentaci poté HIP předává investorovi a ten ji dále předá zhotoviteli stavby, který podle ní poté realizuje projekt. A zde shledávám jednu z největších nevýhod tohoto typu tvorby projektové dokumentace. Když přijde jakákoliv změna v projektu postup zpracování je zhruba následující:

- Zhotovitel upozorní HIP na chybu nebo vzájemně si neodpovídající části projektové dokumentace

- HIP danou chybu opraví a danou opravu musí zavést do celého projektu a tím pádem vydat revidovanou projektovou dokumentaci
- Takto opravená projektová dokumentace jde opět ke zhotoviteli projektu

Naopak jedna z myšlenek využití BIM je taková, že by k celému projektu nebo k jeho částem (v závislosti na smluvní domluvě) měli přístup (s dopředu nastavenými administrátorskými právy) všichni účastníci projektu. Celý projekt (nebo jeho části) by byl sdílen na jistém cloudovém serveru a samotní projektanti různých řemesel by pak doplňovali a opravovali stále jeden model a to znamená, že jakákoliv oprava by se ihned projevila ve všech částech projektu.

Spolupráce na modelu by se samozřejmě netýkala jen projektové fáze. K modelu (nebo jeho určitým částem) by mohli mít přístup všechny zainteresované strany, které se na daném stavebním objektu podílejí.



Obrázek 3 - Revit: možnosti nastavení spolupráce, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Nevýhoda, která bude popsána dále, je ta, že v dnešní době existuje v České republice málo specialistů, kteří ke své práci používají BIM nástroje nebo se nevyužívají všechny dostupné funkce a pracuje se například jen s 3D modelem, který nenese žádné parametry.

2.3.4 Snížení chybovosti

Omezení chyb částečně souvisí s předchozím odstavcem. Tímto je myšleno, že čím více existuje verzí projektu, tím větší je riziko vyskytnutí se určité chyby nebo neshody, neboli práce na jednom modelu omezuje chybovost na minimum. A taktéž poučka „papír snese všechno“ se metodou BIM vcelku

eliminuje, poněvadž se pracuje na reálném virtuálním modelu a nerýsuje se čárovým způsobem.

2.3.5 Shrnutí

Dnešní moderní technologie napomáhá tomu, aby se potenciál BIM začal postupně využívat i při realizaci stavby. Tento přístup přináší do stavebnictví řadu výhod. Jednotlivé prvky v sobě nesou plno informací, které napomáhají jejich jednoznačné identifikaci a sdělují jeho vlastnosti. Na projektu, který je vytvořen v BIM, může organizovaně spolupracovat více specializovaně odborných osob, které mají jasně danou roli v projektu. Vzájemnou spoluprací dokážou daný projekt kontrolovat a vést od jeho návrhu, přes realizaci, až po samotné užívání.

2.4 Nevýhody modelu BIM

Každá mince má dvě strany a není tomu jinak ani u BIM. Zde budou uvedeny některé nevýhody této metody.

2.4.1 Nový přístup

Lidé mají obecně strach či respekt z něčeho, co je nové. (12) Něco, co zásadně mění již zaběhnutý systém. Pravděpodobně tomu tak bude i u BIM. Avšak pojem *nový* je zde relativní, protože, jak bylo naznačeno v kapitole *moderní technologie a nástroje pro BIM*, myšlenka samotného BIM sahá až do šedesátých let dvacátého století (13).

2.4.2 Chybějící legislativa

V dnešní době se stavebním průmyslem zabývá Ministerstvo průmyslu a obchodu, avšak stavební zákon včetně jeho prováděcích vyhlášek vytváří Ministerstvo pro místní rozvoj. Například dopravními stavbami se zabývá jen Ministerstvo dopravy, naopak co se týče pozemních staveb, jsou zde zainteresována hned tři ministerstva – prostředí, kultury a zemědělství. Orgánů, které se zabývají stavebnictvím je tedy dostatek (možná i přebytek), avšak žádný z nich se doposud nevěnuje problematice BIM. (2)

A to je jeden ze základních problémů zavedení BIM do českého stavebnictví. Pokud nebude mít BIM legislativní a právní oporu v zákoně, velmi

obtížně se bude implementovat mezi stavební firmy. Tento problém se týká hlavně veřejných zakázek, které musí být vypisovány na základě českých zákonů. V soukromém sektoru je šance na užití BIM trochu vyšší. Zde závisí pouze na objednateli, jaké podmínky rozsahu projektové dokumentace a celkového projektu si stanoví. Pravdou je, že by se tyto podmínky nastavovaly snadněji, pokud by se objednatel mohl o něco opřít – o zákon.

Na českém stavebním trhu s BIM zaměřením fungují souběžně tzv. *Push Strategy* a *Pull Strategy*. *Push strategie* je marketingová strategie, kdy se daný produkt od prodejce tlačí směrem k zákazníkovi. A *Pull Strategy* je strategie, kdy koncový zákazník požaduje jisté služby, které jsou následně většinou poskytnuty. Touto službou by byla možnost speciálních softwarů umět navrhovat a vyhovět právě těmto zákonným požadavkům. Obě tyto strategie by mohly být posíleny legislativním zavedením požadavků na BIM v PD.

Jedním z cílů této práce je navrhnout, jaké informace by měla obsahovat BIM projektová dokumentace (dokumentace, která vznikla generováním z BIM modelu), aby se dalo lépe využít potenciálu BIM. Tedy danou stavbu jak postavit, tak ji dále efektivně využívat a spravovat. Tomuto problému se bude věnovat pozdější část práce.

2.4.3 Finanční náklady

S novou technologií přicházejí i nové investice v podobě pořizovacích nákladů software. V tomto případě ne zrovna nejnížší. Pro ilustraci zde budou uvedeny ceny licencí výše popisovaných softwarů. Ceny jsou převzaty z oficiálních stránek distributorů daného software.

- Revit 2015 – 167 640 Kč bez DPH
(<http://shop.cadstudio.cz/search.asp?PROD=revit>)
- ArchiCAD 18 – 138 800 Kč bez DPH
(<http://www.cegra.cz/38-produkty-software-prehled-sofwarucenik.aspx>)
- AllPlan 2012 – 120 000 Kč bez DPH
(http://www.studiok4.cz/fotky24321/fotov/_ps_2Allplan2012_cenik_CZ_241011.pdf)
- MicroStation v8i – 156 647 Kč bez DPH
(<http://www.gisoft.cz/MicroStationPowerDraft/MicroStationPowerDraft>)

- Vectorworks Designer 2015 – 83 780 Kč bez DPH
(<http://www.digitalmedia.cz/produkty/nemetschek-na/>)
- Tekla Structures – na vyžádání
(<http://www.tekla.com/contact/buy-tekla>)

Výše zmíněné ceny (aktuální k únoru 2015) jsou uváděny vždy pro jednu licenci. Částky v řádech desetitisíců až statisíců jsou pro některé společnosti dosti nákladné. K těmto nákladům je potřeba ještě připočíst cenu za seznámení se a naučení se v daném programu v podobě externího školitele.

Vzhledem k tomu, že není dopředu známá, případně se těžko určuje, návratnost této investice, mnohdy je toto jeden z hlavních důvodů proč setrvat u stávajících software a klasického čárového projektování.

Avšak dle autorova názoru je jen otázkou času a adaptace konkurenčních firem na BIM nástroje, než společnosti postupně k BIM také přejdou.

Zajímavou myšlenkou v dnešní době může být také, jak se k programům podporující BIM staví malé firmy a drobní podnikatelé. Jejich možnost financovat jednotlivé licence uvedených softwarů je vzhledem k vysokým finančním vstupním nákladům mnohdy neproveditelné. Tomuto problému nastavují řešení programy, které umožňují do samotného modelu (jeho části) přístup, avšak vstupní náklady jsou mnohonásobně menší, někdy dokonce i zadarmo. Základním předpokladem je schopnost daného programu pracovat s IFC (Industry Foundation Classes – viz Kapitola Slovník pojmů) formátem. Uvedme si pro ilustraci pár takovýchto programů včetně jejich specifického zaměření.

- BIM Vision – IFC modelový prohlížeč zdarma
- aSa ProRebar – program pro vyztužování konstrukcí
- 4BIM – webová aplikace podporující spolupráci a sdílení informací na projektu
- MagiCAD – nástavba pro Revit, která obsahuje přes jeden milión produktů od předních světových výrobců z oblasti topení, větrání, klimatizace a elektroinstalací. (14)

- MEP Modeler – obdobný software jako MagiCAD pouze z dílny firmy GRAPHISOFT, tudíž v návaznosti použitelnosti na ArchiCAD

Podobných programů se na trhu vyskytuje celá řada a není náplní ani v časových možnostech rozsahu této práce je zde všechny vyjmenovat.

2.4.4 Zvyk na čárové projektování

Velmi často je možné se ve stavební praxi setkat s názorem, že „už to takhle dělám třicet let“. Podobná parafráze by se dala uplatnit i v projektování. Mnoho projektantů je zvyklých na zaběhlý systém čárového projektování, ve kterém již pracují i tři desetiletí a najednou by měli přejít na zcela jiný systém.

2.4.5 Nedostatečná znalost odborníků

S předchozím odstavcem souvisí i další nevýhoda a tou je neznalost či nekvalifikovanost osob pro dané BIM odvětví. Tento problém souvisí s novou technologií, kterou mnoho lidí nezná nebo nezvládá. Zde se doporučuje studovat zahraniční literaturu případně se učit od zahraničních specialistů, kteří se dané problematice věnují podstatně déle než lidé v České republice a mají tak mnohonásobně větší praktické i teoretické zkušenosti.

2.4.6 Shrnutí

Vzhledem k docela novému přístupu není k dispozici dostatečný počet odborně vzdělaných lidí, kteří by s BIM dokázali nejenom na stavbě efektivně pracovat, a navíc náklady na pořízení nového vybavení pro možnost modelovat v BIM může být pro některé firmy vcelku velká finanční záležitost v řádech statisíců korun českých. Pravděpodobně pokud BIM nebude mít legislativní oporu v zákoně, nemusí být dostatečná motivace s touto technologií pracovat a odborníci spíše zůstanou u klasického čárového projektování.

2.5 BIM ve světě

Práce s BIM není až zase tolik velkou neznámou, jak se může lidem působící ve stavebnictví v České republice na první pohled zdát. V následující kapitole bude ve stručnosti uvedeno užívání právě BIM metodiky v různých částech světa. U většiny států bude uvedena na závěr ukázka jednoho projektu v BIM.

2.5.1 Finsko

Tato skandinávská země začínala využívat výhody BIM již od počátku nového tisíciletí. V roce 2001 začaly rozvíjet prvotní projekty s využitím BIM. Výsledkem těchto zkušeností pak bylo, že se společnost Senate Properties, která má na starosti výstavbu a správu všech veřejných státních budov, rozhodla vyžadovat informační model budovy pro drtivou většinu všech svých stavebních projektů. (2)

Dnešní výsledek tohoto snažení je dokument pod zkratkou COBIM - Common BIM Requirements 2012 (společné požadavky pro BIM). Jsou zde zveřejněny požadavky právě společnosti Senate Properties a tento dokument byl dále poskytnut dalším účastníkům stavebního průmyslu (stavební firmy, vlastníci nemovitostí, developeři, dodavatelé software atd.) (15)

Projekt: Manskun Rasti (Helsinky)



Obrázek 4 - Manskun Rasti, zdroj: (16)

Pilotní projekt společnosti Skanska Finland. Jedná se o administrativní komplex budov se třemi podzemními a osmi nadzemními podlažními. BIM zde byl hlavně využit z hlediska uhlíkové stopy při užívání budovy, dále pro optimální využití energetické náročnosti a také z hlediska využití plochy při užívání stavby. (17)

2.5.2 Norsko

Obdobně jako ve Finsku, tak i v Norsku byl impuls zavedení BIM do stavebnictví obdobný. V Norsku působící společnost Statsbygg má na starosti

správu veřejných nemovitostí a stará se o stavbu nových. Již od roku 2010 vyžaduje BIM pro veškeré své nové projekty. (2)

V roce 2011 tato společnost potom vydává volně stažitelný manuál BIM Guide: Statsbygg BIM Manual (aktuální verze z roku 2013). Hlavním účelem tohoto manuálu je popsat požadavky Statsbygg v souvislosti s BIM v otevřeném formátu Industry Foundation Classes – IFC (viz dále). Hlavní cílové skupiny manuálu jsou konstrukční a projekční týmy, projektoví manažeři, facility manažeři a dále může poskytnout vodítko pro vývojáře softwarových aplikací. (18)



Obrázek 5 - Statsbygg BIM Manual, zdroj: (19)

Projekt: KBS Shopping Center (Trondheim)



Obrázek 6 - KBS Shopping Center, zdroj: (16)

Nákupní centrum KBS je kombinací rezidenčních bytových domů společně s obchodním centrem. Zajímavostí je to, že původní smluvní podmínky byly pro klasické čárové projektování. Nicméně již ve fázi návrhu, stavební inženýři používali 3D modely. Hlavní dodavatel stavby Skanska poté celý projekt převedla do BIM technologie. Hlavní zaměření BIM zde bylo pro kontrolu kolizí a výkaz výměr. (21)

2.5.3 Švédsko

Skandinávské země celkově jsou v zavádění BIM na vrcholu ve světovém měřítku. Nejinak je tomu i u Švédska. Švédsko je podle stavební společnosti WSP lídrem v oblasti DB (design-built) projektů a také projektů infrastruktury s využitím BIM. V roce 2009 vzniká ve Švédsku program OpenBIM (v roce 2011 se mění na formu neziskové organizace pro adaptaci BIM). Hlavním cílem je maximální zefektivňování dostupných IT nástrojů a sjednocování IFC souborů. Jedním z hlavních předsevzetí je definování celonárodních standardizovaných norem pro navrhování a provádění staveb s využitím informačních modelů budov.

Projekt: New Karolinska Solna (Solna)



Obrázek 7 - New Karolinska Solna, zdroj: (16)

Jeden z největších BIM projektů ve Švédsku je zároveň prvním projektem Skanska, který má právně zavedené požadavky ve smlouvě. Model pracuje s objektově orientovanými informacemi a s nimi souvisejícími databázemi. Tento BIM model poskytuje vše potřebné pro služby facility managementu. (20)

2.5.4 Velká Británie

Vláda Velké Británie jde technologie BIM naproti a v roce 2011 vydala a prezentovala strategii rozvoje a vývoje stavebnictví (Government Construction Strategy). Jsou zde definovány postupy implementace BIM pro vládní projekty. V plánu je uvedeno, že již od roku 2016 bude vláda vyžadovat pro všechny své projekty plně funkční (dle Government Construction Strategy) BIM modely (včetně veškeré dokumentace) v elektronické podobě. Jeden rok po zavedení strategie, tedy v roce 2012, britská vláda vydala zprávu z dosavadního průběhu implementace, kde hodnotí dosavadní úspěchy projektu.

Avšak významnější organizace, jež podporuje zavedení BIM v rámci širší odborné veřejnosti je National Building Specification (NBS). Tato organizace provádí výzkumy a zajišťuje poradenství ve stavebnictví a informuje o veškerých inovacích. Jeden z primárních projektů je vytvoření národní BIM knihovny (The National BIM Library), která obsahuje parametrické stavební prvky. Důležitý aspekt je ten, že všechny prvky jsou volně ke stažení na webu (2)

Projekt: Barts and The Royal London Hospital (Londýn)



Obrázek 8 - Barts and The Royal London Hospital, zdroj: (16)

Kompletně koordinovaný 3D model objektu má za cíl umožnit detekovat kolizní místa v budově, zajistit bezpečný přístup k provozu a údržbě. Hlavním cílem bylo používat funkční digitální model přímo na stavbě. (22)

2.5.5 Spojené státy americké

V USA se klade důraz na snižování celkových nákladů po celou dobu životního cyklu budovy. Pro tento účel je BIM ideální pomocník. Americká vláda si stanovila za cíl do roku 2030 mít všechny budovy s nulovou energií. (11)

Významnou organizací, jež se zabývá problematikou rozvoje BIM, je nezisková vládní organizace National Institute of Building Sciences. Tato organizace vydala v roce 2012 National BIM Standards-United States Version 2. Publikace má za cíl nastavit jednotná pravidla přístupu k optimalizaci práce s BIM.

Projekt: Good Samaritan Hospital (Puyallup)



Obrázek 9 – Good Samaritan Hospital, zdroj: (16)

Tvorba modelu s využitím softwaru Revit, ve kterém tým architektů a inženýrů týdně aktualizovali veškeré informace v centrálním modelu tak, aby veškerí účastníci projektu měli k dispozici aktuální data. Model byl převážně využit pro MEP (mechanical, electrical and plumbing) neboli TZB. (24)

2.5.6 Německo

Ačkoliv pátá největší ekonomika světa Německo nepatří mezi nejsilnější hráče na poli s názvem implementace BIM. Mezi hlavní důvody se zaprvé řadí tradice zakořeněná v používání německých norem a regulací. A druhý důvod je ten, že každá spolková země Německa si může upravovat své požadavky na projektovou dokumentaci. Avšak díky silnému zastoupení softwarových firem se dá očekávat i zde urychlení vývoje implementace BIM. (11)

2.5.7 Singapur

Nejsilnější stát z hlediska používání BIM v Asii. Až na 80% všech projektů realizovaných v roce 2015 by se měl uplatnit BIM. Hlavní postavou je opět veřejný sektor. Singapur disponuje mnoha nástroji pro automatickou kontrolu modelů pro získání stavebního povolení. Registrované firmy mají možnost využívat nástroje, jež umožní modely ve formátu IFC zkontrolovat a vyhodnotit, zda jsou vyhovující dle platných předpisů. (11)

V Singapuru existuje také BIM fond, kde mohou podniky nebo projekty získat podporu na zavedení BIM. Jedná se především o hardware a software, ale také i na školení zaměstnanců a poradenské služby. (2)

2.5.8 Austrálie

V této zemi ležící mimo Evropu byla v rámci problematiky vytvořena pracovní skupina skládající se z několika vládních organizací v čela s místní organizací buildingSMART. Společným výtvorem byla strategická zpráva a národní průvodce pro digitální modelování (National Guidelines for Digital Modelling), která obsahuje základní pravidla, jež jsou důležitá a potřebná pro podporu a využití BIM. Počítá se s využitím BIM modelu pro vládní budovy od 1. 7. 2016 na základě zprávy NBI – National BIM Initiative. (11)

2.5.9 Čína

Čína jakožto nejrychleji rostoucí trh má dle tamních předpokladů zvýšit počet budov v zemi do roku 2020 na dvojnásobek. I v této zemi se BIM pomalu zapracovává do vědomí místních odborníků a začíná se využívat. Jako příklad může posloužit projekt Shanghai Tower, jež má být druhou nejvyšší budovou světa. BIM zde byl využíván od začátku projektu a dle slov projektového týmu si práci na projektu podobného rozsahu nedovedou ani jiným způsobem, než-li BIM přístupem, představit.

2.5.10 Shrnutí

Z výše uvedených příkladů je patrné, že se BIM v určitých částech světa používá a bere se dokonce již jako plnohodnotný nástroj pro stavební průmysl. Lze předpokládat, že k tomu stavu jednotlivé státy také dospěly po určitém čase prvních pokusů o implementaci BIM do svého stavebnictví. Je otázkou času, zda se něco podobného povede i v České republice.

2.6 BIM v České republice

I v České republice jsou již realizovány pilotní projekty s využitím BIM přístupu. Hlavním průkopníkem v BIM v ČR je firma SKANSKA, která zde již postavila objekty Riverview Smíchov, CB Centrum, momentálně (březen 2015) se dokončuje Corso Court Karlín a plánuje se výstavba dalších projektů.

Další silný hráč na místním stavebním trhu je firma Hochtief CZ, která plánuje do tří let postavit novou budovu pro banku ČSOB v pražských Radlicích. Tento projekt má být zpracován kompletně s pomocí BIM technologie.

Nutno podotknout, že všechny uvedené projekty jsou typu administrativní budova většího rozsahu. BIM v ČR není vyzkoušen a zaběhnutý do takové míry, že by se s ním pracovalo na většině projektů bez rozdílu velikosti.

- Riverview (Praha)

Projekt administrativní budovy ležící na nábřeží Vltavy je projekt, kde se BIM využíval jak ve fázi projekční, tak i ve fázi realizační. BIM model byl rozdělen na architektonicko-stavební část a dále na modely jednotlivých profesí TZB. Modely vzduchotechniky, vody a kanalizace sloužily pro tisk 2D výkresů, naopak model chlazení a topení vznikl přepracováním 2D dokumentace. BIM model zde byl využíván pro potřeby clash detection – detekce kolizí. (25)



Obrázek 10 - Riverview Smíchov, zdroj: (25)

- CB Centrum (Ostrava)

Pilotní projekt skupiny Skanska v České republice vypracovaný plně za pomoci BIM v podrobném stupni detailu (LOD – level of detail). Veškeré kolize instalací byly podchyceny a upraveny před samotnou realizací, což dodavatel při výstavbě velmi kvitoval a chválil. (27)



Obrázek 11 - CB Centrum, zdroj: (25)

- Corso Court (Praha)

Druhým projektem firmy Skanska modelovaným plně v BIM je budoucí nové sídlo společnosti na pražském Karlíně. Na této stavbě je přítomen BIM koordinátor, jenž má za úkol spravovat 3D model a maximálně jej využívat pro samotnou realizaci stavby. Opět se ukázalo jako velká výhoda BIM možnost detekovat kolize. Dále pak byla vyzkoušena možnost 4D plánování na určitých profesích, aby se ukázala další z výhod BIM a mohl se vytvořit kvalitní harmonogram odpovídající skutečnosti. Byla také vyzkoušena možnost práce s výkazy výměr za pomoci 3D modelu v porovnání se skutečností. (29)



Obrázek 12 - Corso Court, zdroj: (25)

- ČSOB SHQ (Praha)

ČSOB chce vedle svého sídla NHQ v Radlicích postavit novou budovu, zatím nazývanou SHQ. Výstavba této budovy, včetně fází užívacích, bude využívat metodiky BIM. K ověření metodiky BIM a použití modelu, jako zdroje dat pro CAFM systém je použito vytvoření BIM modelu existující budovy NHQ a její import do Archibusu. Zkušenosti z tvorby koncepce a praktického využití dat v modelu a synchronizace dat BIM s CAFM jsou součástí tohoto projektu. (31)

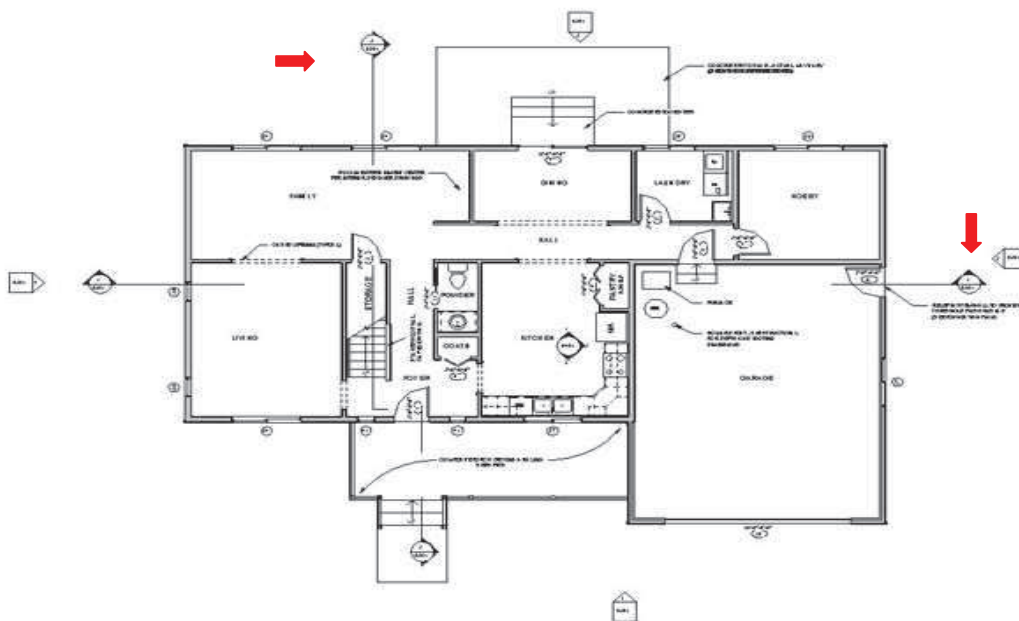
2.7 Ukázky využití BIM u projektu malého rozsahu

Následující kapitola představí ve stručnosti jeden projekt malého rozsahu, na který byl využit BIM software Revit a jenž byl realizován.



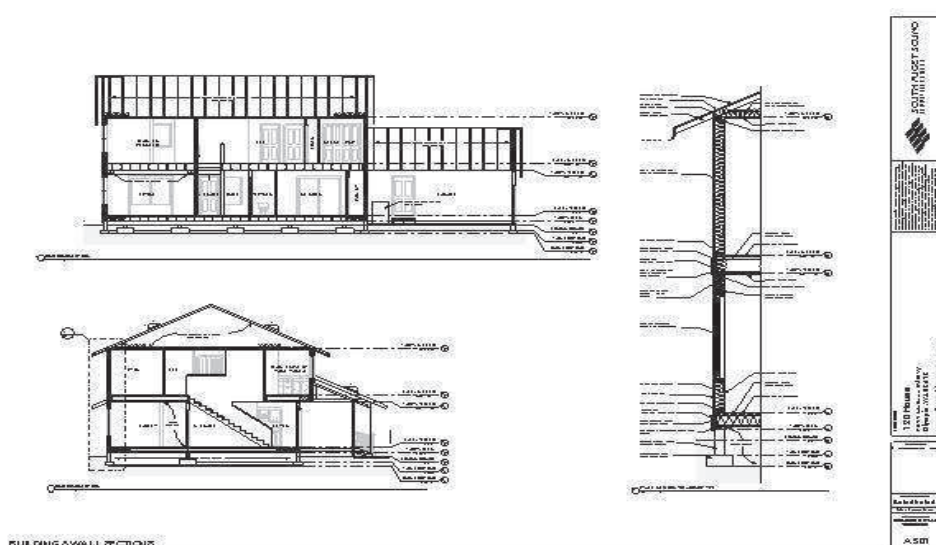
Obrázek 13 - 3D pohled na dům, zdroj: (29)

Jedná se o dvoupodlažní dům se sedlovou střechou. Součástí objektu je také garáž.



Obrázek 14 - půdorys 1. NP, zdroj: (29)

Pohled na výkres půdorysu, který je přímo a bez dalšího upravování generován z modelu. Výkres obsahuje značky pohledů a řezů, které se v modelu nacházejí a jsou právě k dispozici.



Obrázek 15 - stavební výkres více pohledů, zdroj: (29)

Nesmírnou výhodou tvoření výkresové dokumentace v BIM je skládání různých pohledů, které si projektant v modelu vytvoří, a poté je dle potřeby využívá. Na obrázku lze vidět podélný, příčný a komplexní řez objektem.



Obrázek 16 - vizualizace kuchyně, zdroj: (29)

V rámci modelu je možné také tvořit vizualizace. Zde je vidět interiérová vizualizace kuchyňské linky s jednoduchým nastavením osvětlení a stínů. Vizualizace není jen marketingová propagace „hezkých“ obrázku pro klienty. Například při samotné realizace může vhodně zvolená vizualizace objasnit problematické místo, které by nebylo z výkresu zcela patrné a jasné.

Lze vidět, že možnosti BIM modelu jsou opravdu rozsáhlé, minimálně co se projektové fáze týče. Aby bylo možno využívat BIM model i pro stavbu, je potřeba aby model nesl určité základní informace. Těmto požadavku se bude více věnovat kapitola následující hlavní kapitola.

2.8 Literatura řešené problematiky

Zde bude vyjmenovaná část literatury (dostupné online), jež se problematikou BIM v návaznosti na téma této práce zabývá.

Pro podrobnou analýzu článků zabývajících se problematikou BIM se autor rozhodl využít online vyhledávač odborných publikací Summon, který je dostupný skrze internetovou síť ČVUT. Dotazu „BIM“ odpovídalo 27 361 výsledků (ke dni 22. 3. 2015). Bylo třeba přesněji definovat dotaz. Nakonec pro výpis literatury autor použil tyto dotazy: *BIM in small case*, *BIM Family house*, *BIM in small firm*, *Implementation of BIM*.

Seznam literatury:

Autor následující níže jmenované publikace používá hlavně jako ukázkou toho, že článků k danému tématu je opravdu hodně. Při samotné tvorbě poté hlavně odkazuje na publikace, které v danou chvíli potřebuje k citaci textu.

2.9 Knihy:

- *BIM in Small-Scale Sustainable Design* (F. Levy)
- *BIM for facility managers* (P. Teicholz)
- *BIM Content Development Standards, Strategies and Best Practises* (R. Weygant)
- *BIM in principle and in practice* (P. Barnes)
- *BIM for Building Owners and Developers: Making a Business Case for Using BIM on Projects* (K. Reddy)
- *Implementing successful building information modeling* (E. Epstein)
- *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (M. Eastman)

2.10 Odborné články

- *Integration of Agents in the Construction of a Single-family House through Use of BIM Technology* (F. Cambeiro)
- *The BIM Revolution* (B. Bennett)
- *BIM for energy savings* (T. Kotwal)
- *BIM bam* (B. Bennett)
- *BIM and The Towers* (neznámý)
- *BIM: the future is here* (J. McDonald)
- *Increase productivity with BIM* (K. Faloon)
- *Help Coming For BIM Users* (N. Post)
- *Building information modelling (BIM) framework for practical implementation* (Y. Jung)
- *Teams, contracts and BIM* (D. Knight)
- *Environmental Performance Analysis of Single Family House Using BIM* (A. Raheem)

Jak samotný seznam napovídá, tematikou BIM se ve světovém měřítku skutečně zabývá mnoho článků a publikací. Články se snaží pokrýt celkový rozsah BIM problematiky. Od prvopočátečních návrhů až po konečné užívání

objektu. Autor se snažil zaměřit na ty články, které se týkají hlavně realizační části výstavby.

3 BIM projektová dokumentace (PD)

3.1 Aktuální předpisy a požadavky na PD

Většina předpisů a požadavků se řídí právními dokumenty, například zákony a vyhláškami. Ne jinak je tomu i u předpisů stavebních. Tato kapitola se zaměří na popis toho, co by platná projektová dokumentace měla obsahovat.

3.1.1 Vyhláška č. 499/2006 Sb.

V dnešní době se požadavky na PD řídí platnou vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Tato vyhláška stanovuje rozsah a obsah mimo jiné na dokumentaci:

- dokumentaci na ohlášení stavby nebo vydání stavebního povolení
- dokumentaci pro provádění stavby
- dokumentaci skutečného provedení stavby

Náplní dokumentací je také plno identifikačních údajů, úředních povolení, vyjadřovacích souhlasů, průvodních a technických zpráv a tak dále. Tyto části se zde řešit nebudou. Jen se můžeme zmínit, že i na vypracování těchto částí může posloužit BIM model. Pro nás je naopak zajímavá část *D – dokumentaci objektů a technických a technologických zařízení*. Úroveň detailu zpracování se odvíjí od stupně projektové dokumentace.

3.1.2 Dokumentace stavebního objektu

Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu se zpracovává po objektech v následujícím členění v přiměřeném rozsahu:

D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu

- D.1.1 Architektonicko-stavební řešení
- D.1.2 Stavebně konstrukční řešení
- D.1.3 Požárně bezpečnostní řešení
- D.1.4. Technika prostředí staveb

3.1.2.1 Architektonicko-stavební řešení

Tato část obsahuje Technickou zprávu, kde se převážně řeší architektonické, výtvarné, materiálové, dispoziční a provozní řešení stavby. Dále pak konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby – tepelná technika, osvětlení, oslunění, akustika (hluk), vibrace – popis jejich řešení a výpis použitých norem. Druhou částí je výkresová část, která obsahuje výkresy stavební jámy, půdorysy základů a jednotlivých podlaží a střech s rozměrovými kótami hlavních dělících konstrukcí, otvorů v obvodových konstrukcích a celkových rozměrů hmoty stavby. Výkresy nesou též informaci s popisem účelu a plošnou výměrou místností, charakteristické řezy se základním konstrukčním řešením a výškovými kótami vztaženými ke stávajícímu terénu. V neposlední řadě jsou součástí pohledy ukazující začlenění stavby do stávající zástavby.

3.1.2.2 Stavebně konstrukční řešení

První částí je opět technická zpráva, v níž se popisuje navržený konstrukční systém stavby, výsledek geologického průzkumu terénu, navržené materiály a hlavní nosné a konstrukční prvky. Dále pak hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení, která se uvažují při návrhu nosné konstrukce, návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí nebo technologických postupů, zajištění stavební jámy, zásady pro provádění bouracích prací, požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí, seznam použitých podkladů. Výkresová část obsahuje výkresy tvarů monolitických železobetonových konstrukcí a výkresy vyztužení jednotlivých částí konstrukce. Nedílnou součástí statiky je také statické posouzení – ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce, posouzení stability konstrukce, stanovení rozměrů hlavních nosných prvků nosné konstrukce včetně jejího založení, dynamický výpočet (v případně dynamického zatížení). Poslední částí je plán kontroly spolehlivosti konstrukcí, který obsahuje způsob kontroly konstrukcí stavby z hlediska jejich budoucího využití.

3.1.2.3 Požárně bezpečnostní řešení

Na začátku je opět technická zpráva, která popisuje výpis použitých podkladů, popis a umístění stavby a jejich objektů, rozdělení do požárních

úseků, posouzení velikosti těchto úseků, výpočet požárního rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti, zhodnocení požární odolnosti, návrh evakuačních cest, určení odstupových vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, možnost zásahu požárních jednotek, způsob zabezpečení stavby požární vodou a jinými hasícími prostředky, návržení požárně bezpečnostních zařízení a umístění výstražných a bezpečnostních tabulek a značek. Výkresová část v podstatě poté převádí veškeré návrhy z technické zprávy do grafické podoby.

3.1.2.4 Technika prostředí staveb

Dokumentace jednotlivých profesí určí zařízení a systémy v technických podrobnostech dokládajících dodržení normových hodnot a právních předpisů. Vymezení materiálové, technické a technologické, dispoziční a provozní vlastnosti zařízení a systémů. Uvede základní kvalitativní a bezpečnostní požadavky na zařízení a systémy.

3.2 Projektová dokumentace generovaná z Revitu

Problémem většiny dnešních BIM softwarů je ten, že nedokážou generovat výkresy do takové podrobnosti a s takovými požadavky, jaké si právě žádá platná vyhláška. V následující části bude ukázka generované projektové dokumentace z jednoduchého modelu rodinného domu vytvořeného v Revitu. Projektová dokumentace by měla jednoznačně znázorňovat, jak se všechny zamýšlené konstrukce mají ve skutečnosti provést. Základní požadavky na PD dle vyhlášky 499/2006 Sb. jsou tyto:

- Projektová dokumentace se zpracovává v podrobnostech umožňujících vypracovat soupis stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr.
- Projektová dokumentace obsahuje též technické charakteristiky, popisy a podmínky provádění stavebních prací.
- Výkresy podrobností (detailů) zobrazují pro dodavatele závazné, nebo tvarově složité konstrukce (prvky), na které klade projektant zvláštní požadavky a které je nutné při provádění stavby respektovat.
- Součástí projektové dokumentace pro provádění stavby není dokumentace pro pomocné práce a konstrukce, výrobně technická dokumentace, dokumentace výrobků dodaných na stavbu, výkresy

prefabrikátů a montážní dokumentace. Pokud je nutno zpracovat některou z těchto dokumentací, jde vždy o součást dodavatelské dokumentace.

3.2.1 Revit model

Pro koncepční účely této práce autor vytvořil jednoduchý model rodinného domu v programu Revit.

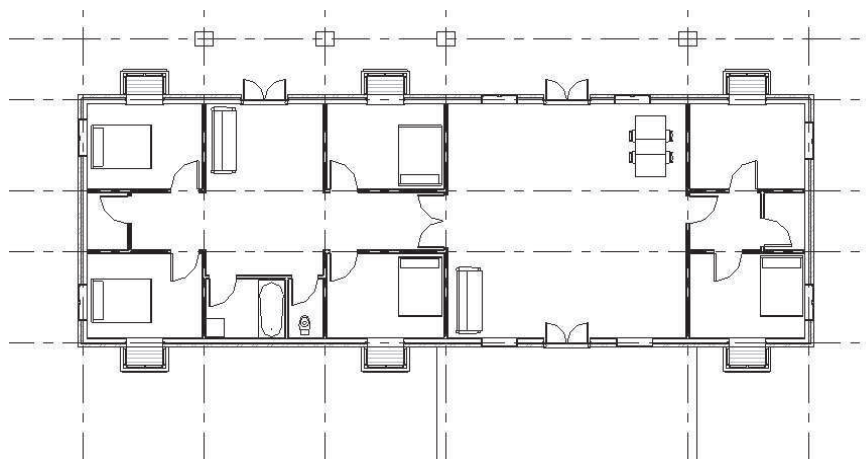


Obrázek 17 – 3D vizualizace objektu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk



Obrázek 18 - 3D vizualizace objektu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Jedná se o jednopodlažní objekt s pěti ložnicemi, pracovním a velkým obývacím pokojem s kuchyňským koutem. Model je vytvořen ve fázi jednoduché studie a obsahuje pouze stavební prvky – obvodové zdivo, vnitřní příčky, výplně otvorů, střechu, základní sanitární a zařizovací předměty.



Obrázek 19 - půdorys 1.NP, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Model bude sloužit hlavně jako ukázka možnosti využití BIM, potažmo 3D modelu na stavbě. Model naopak neobsahuje konstrukční prvky a část TZB vzhledem k časové náročnosti a hlavní autorově odbornosti, kterou je realizace staveb. Avšak v další části práce budou popsány přínosy BIM modelu, jakoby byl kompletní, pouze nebudou doprovázeny ukázkou z tohoto modelu, ale doplněny ilustračními obrázky.

3.3 Výhody PD z Revitu

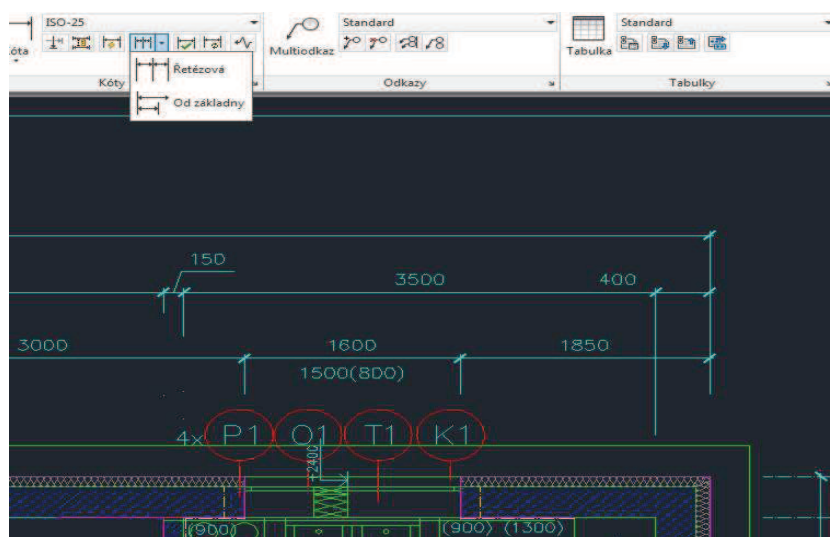
Výkresy generované z tohoto modelu samozřejmě nebudou dosahovat kvality pro finální výkresovou dokumentaci. Zde si ukážeme pár příkladů hlavní výhody proč projektovou dokumentaci tvořit přímo z BIM modelu. Tou výhodou je již několikrát zmiňovaná provázanost parametrického modelu s atributy. Jednoduše řečeno, když změníte či upravíte jakýkoliv prvek, změna se okamžitě promítne do celého modelu. Cílem této kapitoly je naznačit kolik času se dokáže ušetřit tímto typem PD u názorných příkladů.

3.3.1 Kótování

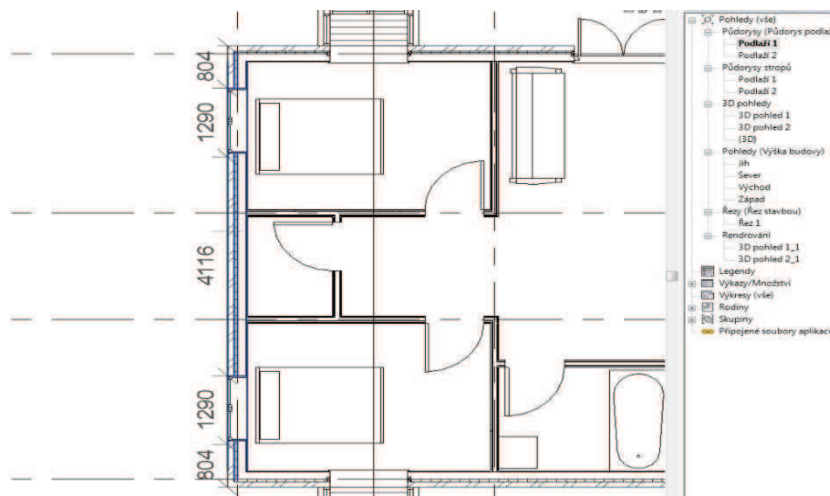
Rozměrově jasně definované prvky a vzdálenosti jsou základním předpokladem pro správné umístění všech stavebních prvků do celkového stavebního objektu. V podstatě se dá říci, že kóty jsou spolu se zobrazením stavebního celku nejdůležitější součástí výkresové dokumentace. Ve výkresech se nacházejí kóty půdorysné určující horizontální rozměry, tak výškové, která nám popisují vertikální umístění. Při kótování v klasické CAD projektování jsou úchytné body vázány na jednotlivé čáry ve výkresech, které sice v celku mohou

vizuálně tvořit určitý stavební objekt (např. stěnu), ale samotný soubor „neví“ že se jedná o daný objekt. Tento styl kótování s sebou přináší dvě hlavní nevýhody.

První z nich je nutnost postupného kótování. Existuje zde jistá poloautomatická (tzv. kóta řetězová), kdy je možná možnost zapnout hromadné kótování, při kterém se následující kóta bude vázat na konce předchozí kóty. I přes tuto vlastnost je tento styl kótování velice časově náročný. V Revitu můžete naopak okótovat například celou stěnu jedním kliknutím. Je ale pravdou, že v Revitu se primárně nekótují správně otvory. Tento problém dokáže vyřešit utilita Revit Tools.



Obrázek 20 - AutoCAD: ukázka kótování, zdroj: autor s využitím prostředí AutoCAD 2012 od společnosti Autodesk



Obrázek 21 - Revit: ukázka kótování, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Tato nevýhoda není až tolik důležitá. Naproti tomu druhá z nevýhod je velmi zásadní, co se týče časové náročnosti a jako sekundární důsledek i správnosti výkresu. I při drobné změně určitého prvku nebo změně dispozice, je potřeba již okótované výkresy uzpůsobit aktuálnímu stavu, což přináší přepsání kót ve všech výkresech, kde se daný prvek vyskytuje. A mnohokrát se stane, že se třeba na jeden výkres zapomene a už může vzniknout problém, při následné koordinaci na stavbě.

V BIM softwaru (v tomto případě v Revitu) se automaticky upraví veškeré kótované prvky dle aktuální skutečnosti. Co přináší jistotu ve správnosti modelu a výkresů z něj generovaných a taky časovou úsporu při úpravách všech problematických výkresů.

3.3.2 Výměry

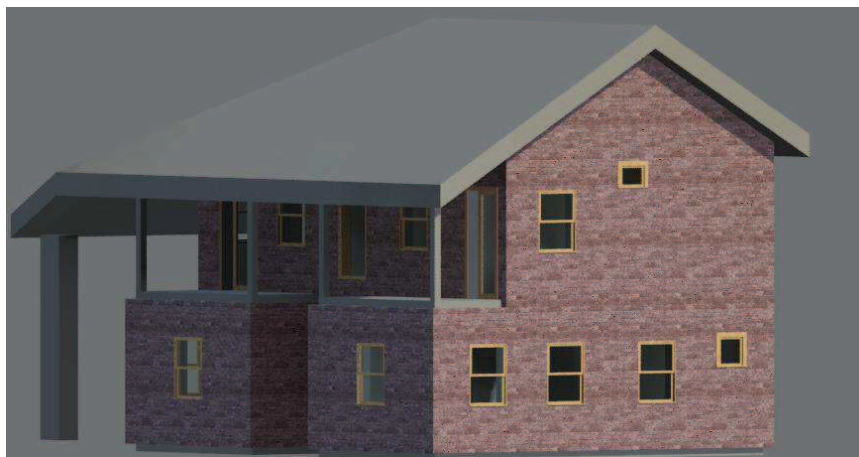
Kvalitně provedený model přináší jednu z mnoha velkých výhod, a to je generování výkazu výměr. Při klasickém projektování se musí veškerý materiál počítat ručně měření z výkresů. Výjimku může tvořit například poloautomatické počítání zdiva případně ploch odečtem z polyline v AutoCADu. Většinou ale počítání výkazu výměr funguje způsobem následujícím. Přípravář nebo rozpočtář má před sebou výkres (ať už v tištěné nebo digitálně podobě) a postupně si zaškrťává prvky, které již započítal a tyto jednotlivé hodnoty dále sčítá v příslušné položce v rozpočtovém programu, u které má nastavenou jednotkovou cenu. A na takto vytvořené rozpočty se poté tvoří výběrové řízení.

Na základě autory zkušenosti z nejen posledně realizované stavby bytového domu se dá tvrdit, že tento způsob práce bývá často ne zcela přesný.

Při realizaci se potom postupně (například podle podlaží) objednává materiál z propočtů přípraváře a kolikrát se stane, že je ho zbytečně nadbytek nebo v horším případě nedostatek, a to poté opět zdrží celý proces výstavby.

Naopak generování výkazu materiálů z BIM modelu s sebou přináší řadu výhod od relativně přesného součtu, až po různé třídění a kategorizaci daného materiálu v závislosti, co je na stavbě zrovna potřeba.

Pro ilustraci bude ukázán typický příklad na výkazu výplně otvorů konkrétně oken. Pro tuto ukázkou autor zvolil model dvoupodlažního objektu právě z důvodu možnosti třídit materiál po patrech.



Obrázek 22 - vizualizace dvoupodlažního objektu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Na následujících obrázcích bude ukázáno, jak rychle a snadno se dá generovat výkaz oken. Na prvním obrázku bude výpis jednotlivých oken s rozdělením pouze na patra. Každé okno má individuální označení, které jednoznačně definuje jeho místo v modelu (viz obrázek 20). V tabulce jsou uvedené parametry, které je možno si individuálně navolit v závislosti na daném prvku. V tomto případě se jedná o typ, rozměry prvku, výšku osazení, označení a v případě potřeby i cenu. Zde je zajímavé sdělit, že i při změně v takto generované tabulce, se veškeré změny projeví i v grafickém znázornění modelu.

<Výkaz oken>						
A	B	C	D	E	F	G
Název sestavy	Typ	Výška	Šířka	Výška nadpraží	Označení	Cena
Podlaží 1						
0610 x 0610 mm						
	0610 x 0610 m	610	610	2210	13	
0915 x 1220 mm						
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	7	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	8	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	9	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	10	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	11	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	12	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	14	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	15	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	16	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	17	
Podlaží 2						
0610 x 0457 mm						
	0610 x 0457 m	457	610	2616	24	
0915 x 1220 mm						
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	18	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	19	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	20	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	21	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	22	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	23	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	27	
	0915 x 1220 m	1220	915	2135	29	
0915 x 1830 mm						
	0915 x 1830 m	1830	915	2135	25	
	0915 x 1830 m	1830	915	2135	26	

Obrázek 23 - výpis jednotlivých oken, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Na druhém obrázku budou vypsána stejná okna. Rozdíl bude pouze ve způsobu zobrazení. Na rozdíl od prvního obrázku, zde budou vypsány pouze jednotlivé typy oken, ale bude u nich přidán celkový součet.

<Výkaz oken>				
A	B	C	D	E
Název sestavy	Typ	Výška	Šířka	Výška nadpraží
Podlaží 1				
0610 x 0610 mm				
1	0610 x 0610 m	610	610	2210
0915 x 1220 mm				
10	0915 x 1220 m	1220	915	2135
Podlaží 2				
0610 x 0457 mm				
1	0610 x 0457 m	457	610	2616
0915 x 1220 mm				
8	0915 x 1220 m	1220	915	2135
0915 x 1830 mm				
2	0915 x 1830 m	1830	915	2135

Obrázek 24 - výpis součtu oken, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

3.3.3 Profesionální koordinace

Již několikrát zmiňovaná důležitá součinnost profesních částí se v projektové dokumentaci nejvíce využije při tzv. *clash detection* – *detekce kolizí*. Nástroj, při kterém se zkoumají různé kolize stavebních konstrukcí. Nemusí se samozřejmě jednat jen o technologická zařízení. Clash detection se může samozřejmě uplatnit například i při kolizích nosných konstrukcí.

V tomto bodě se ale zaměříme na kolizi potrubního vedení. Virtuální model nám například umožňuje kontrolovat zachování minimální podchodné výšky v celém stavebním objektu. Je třeba věnovat pozornost kritickým místům, kde se kříží nebo kudy vede mnoho různých médií. Jako ukázkou si můžeme uvést vedení potrubí v suterénních patrech objektu.



Obrázek 25 - ukáзка potrubního vedení v bytovém domě, zdroj: autor

Na obrázku je vidět a je i logické, že potrubí nemůže jít celou dobu souběžně a v určitých místech se musí křížit, například v závislosti na prostupech do objektu od inženýrských přípojek. A v této chvíli se může v projektové části uplatnit BIM model, kdy je vše zatím vedeno virtuálním modelem objektu, a proto se může veškeré vedení vymodelovat takovým způsobem, aby při samotné realizaci probíhala výstavba plynule.

3.4 Požadavky na PD z hlediska BIM

Aby se dal plně využít potenciál myšlenky BIM, je potřeba vytvořit kvalitní model podle určitých kritérií a požadavků. Neméně důležitým předpokladem pro využívání BIM modelu je tvorba nebo spíše generování projektové dokumentace z tohoto modelu. V následujících podkapitolách budou uvedeny požadavky na model respektive projektovou dokumentaci, které je dle autora názoru splnit a dodržet, aby se podle nich mohlo stavební dílo provést (téměř) bezchybně a bez zbytečných dodatečných nákladů pro různé opravy a neshody.

Tyto požadavky budou převážně vycházet z osobních zkušeností autora, se kterými se setkal přímo v praxi při realizaci projektu bytového domu. Pro názvy kapitol autor využil rozdělení požadavků podle ing. Miroslava Vyčítala ze společnosti Skanska. (35)

3.4.1 Obecné požadavky

Hlavním předpokladem pro správnou tvorbu PD je ten, že virtuální model stavby odpovídá budoucímu skutečnému stavu stavebního objektu. To znamená, že je modelován do LOD (Level of detail) v takové míře, že se podle něj dá bezproblémově vše zrealizovat. Jednotlivé stavební prvky modelu jsou navrženy dle skutečnosti a jejich tvar, rozměr a umístění v modelu odpovídá realitě.

Existuje jeden hlavní BIM model, do kterého se budou zavádět všechny změny a revize. Nastavení způsobu reportování, že došlo k revizi nebo, že se na daném modelu právě pracuje, už je interní záležitost projekční kanceláře. Pro stavební firmu je důležité, aby měla k dispozici vždy aktuální a jediný správný model a z něj případně generovanou projektovou dokumentaci.

Předpokládá se, že na projektu tedy i na modelu budou pracovat různé odborné projekce z hlediska profesního zaměření dané části projektu. Skutečnost je nyní taková, že hlavní inženýr projektu (HIP) vyprojektuje konstrukční část a dále ji předává profesním specialistům, kteří do projektu docela nezávisle zavádějí potrubní vedení a koncové prvky dle svého zaměření. Tato myšlenka je dle autora správná a může se aplikovat i na BIM modelování.

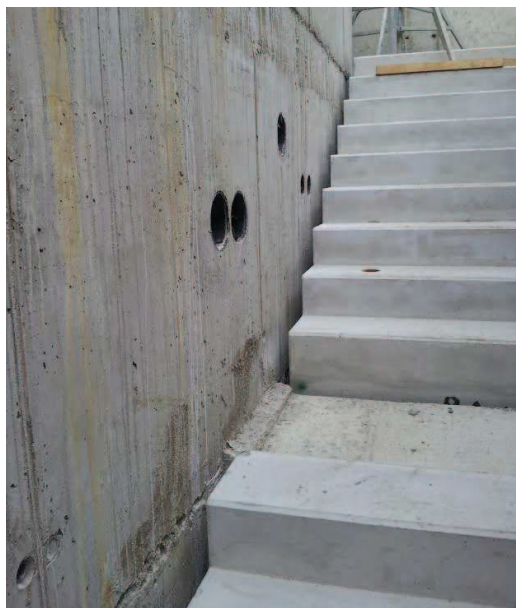
Tedy, že projektant vytvoří základní model, který obsahuje konstrukční části stavby. A tento ničím dalším nezatížený model předává jednotlivým profesím.

Po vyprojektování všech těchto profesí se jednotlivé části prolnou a nahrají do původního modelu, který tedy již obsahuje veškeré profese. A zde poté nastává nesmírně důležitá část a práce pro HIP a jeden z potenciálů BIM modelu, čímž je detekce kolizí a správnost vedení jednotlivých potrubí.

Při dnešním (v České republice) stylu projektování, kdy je většina PD vedena ve dvojrozměrném světě a oblíbenou hláškou na stavbě mezi lidmi „papír snese vše“, se mnohokrát stane, že se na plno chyb přijde až při (v horším případě až po) realizaci dané části stavební konstrukce. A jejich následné opravy stojí čas a v návaznosti na něj i peníze. A jelikož jsou peníze „až na prvním místě“ jsou tyto jevy krajně nežádoucí.

„Zhotovitel je povinen upozornit objednatele bez zbytečného odkladu na nevhodnou povahu věcí převzatých od objednatele nebo pokynů daných mu objednatelem k provedení díla, jestliže zhotovitel mohl tuto nevhodnost zjistit při vynaložení odborné péče.“ (36)

Čehož projektanti v posledních letech rádi a v hojné míře využívají formou poznámky v PD typu „v případě zjištěných vad v PD je zhotovitel povinen bezprostředně upozornit projektanta na tyto vady.“ (36) a zbavují se částečně sami odpovědnosti a přenášejí ji na zhotovitele stavby. Vzhledem k charakteru 2D projektové dokumentace není možné přijít na všechny neshody a vady, které PD obsahuje. Do jaké míry se ale projektanti snaží tyto vady odstranit, než doplní onu polehčující poznámku o povinnosti upozornit už je věc jiná a nepřísluší ji tady dále řešit. A taktéž není v silách zhotovitele stavby na tuto vady přijít leckdy dřív, než po realizaci tohoto kritického místa. Jako příklad uvádím následující obrázek.



Obrázek 26 - Nesprávné umístění otvorů,
zdroj: autor

V tomto případě, ačkoliv prostupy výškově umístěny dle platné PD, se až po osazení schodiště zjistilo, že všech pět prostupů se mělo nacházet asi o metr níže. Jednalo se o dva prostupy pro vodu, dva prostupy pro splaškovou kanalizaci a jeden prostup pro vzduchotechniku, které měly vést do technické místnosti pod schodištěm.

A v tomto autor vidí nesmírnou schopnost a potencial BIM modelu podobným chybám a neshodám předcházet. Možnost se pohybovat virtuální stavbou a zaměřit se na odhalování případných nejrůznějších kolizí potrubního vedení a jejich odstraněním je v konečném důsledku snahou a cílem všech zúčastněných stran stavebního procesu. Teoreticky by se tímto způsobem dalo eliminovat veškerá riziková místa. Teorie a praxe se kolikrát docela rozcházejí a autor se domnívá, že dostatečným úspěchem, aspoň pro začátek, bude schopnost se vyvarovat chybám podobným jako na obrázku 14 již ve fázi projekce, tedy dřív, než finální podobu projektu dostane zhotovitel.

Čili pokud HIP při procházení aktualizovaného modelu zjistí nebo mu systém zahlásí jistou chybu, může se obrátit s danou verzí modelu na projektanty profesí, kterých se tato chyba týká, s žádostí o úpravu kritického místa. Závěrem této kapitoly se tedy dá říci, že BIM model chybovost zcela neeliminuje, ale může výrazně pomoci ke snížení výskytu chyb v projektu. Hlavní důvod, proč odstranění chyb není zatím stoprocentní, je lidský faktor v podobě procházení výkresů a vždy může dojít k přehlídnutí jistých drobností.

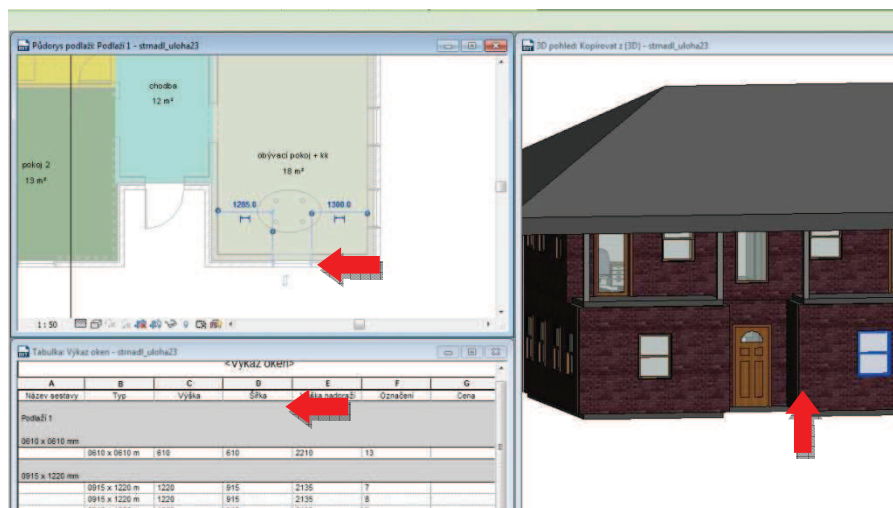
Potom se z takto upraveného modelu se dále bude generovat výkresová dokumentace. Čímž je zaručena vzájemně si odpovídající přesnost různých výkresů.

Ohledně formátů softwarových výstupů projekční kanceláře vůči zhotoviteli, tak se doporučuje univerzální formát IFC 2x3 (*Industry Foundation Classes - IFC2x Edition 3*)

Co se týče procesu kontroly modelu, tak by se mělo jednat o iterační přístup ve smyslu takovém, že HIP odevzdá hotový model zhotoviteli. Ten si jej vlastními odborníky překontroluje. A v případě objevených chyb sepíše seznam a spolu s model vrátí projekční firmě, která chyby opraví. Tento postup by se měl opakovat do doby, než bude model zástupcem zhotovitele schválen a přijat. Tímto se samozřejmě neeliminují veškeré chyby v projektu, jak bylo naznačeno výše. Tento postup by měl vést k výsledku, že na samotně stavbě vznikne minimum chyb a proces realizace stavebního objektu by tak neměl být zbytečně zdržován a výstavba zbytečně prodražována.

3.4.2 Konstrukční požadavky

Při navrhování konstrukční části by měli všechny stavební prvky obsahovat atributy a parametry, které vyžaduje investor projektu. Jedná se například o koeficient prostupu tepla konstrukcí, informace o povrchových úpravách prvků. Z jednotlivých prvků jako jsou výplně otvorů se z modelu může implicitně generovat jejich tabulka, to znamená, že je parametricky provázaná s modelem a například při změně počtu oken případně změně jednoho typu okna na druhý se změny okamžitě promítnou jak v modelu, tak i ve výkazové tabulce. V dnešní době to většina softwarů již automaticky zvládá a považuje za základní funkci. Pro ilustraci bude na následujícím obrázku ukázka této provázanosti z programu Revit.



Obrázek 27 - Revit: ukázka provázanosti prvků, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

Z modelu se budou moci generovat výkazy materiálů. To znamená dát si pozor na překrývání (tzv. dublování) konstrukcí, které by dále zkreslovaly výkazy výměr. U materiálů, u kterých se počítá se ztratným (například obklady, dlažby, podlahy, cihly) zohlednit a započítat procentuálně toto ztratné do celkové bilance výkazu výměr.

V tomto bodě je ovšem potřeba upozornit na jistou nesjednocenost mezi projektanty (BIM modelu) a rozpočtáři. Rozpočtáři při počítání ručních výkazů výměr vycházejí z projektové dokumentace (půdorysy, řezy, pohledy, technická zpráva). Ale při tvorbě generovaných výkazů z BIM modelu v některých položkách dochází k rozporu mezi těmito dvěma způsoby.

Jako příklad může být uvedeno počítání otvorů při malbách. Při klasickém počítání se otvory ve stěnách do maleb nezapočítávají a plocha se bere, jakoby byla bez otvorů. Jenže například Revit je nastaven tak, že při součtu ploch otvory započítává, čímž vzniká jistá materiálová nadspotřeba. A právě u všech podobných neshod je dopředu potřeba definovat, jak se s nimi bude dále pracovat a počítat. Druhá možnost před podobnými neshodami je možná změna v chápání počítání od rozpočtářů, případně přidání možnosti jiného nastavení v modelovacím softwaru.

Důležité každopádně je, aby byl jednoznačně nastaven stejný přístup k oběma druhům počítání převážně z důvodu vzájemné kontroly.

Může se samozřejmě stát, že případná chyba mezi výsledky nemusí být pouze chybou lidskou. I samotný modelovací software v sobě může mít definovaný algoritmus, který daný materiál počítá chybně. A právě z toho důvodu je potřeba mít nastaven stejný přístup k počítání, jenž je důležité průběžně kontrolovat. Hlavně při implementaci BIM do nové společnosti. Velmi by pomohlo, kdyby se podařilo rozklíčovat postup, jak software dané výkazy přesně počítá. Stačilo by, aby se k výsledné hodnotě zobrazil algoritmus, jakým software na výkaz přišel. Z těchto hodnot a informací by se následně daly sjednotit postupy při počítání výkazu výměr jak manuálně, tak i počítačově a v konečném důsledku by se snížila chybovost a mohly se obě varianty počítání uvažovat jako rovnoměrně a srovnatelné.

<Výkaz materiálu pro stěny>				
A	B	C	D	E
Materiál: Název	Materiál: Plocha	Materiál: Objem	Rodina	Typ
Betónové Tvárnice CW 102-50-140p				
Betónové Tvárnice	187.272 m ²	26.099 m ³	Základní stěna	CW 102-50-14
Interiér, tvárniceové zdvo 100				
Betónové Tvárnice	53.798 m ²	5.380 m ³	Základní stěna	Interiér, tvárnice
Interiér, tvárniceové zdvo 190				
Betónové Tvárnice	54.632 m ²	10.380 m ³	Základní stěna	Interiér, tvárnice

<Výkaz materiálu pro podlahy>					
A	B	C	D	E	F
Rodina	Objem	Plocha	Podlaží	Typ	Materiál: Název
Podlaha	11.33 m ²	76 m ²	Podlaží 1	Obecné 150 mm	Výchozí podlaží
Podlaha	11.33 m ²	76 m ²	Podlaží 1	Obecné 150 mm	Koberec
Podlaha	10.42 m ²	69 m ²	Podlaží 2	Obecné 150 mm	Výchozí podlaží
Podlaha	10.42 m ²	69 m ²	Podlaží 2	Obecné 150 mm	Dřevěné palubky

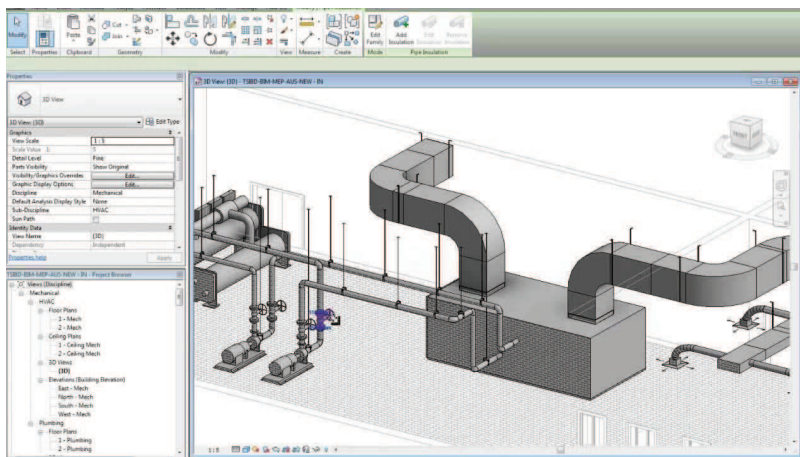
Obrázek 28 - Revit: ukázka výkazu materiálu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk

3.4.3 TZB požadavky

Požadavky na jednotlivé prvky a vedení technického zařízení budovy se budou lišit v závislosti na velikosti a složitosti dané profese. Důležité je, aby nedocházelo při postupném nahrávání jednotlivých částí do modelu ke kolizím různých potrubních vedení a byly zachovány minimální rozměry na různé zákonné požadavky typu minimální podchodná a průchozí výška, minimální rozměr chodby a tak dále.

3.4.3.1 VZT

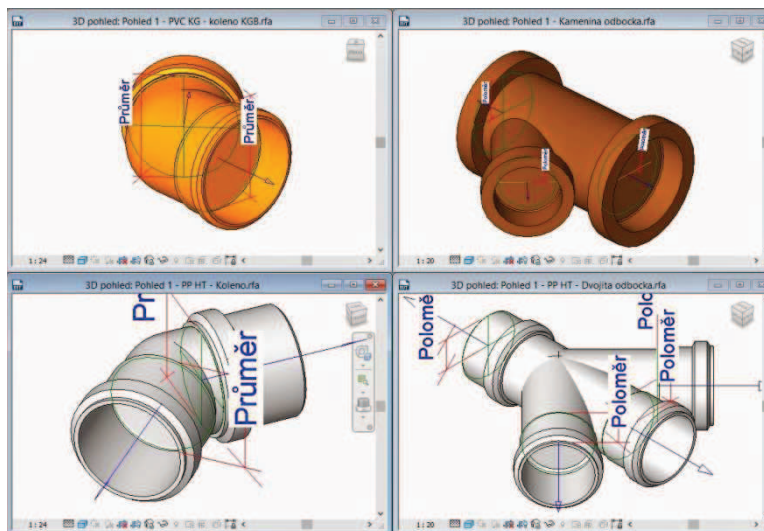
Pro vzduchotechniku bude model obsahovat veškeré rozvody VZT. Dále model bude obsahovat veškeré armatury na potrubí včetně jeho polohopisného umístění dle skutečnosti. Koncové prvky budou odpovídat tvarem a velikostí skutečnosti.



Obrázek 29 - Revit: ukázka vedení VZT, zdroj: (32)

3.4.3.2 ZTI

Pro zdravotně technické instalace platí podobné požadavky a nároky jako pro profesi VZT. Veškerá potrubní vedení budou modelována dle budoucího umístění v projektu. Model bude obsahovat veškeré armatury ventily, čerpadla, redukce, čistící kusy atd. Do projektu budou dále zapracovány veškeré koncové prvky.

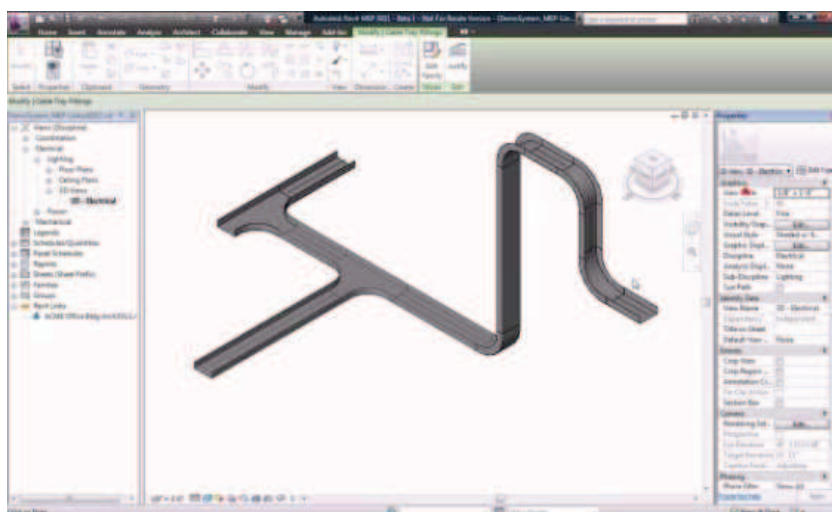


Ukázka různých typů armatur pro kanalizace, které mají definovány různé materiály. Zde jsou to výrobky z kameniny, KG a HT

Obrázek 30 - Revit: ukázka armatury pro kanalizaci, zdroj: (44)

3.4.3.3 SIL/SLA

Modelace jednotlivých vedení kabelových rozvodů je velmi detailní a pracně náročná. V modelu by tedy bylo ideální mít zakreslený trasy rozvodů, jež vedou po povrchu konstrukce. V dnešní době je velmi časté, že ve výkresech silnoprůdu kolikrát ani trasy vedení kabelů při trubkování nejsou a je vždy na zhotoviteli, kudy trasy potažmo husí krky skrz stěnu případně strop povede. Důležité je mít hlavně zakresleny koncové prvky jako vypínače a zásuvky.



Obrázek 31 - Axonometrické zobrazení vedení lávek pro elektrické kabely, zdroj: (33)

Projektová dokumentace vytvořená v BIM musí splňovat veškeré náležitosti platné legislativy a daný stavební projekt je možné podle ní plnohodnotně a jednoznačně realizovat.

3.4.4 Shrnutí

Projektová dokumentace generovaná z BIM modelu, může do značné míry ušetřit spoustu času jak při samotném projektování, tak i následně při fázi realizační. Ovšem pro kvalitní PD je potřeba nastavit jednoznačná pravidla, která budou jasně definovat, co má být náplní dané projektové dokumentace. Jedná se jak o obecné požadavky modelu, tak i následně samotné dokumentace s ohledem na požadavky konstrukční, statické a řemeslné.

4 BIM na stavbě

Jedním z cílů této práce je stanovit dopady BIM pro zhotovitele při realizaci stavebního objektu. Tedy jaké výhody a nevýhody přináší užívání informačního modelu budovy lidem, kteří se pohybují přímo na stavbě v roli stavbyvedoucích, stavebních techniků a například koordinátorům BOZP.

4.1 Předpoklady pro BIM na stavbě

Aby se s plnohodnotným modelem mohlo na stavbě přímo pracovat a maximálně využívat jeho potenciál je zapotřebí splnit a dodržet jisté zásady a předpoklady. Dva nejdůležitější z nich budou uvedeny následné kapitole.

4.1.1 Hardwarové a softwarové nástroje pro BIM

Vůbec základní podmínkou pro užití BIM modelu při realizaci je mít možnost vůbec model kde a v čem otevřít. Řeč je o hardwarových a softwarových nástrojích.

4.1.1.1 Software

Pro otevření souboru mohou sloužit programy vyjmenované v kapitole *Moderní technologie a nástroje pro BIM*. Ne každý software se ale hodí na vše. Například pro procházení virtuálního modelu a možnou detekcí kolizí (viz dále) se hodí například program Navisworks od společnosti Autodesk. Naopak při nutnosti nahlížet přímo do modelu nebo výkresové dokumentace je vhodné využívat program, ve kterém byl daný model vytvořen. V situaci, kdy je model ve formátu IFC je samozřejmě možné použít jakýkoliv jiný program, který s IFC dokáže pracovat.

4.1.1.2 Hardware

Dnes již se zcela běžné, že se na stavbách vyskytuje výpočetní technika. Stavbyvedoucí i další technicko-hospodářští pracovníci mají ve své kanceláři (buňce) například stolní počítač nebo notebook. Používají jej k prohlížení výkresů, objednávce materiálu, vedení elektronické pošty nebo sdílení potřebných dat.

K výše vyjmenovanému se nyní přidává možnost pracovat také s informačním modelem. V návaznosti na BIM projektování je potřeba posunout

tuto hranice minimálně ještě o stupeň výše. Je vhodné, aby měl pracovník možnost dle aktuální potřeby možnost pracovat a prohlížet si virtuální model stavby nejen v kanceláři, ale také přímo na stavbě – v aktuálním stavebním procesu a mohl náležitě koordinovat práce anebo ihned ve stavebních výkresech najít, co v danou chvíli potřebuje. Samozřejmě se nepředpokládá a nepočítá, že daný model bude upravovat. Když pracovník objeví jistou nejasnost nebo dokonce chybu, měl by postupovat podle dříve uvedeného postupu při zapracování změny do modelu, aby se minimalizovalo riziko, že budou existovat dva modely, které se vzájemně liší. Pro práci s modelem přímo na stavbě se ideálně hodí tablet.



Obrázek 32 - užití tabletu na stavbě, zdroj: (34)

Například na výše doloženém obrázku je možno vidět, jak si pracovník prohlíží v levé části virtuální model a v pravé má obrázkovou podobu výplní otvorů. Poté stačí je na okno v seznamu kliknout a ihned se v modelu ukáží, kam přesně přijde namontovat.

4.1.2 Kvalifikace pracovníků

K úspěšné implementaci BIM na stavbu je potřeba krom technických nástrojů také odborné znalosti pracovníků. Jedině tak je možno naplno využít potencial BIM. Není nezbytně nutné, aby technici na stavbě dopodrobna znali a uměli tvořit samotný model. Ale aby byli znalí ve věcech, které jsou potřeba při samotné realizaci stavby. To je hlavně výše zmiňované prohlížení modelů. K seznámení s určitým programem, jeho prostředím a funkcí je vhodné absolvovat jistá školení, kde se pracovníci s programem seznámí a naučí se

základům, které dále prohlubují jak na následujících školeních, tak i v samotné praxi.

4.2 Výhody BIM na stavbě

Následující body přinesou popis hlavních přínosů při používání informačního modelu budovy na stavbě. Jedná se o shrnutí a doplnění bodů, o kterých se psalo a bylo pojednáváno v předchozích částech práce. Výhody vycházejí především z autorovy osobní zkušenosti ze stavební praxe.

4.2.1 Jednotná projektová dokumentace

Nejednou se stává, že si stejná místa v projektové dokumentaci v různých jejích částech přesně neodpovídají. Jako typický příklad můžou být uvedeny stavební otvory. Jak jejich samotné rozměry, tak i polohopisné umístění v objektu. Například si neodpovídají prostupy stropní konstrukcí. Může se například jednat o nesoulad výkresu tvaru a koordinačního výkresu prostupů. Nesoulad nemusí být nikterak zásadní metrický rozdíl, ale při navrhnutém prostorovém vedení potrubí a rozměrech šachet (které se navrhují co nejmenší), kde se počítá na centimetry, může nesprávné umístění prostupu konstrukcí znamenat značný problém, který v konečném důsledku bude znamenat zdržení a prodražení stavby.

A přesně těmto a jimi podobným problémům předchází jednotná projektová dokumentace, která zajišťuje, že při nahlédnutí do kterékoliv části PD, bude obsahovat stejné údaje, v tomto případě rozměry a umístění daných prvků.

4.2.2 3D model

Nebo by se dalo lépe naspát třetí rozměr. Občas by byla potřeba nebo minimálně by pomohlo mít možnost představit si určitou část dvourozměrného výkresu prostorově. Už jen třeba pro ujištění správného pochopení a čtení z výkresu. Nebo u kritických míst, kde například vede mnoho potrubního vedení, se ujistit jak je dané místo vlastně navrženo a vyvarovat se případné opravě.

Disponovat samotným objektem nebo jeho částí (i když jen v podobě virtuálního modelu) dříve než je daná konstrukce vůbec provedena, přináší obrovskou možnost kontroly správnosti prováděných prací.

4.2.3 Kontrola materiálu

Možnost objednávat a kontrolovat objednávaný materiál přímo na stavbě podle výkazu výměr není dnes již nic neobvyklého. Z tabulky generované například z rozpočtářského programu se dá vyčíst mnoho, co se týče spotřeby materiálu.

BIM model v tomto ohledu přináší daleko širší možnosti, co se týče kontroly a spotřeby materiálu. Jako příklad může být uvedena stavba, která má velmi omezeny prostory pro skladování naváženého materiálu. V takovém případě je velmi důležité pečlivé plánování navážky materiálu. Pokud je kvalitně zpracován časový plán výstavby, tak se poté velmi snadno dokáže materiál objednávat. Odpovědný technik si z harmonogramu vyčte, která část stavby je následně v plánu realizace, tuto část si najde a následně označí v BIM modelu a může si ihned zobrazit kolik jakého materiálu je potřeba a podle toho provést objednávku. Tím je zaručeno, že se na stavbě nebude zbytečně skladovat materiál, který není možno aktuálně spotřebovat.

4.2.4 Časové plánování

Pokud je v návaznosti na BIM model vypracován kvalitní harmonogram postupu návaznosti prací (předpokládá se, že obsahuje vazby) dá se s postupnou realizací efektivně pracovat. Nejen co se týče objednávky materiálu, jak bylo psáno v předchozí podkapitole, ale také například úpravou časového plánu dle aktuálně skutečného stavu stavby.

4.2.5 Prostorové plánování

Jak bylo zmíněno dříve, každý prvek má své jednoznačné umístění v projektu a nezáleží, v kterém pohledu se označí a bude se s ním případně pracovat. Jakákoli úprava v jednom pohledu se okamžitě projeví ve všech dalších. Stále se totiž upravuje jeden a ten samý prvek, jen je zobrazen více způsoby. V návaznosti na tuto skutečnost by se dalo využít identifikování prvků

dovezených na stavbu, například prefamonolitické balkóny, okna, dveře a plno dalších.

Myšlenka je taková, že by každý prvek byl opatřen jedinečným kódem (například QR kódy¹), které by mohly být nápomocny ke zjednodušení, zpřesnění a omezení chybovosti při montáži stavebních prvků. V praxi by tento postup mohl za podmínky, že stavební technici mají vhodnou formu modelu na svém mobilním zařízení vypadat následovně:

1. Prvek se doveze na stavbu.
2. Poté je prvek načten stavebním technikem.
3. Načtením se potvrdí příjem prvku na stavbu.
4. Na obrazovce se zobrazí, do jaké části objektu daný prvek náleží.
5. Po osazení prvku stavební technik potvrdí jeho uložení.
6. Tento prvek se v tabulce prvků označí jako již namontovaný.

Tímto způsobem se může kontrolovat veškerý materiál, který se do stavebního objektu doveze a nainstaluje.

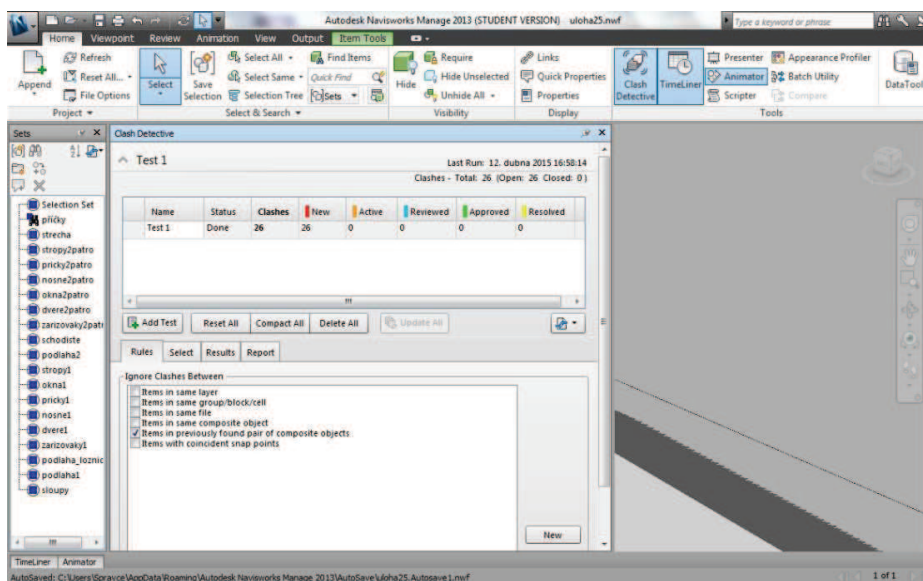
4.2.6 Detekce kolizí

V dnešní době asi nejvíce využívaný nástroj BIM na stavbě je detekce kolizí. Možnost procházet model a hledat místa, která nebyla odhalena při projektu, přináší jistou šanci nalézt tyto problémy ještě před jejich realizací. Nemusí se nutně jednat o kolize, ale například o problematická místa z hlediska složitosti a náročnosti instalací a na takto dopředu odhalené možné kolize se soustředit a provádět je se zvýšenou obezřetností.

Jak bylo zmíněno již několikrát, jeden z možných nástrojů pro detekci kolizí je Navisworks od společnosti Autodesk. V tomto nástroji se nachází přímo funkce hledání kolizí (*clash detective*), která se snaží sama nalézt takto postižená místa.

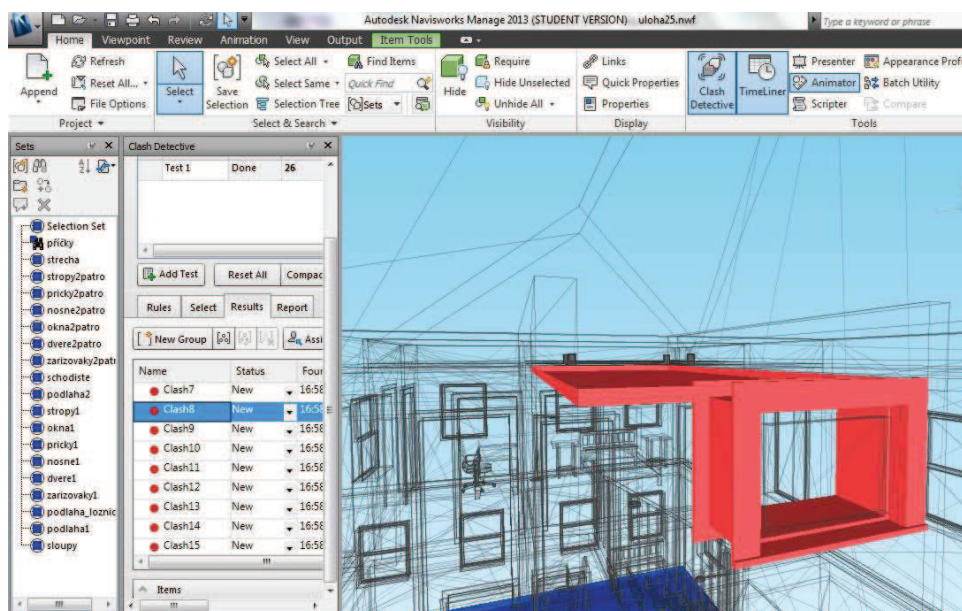
¹ QR kódy pochází z anglického „*quick response*“, což v doslovném překladu znamená „rychlá odpověď“. A to tato odpověď opravdu je. V praxi stačí vyfotit QR kód na mobilní telefon skrze nainstalovanou aplikaci QR čtečka. Ta rozšifruje znaky kódu a přeloží je na žádané informace jako například text, vizitku, či rozsáhlý internetový odkaz (39)

V této funkci má uživatel možnost nastavit si jistá pravidla, která mají být v testu kolizí zohledněna.



Obrázek 33 - nastavení pravidel pro detekci kolizí, zdroj: autor s využitím prostředí Autodesk Navisworks manage 2013 od společnosti Autodesk

Následně je poté možné spustit samotný test, po kterém se uživateli ukáže seznam daných kolizí. A při prohlížení jednotlivých kolizí se v náhledu zobrazuje místo, kde se daná kolize nachází.

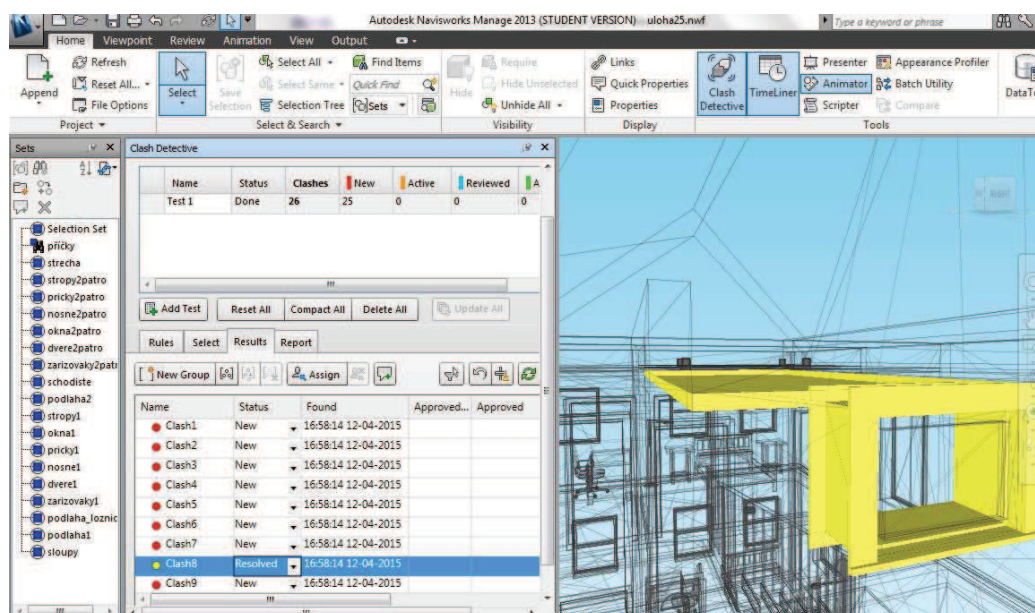


Obrázek 34 - detekovaná kolize podhled/okno, zdroj: autor s využitím prostředí Autodesk Navisworks manage 2013 od společnosti Autodesk

V kolizi vyobrazené na obrázku je vidět, že program detekoval kolizní místo v prostoru návaznosti podhledu stropu a rámu okna. Což je samozřejmě špatně. Toto místo by třeba nemuselo být vůbec odhaleno, kdyby byla

projektová dokumentace vytvořena klasickým čárovým projektováním a daný problém by se mohlo přijít až při samotné realizaci, což by konkrétně v tomto případě znamenalo docela komplikaci pro stavbu, která by opět v konečném důsledku stála čas a finance. Vzhledem k běžně očekávanému postupu prací, by se okno muselo demontovat, otvor by se musel zazdíť nebo vybetonovat (v závislosti na typu okolní konstrukce) a nakonec vytvořit otvor nový. Buďto vyřezáním do zdiva nebo jádrovým vrtáním do železobetonové konstrukce. A nakonec by se okno znovu osadilo.

Každá nalezená potencionální kolize nese jistý status v závislosti na jejím aktuálním stavu. Při nalezení kolize ji program automaticky přidělí status „nová“. Tento status poté uživatel může upravovat podle aktuálního stavu daného problému. Můžou být navoleny statusy: „nová“, „aktivní“, „zkontrolovaná“, „schválena“ nebo „vyřešená“.



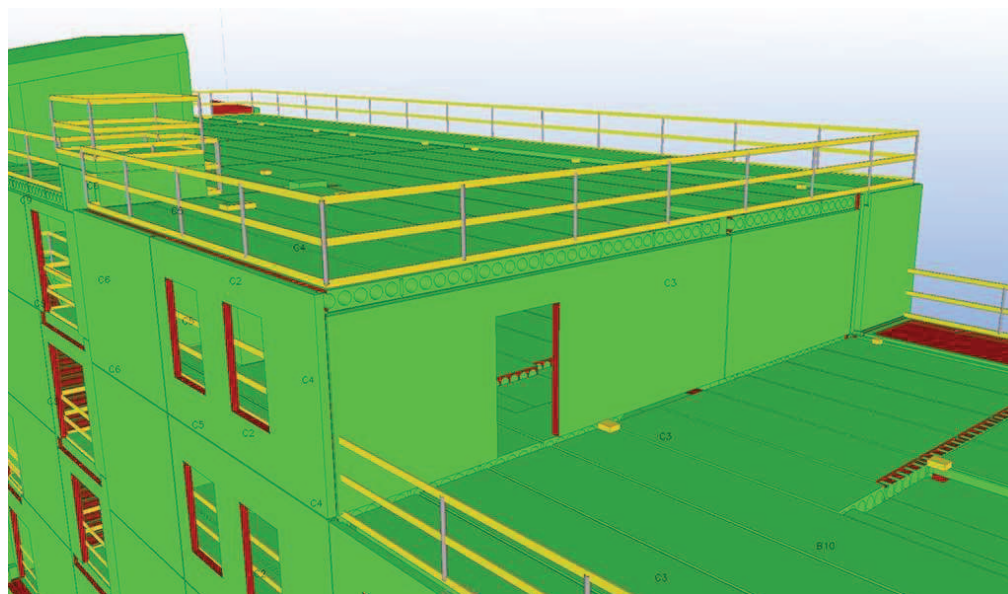
Obrázek 35 - ukázka vyřešené kolize, zdroj: autor s využitím prostředí Autodesk Navisworks manage 2013 od společnosti Autodesk

Zde je ukázka vyřešené kolize. Takto označená kolize se v náhledu vizuálně odliší v barvě, která přísluší, v tomto případě, statusu „vyřešeno“.

Schopnost detekce kolizí je jednou z hlavních výhod pro užívání BIM na stavbě. Základní předpoklad je dobře provedený model stavebního objektu a jistá znalost uživatelská znalost potřebného programu u pracovníků, kteří se na stavbě vyskytují a mají za úkol právě detekci kolizí.

4.2.7 BOZP

Provádění stavebního díla je potřeba provádět jednak pečlivě a kvalitně, ale i bezpečně s ohledem na dodržování zásad BOZP – bezpečnost a ochrana zdraví při práci. I tomuto požadavku může být BIM pomocníkem. V rámci plánu BOZP mohou být navržena různá bezpečnostní opatření v návaznosti na aktuální postup prací dle časového plánu. Například návrh kolektivní ochrany při práci ve výškách nebo na hraně pádu.



Obrázek 36 - ukázka kolektivní ochrany, zdroj: (35)

Na obrázku je zobrazeno trojúrovňové zábradlí. V dolní části by mělo mít okopové prkno v šířce minimálně patnáct centimetrů a výška horní hrany zábradlí musí být minimálně 0,9 metrů na úrovni podlahy v závislosti na výškovém rozdílu.

Dle uvedeného schématu by byla možnost vykázat například potřebu prknem a zábradelních sloupků, které budou potřeba pro jeho samotnou realizaci.

4.2.8 BIM koordinátor

Mezi jeho hlavní zodpovědnosti patří správa 3D modelu a jeho maximální využití pro stavbu v určených oblastech, dále komunikace

s projektanty a celkové zlepšování a využívání potenciálu BIM z hlediska zhotovitele. (29)

Funkce BIM koordinátora může na stavbu realizovanou dle projektové dokumentace v BIM přinést jistý pořádek a organizaci v rozdělování úkolů, hledání chyb a pomoci ostatním technikům, jež se technologií BIM setkávají třeba poprvé. BIM koordinátor by měl být nezbytnou a plnohodnotnou částí stavebního týmu obzvláště při zavádění BIM do stavební praxe.

4.2.9 BIM manažer

BIM manažer řídí procesy a postupy pro výměnu informací o projektech, pomáhá při přípravě projektu. Dohlíží nad aktuálností BIM modelu. Zajišťuje potřebný software a jeho platné a funkční licence ve firmě, stará se o informovanost techniků na stavbě ohledně změn v projektu, zajišťuje odborná školení. Je zodpovědný za dodržování platných BIM standardů a jejich implementaci do výroby. Sepisuje firemní manuály pro práci s BIM.

BIM koordinátor by měl zvládnout zastupovat i funkci BIM manažera, avšak BIM manažer většinou není kvalifikován na výkon funkce BIM koordinátora, protože je u ní vyžadována větší odborná znalost problematiky stavebnictví. (37)

4.2.10 Shrnutí

Existují možnosti, jak by se dal BIM využít přímo při realizaci stavby. Důležité ovšem je mít na stavbě kvalifikované pracovníky a také technické vybavení pro práci s BIM modelem. Při splnění těchto dvou podmínek může potom sloužit BIM model například k časovému plánování, kontrole materiálu, detekci kolizí, ale třeba i k pomoci zajištění dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

5 Dotazník

V rámci průzkumu povědomí o BIM ve stavebnictví byl autorem vytvořen jednoduchý dotazník o deseti otázkách. Dotazník je určen hlavně pro zaměstnance pracující přímo na stavbě. Cílovou skupinou respondentů byli lidé z různě velkých stavebních firem, které se zabývají pozemním stavitelstvím. Vyhodnocení dotazníku by mělo přinést představu o tom, jak moc je pojem BIM rozšířen přímo mezi technicko hospodářské pracovníky na stavbě. Dotazník byl položen padesáti osobám.

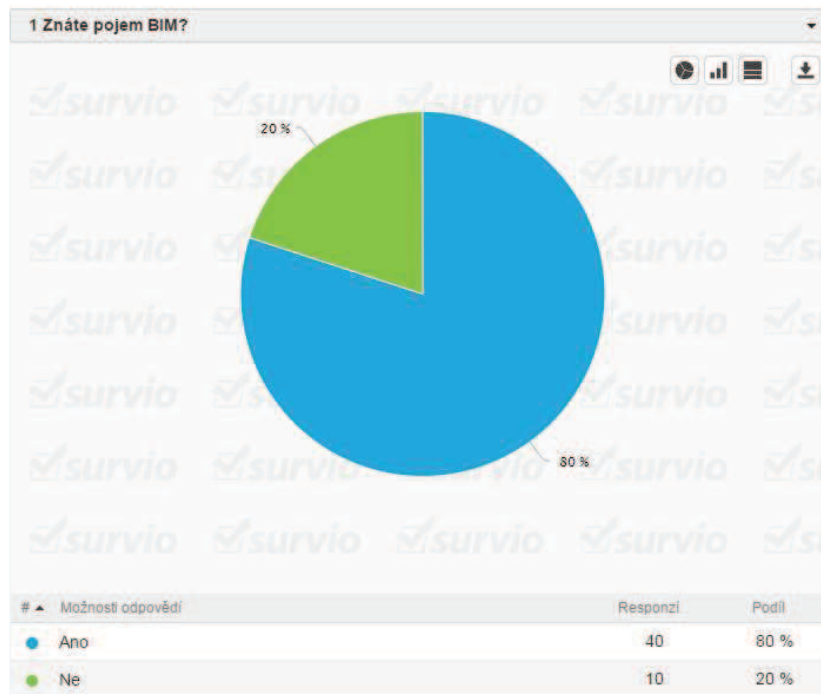
5.1 Otázky a vyhodnocení

Otázky byly voleny s ohledem a cílem získat přehled, jakým způsobem a jestli vůbec je BIM vnímán lidmi, kteří se pohybují přímo při realizaci stavby.

Otázky a nabízené možnosti byly následující:

1. Znáte pojem BIM?

- a. *Ano*
- b. *Ne*

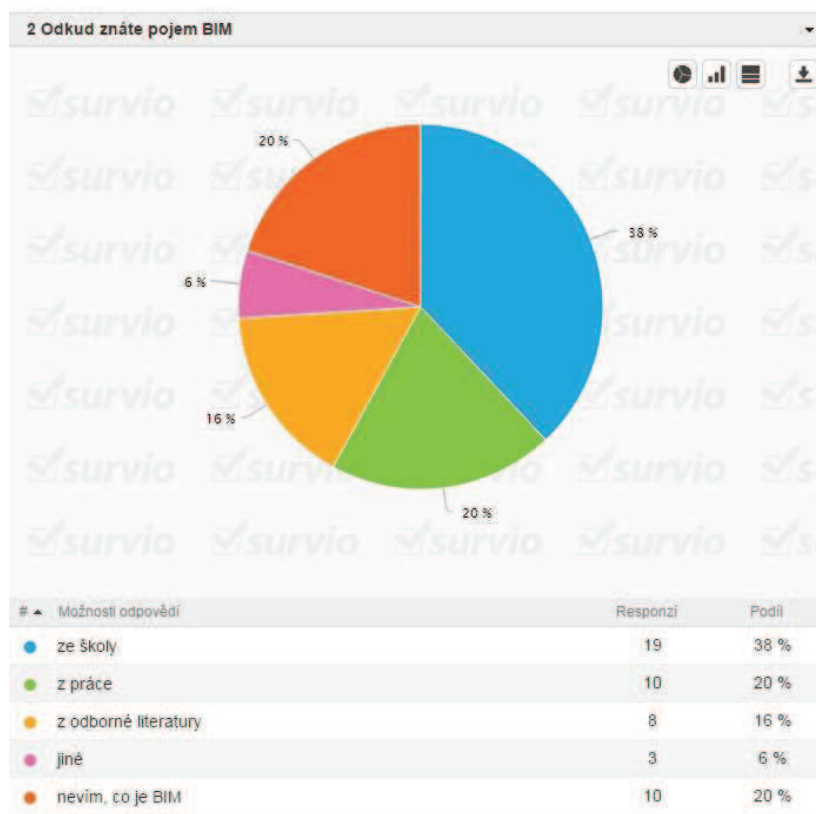


Obrázek 37 - graf 1, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Cílem úvodní otázky bylo zjistit, zda daný respondent pojem BIM vůbec zná. Z grafu lze vyčíst, že 80% dotázaných, pojem BIM již někdy zaslechla. Dá se tedy předpokládat, že tento výraz je lidem ze stavební praxe většinou obecně znám.

2. Odkud znáte pojem BIM?

- a. Ze školy
- b. Z práce
- c. Z odborné literatury
- d. Jiné
- e. Nevím, co je BIM



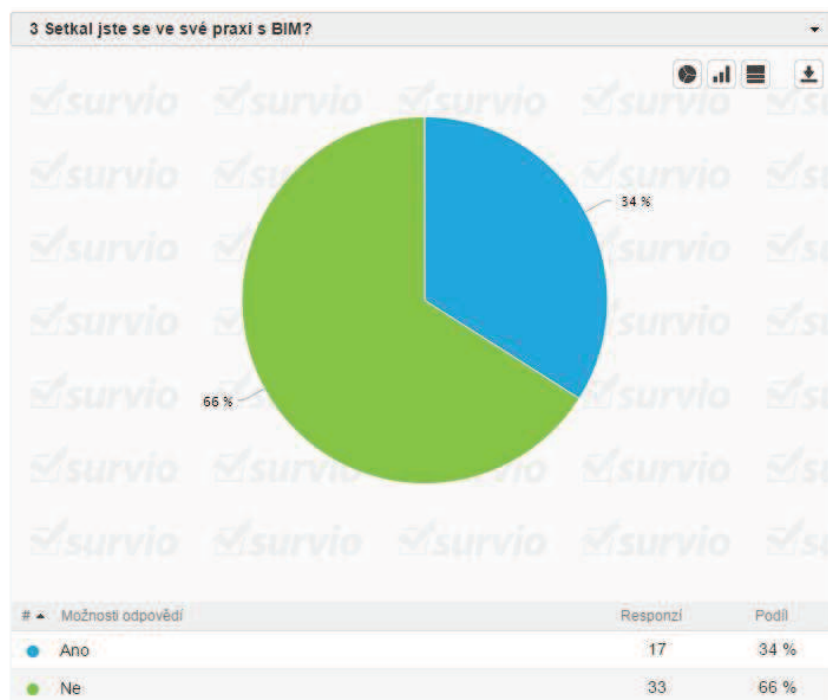
Obrázek 38 - graf 2, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Zde respondenti uváděli, kde se s pojmem BIM setkali nebo odkud jej znají. Největší podíl v zastoupení odpovědí má možnost ze školy, což se dá přisuzovat tomu, že BIM je v České republice vcelku nový pojem, který v praxi není zcela běžný, ale na akademické půdě dostává stále větší prostor. Druhou nejčastější odpovědí bylo z práce. To by mohlo znamenat, že i některé firmy se

postupně snaží seznamovat své zaměstnance s touto problematikou. Odpověď *odborná literatura* může značit, že se lidé v rámci sebevzdělávání dozvěděli o BIM vlastní cestou.

3. Setkal jste se ve své praxi s BIM?

- a. *Ano*
- b. *Ne*

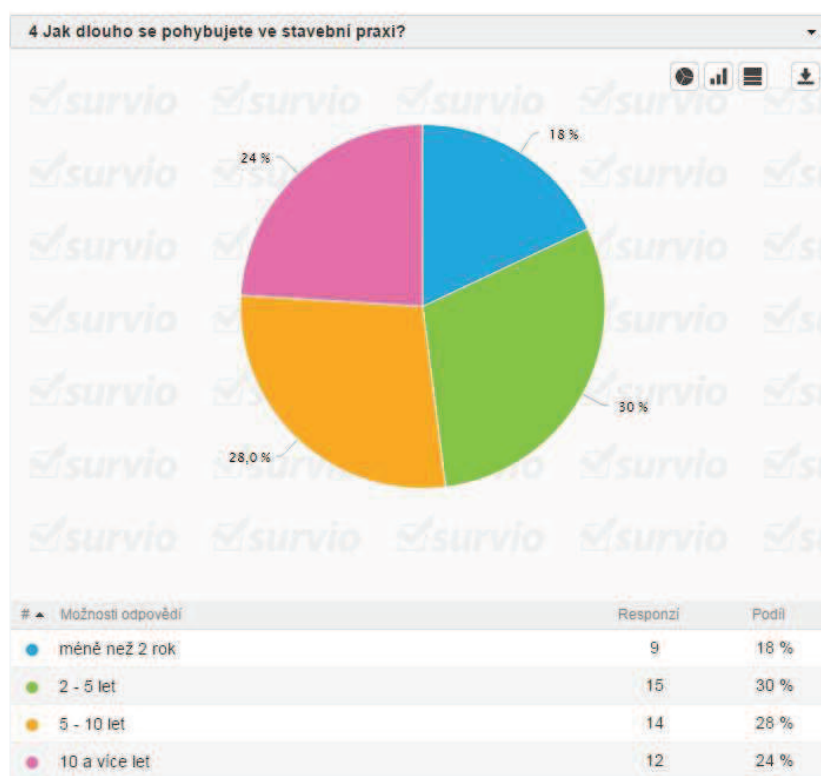


Obrázek 39 - graf 3, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Tato velmi jednoduchá otázka měla za cíl zjistit, zda se respondenti sami setkali při své práci s metodikou BIM. Na rozdíl od první otázky, zda je lidem BIM znám, jsou zde výsledky téměř opačné. Dvě třetiny dotázaných se s BIM ve svém pracovním životě dosud neseťkalo.

4. Jak dlouho pracujete ve stavební praxi?

- a. Méně než 2 roky
- b. 2 – 5 let
- c. 5 – 10 let
- d. 10 a více let

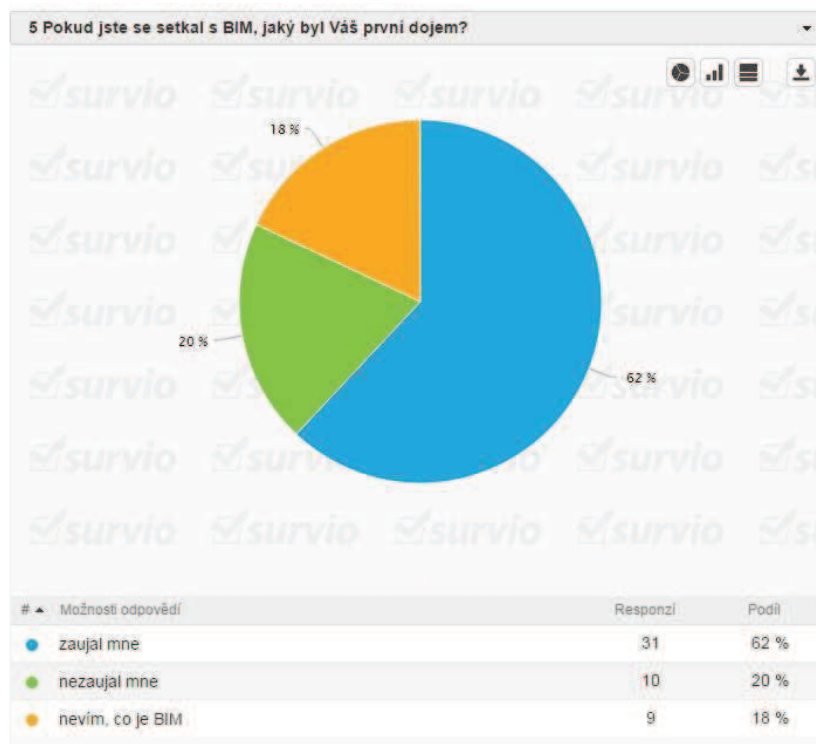


Obrázek 40 - graf 4, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Tato otázka měla za úkol prozkoumat, zda byl poměr dotázaných vzhledem k délce jejich práce rovnoměrný. Z grafu lze vyčíst, že respondenti byli lidé jak maximálně dva roky po škole, tak i lidé, kteří se ve stavební praxi pohybují více než 10 let.

5. Pokud jste se setkal s BIM, jaký byl Váš první dojem?

- a. Zaujal mě
- b. Nezaujal mě
- c. Nevím, co je BIM

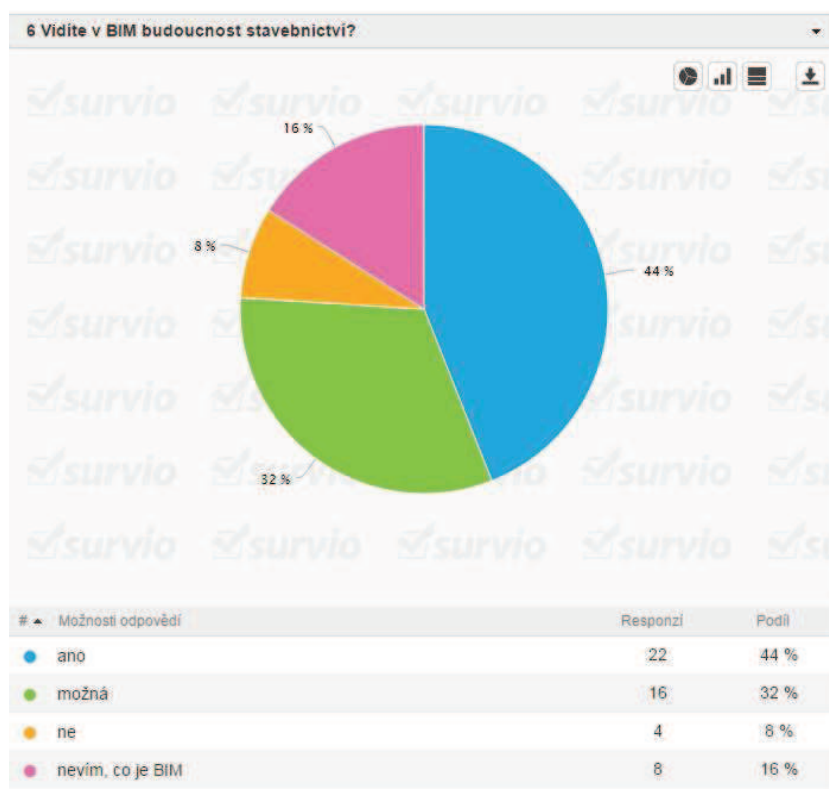


Obrázek 41 - graf 5, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

V páté otázce se autor dotazoval na první dojem z metodiky BIM. Skoro dvě třetiny dotázaných se vyjádřilo kladně, že je BIM zaujal. Zajímavý postřeh je ovšem ten, že na rozdíl od první otázky, zda dotázaní znají pojem BIM, je v této otázce o jednu odpověď méně u možnosti *nevím, co je BIM*. Tento fakt si autor vysvětluje tím, že si během vyplňování dotazníku jeden respondent dohledal, co BIM vlastně je, nebo se při označování odpovědi přepsal.

6. Vidíte v BIM budoucnost ve stavebnictví?

- a. *Ano*
- b. *Možná*
- c. *Ne*
- d. *Nevím, co je BIM*

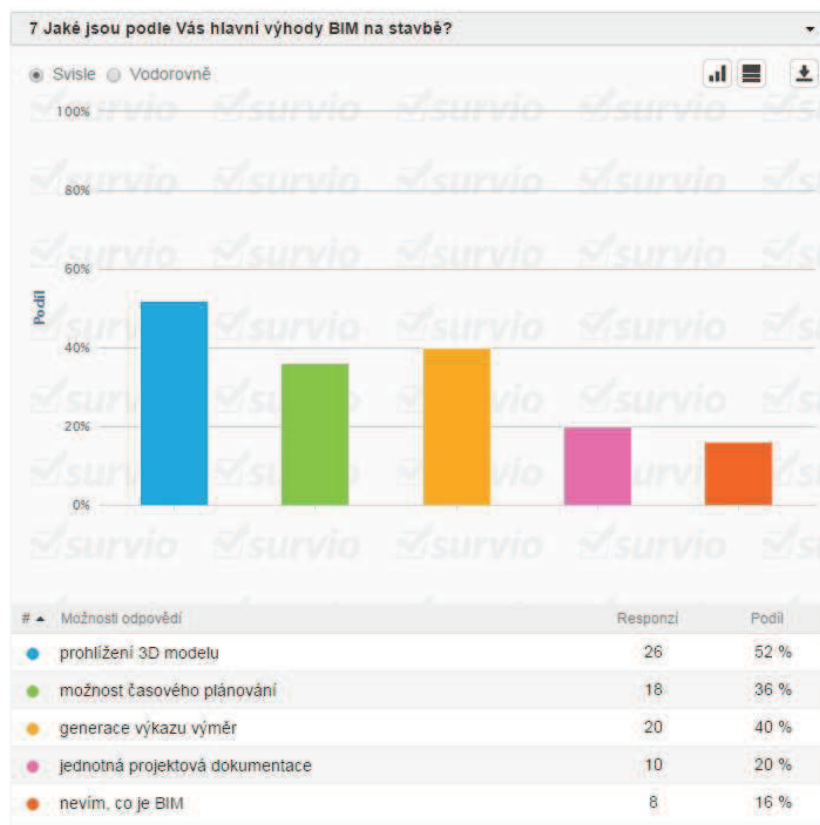


Obrázek 42 - graf 6, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Zde respondenti odpovídali, zda si na základě toho, co o BIM ví, dovedou představit jeho uplatnění ve stavebnictví v budoucnu. Téměř 75% se k možnosti uplatnění staví pozitivně, že si BIM ve stavebnictví představit dokážou nebo alespoň možná dokážou představit. Myšlení dotázaných je v tomto směru tedy převážně pozitivní a nakloněno myšlenice uplatnění BIM ve stavebnictví.

7. Jaké jsou podle Vás hlavní výhody BIM na stavbě?

- a. *Prohlížení 3D modelu*
- b. *Možnost časového plánování*
- c. *Generování výkazu výměr*
- d. *Jednotná projektová dokumentace*
- e. *Nevím, co je BIM*

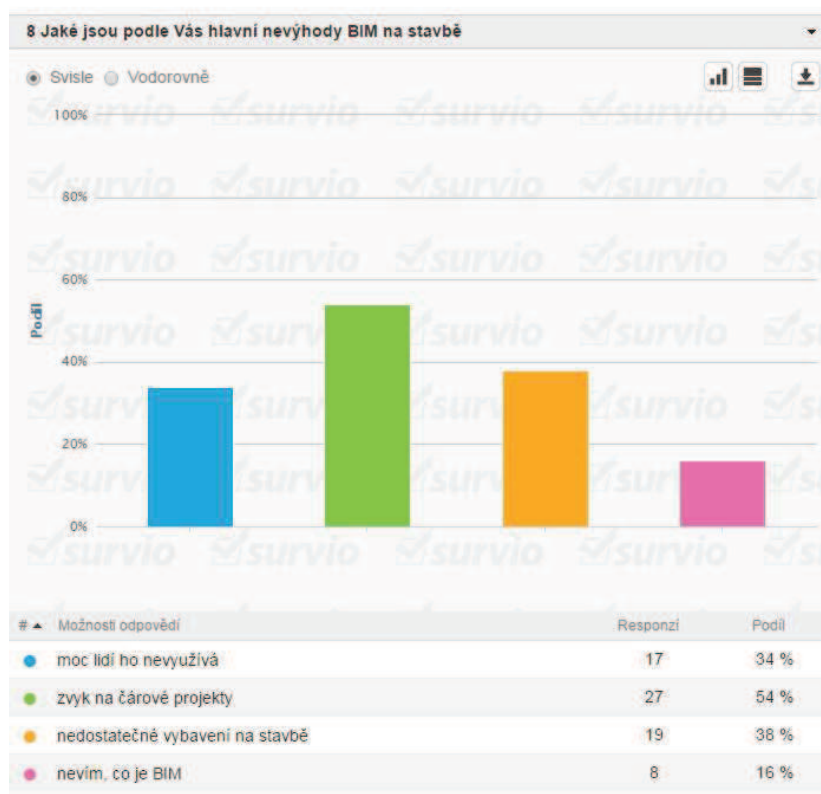


Obrázek 43 - graf 7, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

V této otázce respondenti odpovídali na to, jaké vidí hlavní výhody v metodice BIM. Na rozdíl od předešlých otázek, zde mohli označit i více než jednu z nabízených odpovědí. Nejčastěji byla označena možnost *prohlížení 3D modelu* a dále skoro ve stejném počtu možnosti *generace výkazu výměr* a *možnost časového plánování*. Rozdělení těchto možností se samozřejmě odvíjí od toho, co lidé o BIM vlastně ví a jestli znají všechny jeho možnosti uplatnění. Zajímavý je opět fakt, že se o jednu odpověď zmenšila možnost *nevím, co je BIM*. Zde autor již usuzuje, že si někteří respondenti v průběhu dotazníku dohledali, co vlastně BIM znamená.

8. Jaké jsou podle Vás hlavní nevýhody BIM na stavbě?

- Moc lidí ho nevyužívá
- Zvyk na čárové projekty
- Nedostatečné vybavení na stavbě
- Nevím, co je BIM

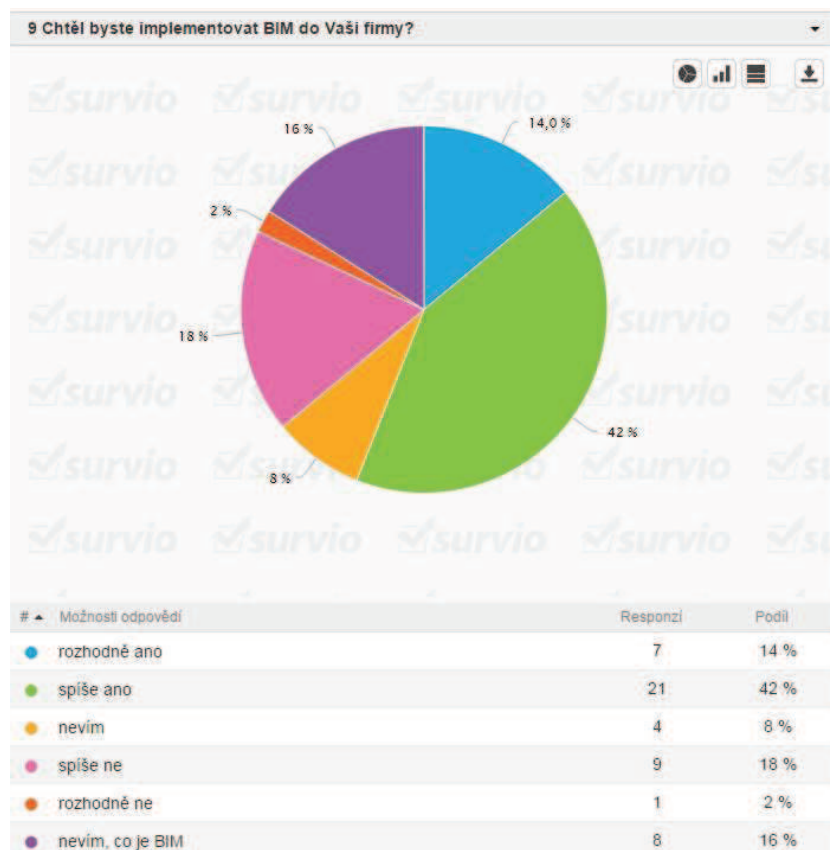


Obrázek 44 - graf 8, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Po odpovědích na dotaz ohledně výhod, následovala otázka na označení hlavních nevýhod, které podle dotázaných BIM přináší. Zde se potvrdil předpoklad z kapitoly *Nevýhody BIM*, a to že jsou lidé zvyklí na čárové projekty respektive 2D dokumentaci. Zde je důležité doplnit, že i z BIM modelu se dá generovat 2D projektová dokumentace a navíc jako výhoda je možnost nahlížet při nesrozumitelnosti výkresu do 3D modelu. Další dvě nabízené nevýhody dostaly přibližně stejný počet označení.

9. Chtěl byste implementovat BIM do Vaší firmy?

- a. *Rozhodně ano*
- b. *Spíše ano*
- c. *Nevím*
- d. *Spíše ne*
- e. *Rozhodně ne*
- f. *Nevím, co je BIM*

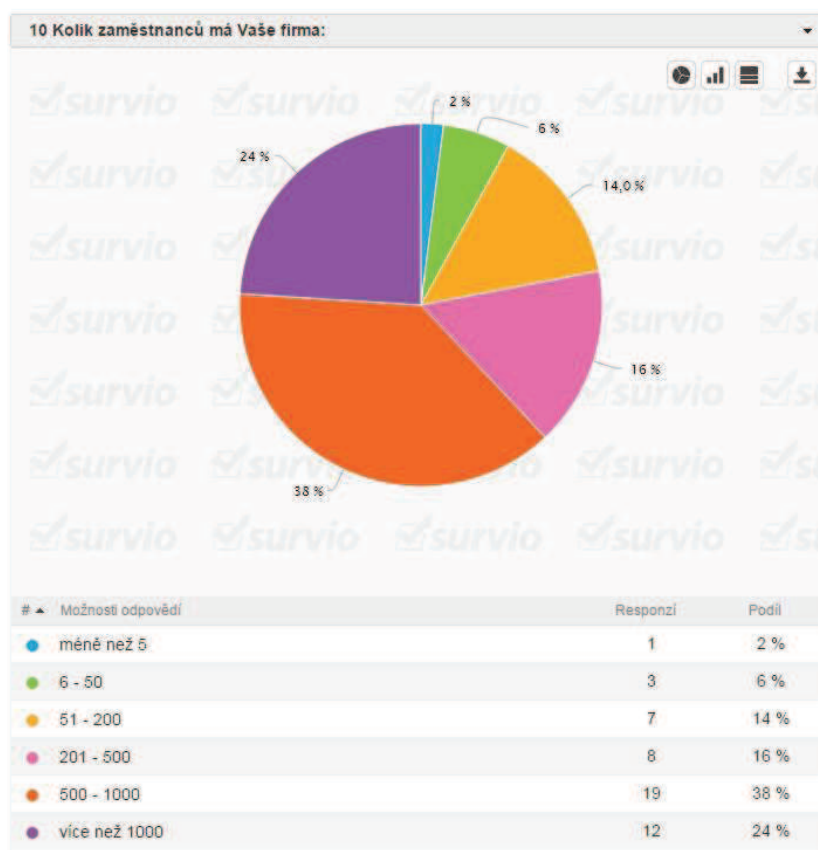


Obrázek 45 - graf 9, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Na otázku, zda by lidé chtěli zavést metodiku BIM i do jejich firmy většina odpověděla, že ano, což souvisí s předchozí otázkou, zda respondenti vidí BIM jakou součást budoucnosti ve stavebnictví. Ovšem taky skoro pětina odpovědí se k zavádění BIM do firmy stavěla negativně.

10. Kolik zaměstnanců má Vaše firma?

- a. Méně než 5
- b. 6 – 50
- c. 51 – 200
- d. 201 – 500
- e. 501 – 1000
- f. Více než 1000



Obrázek 46 - graf 10, zdroj: autor s využitím prostředí Survio

Poslední otázka měla za úkol zjistit, v jak velikých stavebních firmách pracovali dotázaní. Skoro čtyři pětiny dotázaných pracuje ve velkých firmách, které mají více než 200 zaměstnanců. Bylo by zajímavé položit stejný dotazník například jen lidem, kteří pracují ve firmách, které mají maximálně 50 zaměstnanců a tyto výsledky obou dotazníků porovnat.

5.2 Shrnutí výsledků

Z uvedených výsledků lze vyčíst plno zajímavých údajů. Například, že pojem BIM je mezi lidmi ze stavební praxe velmi rozšířen, 80 % dotázaných o BIM již někdy slyšelo. Třetina dotázaných se s tímto pojmem setkala poprvé ve škole, z čehož se dá předpokládat, že tito lidé byli, vzhledem k relativně novému přístupu, po ukončení studia pár let. Zajímavé ovšem je, že ačkoliv BIM zná osm z deseti dotázaných, pouze třetina z nich se s BIM setkala i ve stavební praxi. Což, dle autorova mínění, názorně ukazuje, že BIM kolem nás všude je, jen pouze jeho implementace přímo na stavbu zatím neprobíhá ideálně. Dvě třetiny dotázaných potom hodnotí první dojem z BIM jako kladný a většina jej vidí jako možnou budoucí vizi ve stavebním průmyslu. Z nabízených výhod a nevýhod žádná dle odpovědí výrazně nepřevyšovala nebo neměla zásadní nedostatek odpovědí. Každý respondent si našel sobě vlastní výhodu či nevýhodu. Více než polovina by pak ráda zavedla BIM i do firmy, kde momentálně působí.

6 Závěr

Jak bylo zmíněno v kapitole *Nevýhody BIM*, každá mince má dvě strany. Jen čas a ochota lidí adaptovat tuto metodu i v České republice nám ukáže, na kterou stranu mince v hodnotě BIM nakonec dopadne. Je možné vidět, že v jiných částech světa BIM funguje na vysoké úrovni, a že v nemalém počtu států je BIM legislativně vyžadován, zejména při veřejných zakázkách a správě státního majetku. Zavádění BIM je postupný proces. Při jeho implementaci do realizační fáze by se měly úvodní projekty realizovat souběžně dle klasického projektování a zároveň by měl být k dispozici BIM projekt, který je dle možností a požadavků dílčím způsobem využíván. Tímto způsobem se nejlépe dokážou výhody BIM, ale také se odhalí jeho nedostatky, které by se do dalších fází mohly odstranit případně eliminovat. Pojem BIM je v České republice lidem ze stavební praxe znám. A někteří z nich v BIM i pracují. Jedná se ale hlavně o architekty a projektanty. Tomu aby byl BIM zaveden i do realizace stavebních projektů by výrazně pomohly legislativní požadavky. Stát jakožto největší investor ve stavebnictví (38) by mohl požadovat veřejné zakázky v BIM. Tomuto požadavku by se časem přizpůsobili i soukromí investoři. BIM je pravděpodobně budoucnost stavebnictví a je jen otázkou času, kdy se stavění v BIM v České republice promění v přítomnost.

V této práci jsou vypsány požadavky, jaké by měla obsahovat projektová dokumentace, která je generována z BIM modelu a dala se podle ní konkrétně a jasně stavět. Jsou zde taky uvedeny výhody a nevýhody, které BIM při zavádění do stavebního průmyslu přináší. Tyto výhody a nevýhody jsou popsány hlavně z pohledu zhotovitele.

V závěrečné části je uveden dotazník, který zkoumá, jak lidé z praxe, konkrétně z realizace, vnímají a jaký mají postoj k technologii BIM, a taky zda si myslí, že je BIM ve stavebnictví krok kupředu, který dokáže práci ulehčit a zpřesnit.

6.1 Diskuze

6.1.1 Hodnocení

BIM je velmi obsáhlé téma a je velmi složité jeho celou problematiku shrnout do jednoho odborného textu. Tato závěrečná práce se věnuje problematice BIM hlavně z pohledu zhotovitele stavby. Autor se v práci zaměřil na celkový pohled a možnost přístupu k BIM s přínosem převážně pro samotnou fázi výstavby projektu. Práce je pojata jako aplikace zejména na pozemní stavby a tomu také odpovídají doprovodné obrázky.

6.1.2 Možnost návaznosti

Na práci lze navázat se zaměřením na samotné projekty menšího rozsahu v BIM a uvést na konkrétních příkladech jeho potenciál využití. Případně si z práce vybrat část výhody BIM na stavbě a aplikovat je na konkrétní reálné projekty a přímo porovnat jejich přínosy a slabiny s klasickým čárovým přístupem.

6.1.3 Využití v praxi

Tato práce může například sloužit při počátečním rozhodování realizačních firem jako argument nechat si vypracovat projekt a následně realizovat s pomocí technologie BIM. Také investoři mohou najít v práci argumenty, proč využívat BIM při svých developerských projektech v konečném dopadu na jejich časové a finanční úspory z důvodu jednotné a vzájemně koordinační projektové dokumentace a její chápání z pohledu dodavatele stavby. Práce může sloužit i jako vzdělávací pomůcka při seznamování se s problematikou BIM.

6.2 Vyhodnocení cílů diplomové práce

V této podkapitole budou uvedeny počáteční cíle, které si autor stanovil a zhodnocení jejich splnění.

- **Cíl 1 - Stanovit přínosy BIM z hlediska zhotovitele**

Tento cíl byl splněn v kapitole 4.2. *Výhody BIM na stavbě*, kde jsou popsány výhody užívání BIM na stavbě z pohledu zhotovitele, a to zejména jednotná projektová dokumentace, možnost kontroly materiálu, časové plánování průběhu výstavby, odhalit detekci kolizí nebo například dohlížet na bezpečnost při práci.

- **Cíl 2 - Shrnout, jaké by měly být požadavky na projektovou dokumentaci z hlediska BIM**

Tento cíl byl splněn v kapitole 3.4. *Požadavky na projektovou dokumentaci z hlediska BIM*, ve které je popsáno, co by měla obsahovat projektová dokumentace generovaná z BIM modelu. Postupně zde jsou vypsány obecné požadavky, konstrukční požadavky a požadavky z hlediska technického zařízení budov.

- **Cíl 3 - Ověřit výhody BIM u malých projektů typu rodinného domu**

Tento cíl byl částečně splněn v kapitole 2.7. *Ukázky využití BIM u projektu malého rozsahu*, kde jsou ukázané některé možnosti využití BIM i pro malé stavební objekty. Zejména z hlediska využití projektové dokumentace generované z BIM modelu.

Cíl byl splněn pouze částečně z toho důvodu, že autor neměl k dispozici skutečný projekt, ale využil k řešení jednoduchý pracovní model. Bylo by tedy dobré ověřit výhody i na reálném projektu, který bude zpracován do větší podrobnosti.

6.3 Ověření pracovních hypotéz diplomové práce

Autor měl na začátku práce dvě pracovní hypotézy. Zde bude stručné zhodnocení, zda byly pravdivé.

- **Pracovní hypotéza 1 - Neexistuje využití pro užívání BIM při realizaci staveb**

Tato pracovní hypotéza byla vyvrácena v kapitole 4 *BIM na stavbě*. Kde autor podrobněji popisuje možné využití BIM modelu přímo při realizaci stavby.

- **Pracovní hypotéza 2 - U technických pracovníků nepřevažuje snaha o implementaci BIM do realizace staveb**

Tato pracovní hypotéza byla vyvrácena v části 5 *Dotazník*, kde autor byl lidem z realizační praxe položeny otázky ohledně užívání BIM na stavbě a jeden ze závěru z vyhodnocení dotazníku je ten, že jsou lidé nakloněni myšlence zavést BIM i do realizační praxe.

Použitá literatura

1. tzbinfo. *knihovna publikací*. [Online] [Citace: 10. únor 2015.] <http://www.tzb-info.cz/publikace/344-bim-prirucka>.
2. **Matějka, Ing. Petr.** *Základy implementace BIM na českém stavební trhu*. Praha : FINECO, 2012. ISBN: 978-80-86590-10-3.
3. interier design skola. *Je BIM budoucnost*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <http://www.interierdesignskola.cz/blog/je-bim-budoucnost/>.
4. **Klaschka, Robert.** *BIM in Small Practices Illustrated Case Studies*. Newcastle upon Tyne : NBS, 2014. ISBN 978 1 85946 499 1.
5. Autodesk. *Revit*. [Online] [Citace: 28. únor 2015.] <http://www.autodesk.cz/products/revit-family/overview>.
6. Cegra. *Archicad*. [Online] [Citace: 28. únor 2015.] <http://www.cegra.cz/216-produkty-software-archicad.aspx>.
7. Nemetschek Allplan. *Allplan*. [Online] <http://www.allplan.com/cz/software/architekti/allplan-architect.html>.
8. Gisoft. *MicroStation*. [Online] [Citace: 28. únor 2015.] <http://www.gisoft.cz/MicroStation/MicroStation>.
9. Vectorwork Desingner. *BIM That Works for You*. [Online] [Citace: 3.. březen 2015.] <http://www.vectorworks.net/designer/>.
10. TEKLA - A Trimble Company. *Tekla Structures BIM software*. [Online] [Citace: 19. březen 2015.] <http://www.tekla.com/products/tekla-structures>.
11. **Černý, Martin a kolektiv, a.** *BIM Příručka*. Praha : Odborná rada pro BIM o.s., 2013. ISBN 978-80-260-5296-8.
12. **Kubíčková, Lea a Rais, Karel.** *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2012. 978-80-247-4564-0.
13. **Bergin, Michael S.** Architecture news. *A Brief History of BIM*. [Online] 7. prosinec 2012. [Citace: 2. květen 2015.] <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>.

14. MagiCAD. *Welcome to MagiCAD Portal!* [Online] [Citace: 20. březen 2015.] <https://portal.magicad.com/>.
15. buildingSMART Finland. *Common BIM Requirements 2012*. [Online] [Citace: 2015. březen 2015.] <http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3>.
16. Skanska. *BIM projects*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <http://group.skanska.com/about-us/building-information-modeling-bim/bim-projects/>.
17. SKANSKA. *BIM Projects*. [Online] [Citace: 8. březen 2015.] <http://www.group.skanska.com/cdn-1cf871e421cd79c/Global/About%20us/Our-way-of-working/BIM/BIM%20Projects/BIM-Manskun-Rasti.pdf>.
18. buildingSMART. *BIM Guides*. [Online] [Citace: 8. březen 2015.] <http://bimguides.vtreem.com/bin/view/BIMGuides/Statsbygg+BIM+Manual+1.2>.
19. Yumpu. *BIM manual*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <https://www.yumpu.com/en/document/view/11599560/norwegian-home-builders-bim-manual-boligprodusentene>.
20. SKANSKA. *BIM Projects*. [Online] [Citace: 8. březen 2015.] <http://www.group.skanska.com/cdn-1cf871e3130c6d2/Global/About%20us/Our-way-of-working/BIM/BIM%20Projects/BIM-KBS-Shopping-Center.pdf>.
21. SKANSKA. *BIM Projects*. [Online] [Citace: 8. březen 2015.] <http://www.group.skanska.com/cdn-1cf871e17ac1b8a/Global/About%20us/Our-way-of-working/BIM/BIM%20Projects/BIM-New-Karolinska-Solna.pdf>.
22. SKANSKA. *BIM Projects*. [Online] [Citace: 8. březen 2015.] <http://www.group.skanska.com/cdn-1cf871e24bf8122/Global/About%20us/Our-way-of-working/BIM/BIM%20Projects/BIM-Barts-and-The-Royal-London-Hospital.pdf>.
23. SKANSKA. *BIM Projects*. [Online] [Citace: 8. březen 2015.] <http://www.group.skanska.com/cdn-1cf871e1df56ed8/Global/About%20us/Our-way-of-working/BIM/BIM%20Projects/BIM-Good-Samaritan-Hospital.pdf>.

24. Skanska. *Building Information Modeling*. [Online] [Citace: 20. březen 2015.] http://www.skanska.cz/cdn-1d05c03057dc448/Global/BIM/BIM_Riverview_leaflet_A4_01.pdf.
25. Skanska. *BIM projekty*. [Online] [Citace: 7. duben 2015.] <http://www.skanska.cz/cz/O-nas/BIM/>.
26. Skanska. *BIM Projects*. [Online] [Citace: 20. březen 2015.] <http://group.skanska.com/globalassets/about-us/building-information-modeling/bim-projects/pdf/bim-cb-centrum.pdf>.
27. Skanska. *Building Information Modeling*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] http://www.skanska.cz/cdn-1d05c0324e90e06/Global/BIM/BIM_Corso_leaflet_A4_01.pdf.
28. IFMA Czech Republic. *Výherci FM Awards 2014*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] <http://www.ifma.cz/index.php/vyherci-fm-award-2014>.
29. Behance. *Revit house*. [Online] [Citace: 10. duben 2015.] <https://www.behance.net/gallery/3362377/Revit-House-BIM-Course-at-SPSCC>.
30. **Vyčítal, Ing. Miroslav**. *Obecné požadavky na projektování BIM modelů*. Praha : autor neznámý, 2014.
31. Zákon 513/1991 Sb., obchodní zákoník § 551.
32. ytimg. *HVAC*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] <http://i.ytimg.com/vi/lwpy1U4R8WE>.
33. ytimg. *mpe*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] <http://i.ytimg.com/vi/5DuW4IPQ2QY/maxresdefault.jpg>.
34. Motion computing. *construction*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] <https://www.motioncomputing.com/us/workflows/construction>.
35. rym. *BIM safety*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] <http://rym.fi/wp-content/uploads/2013/12/BIMSafety-kuva resized.jpg>.
36. BIM shaping the future of construction. *The Role of the BIM Coordinator*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] http://www.builders.org.uk/resources/nfb/000/323/904/BIM_Coordinator_13.11.13.pdf.

37. CEEC Research. *analýzy*. [Online] [Citace: 18. duben 2015.] [www.ceec.eu/Kvartální analýza českého stavebnictví Q4/2014](http://www.ceec.eu/Kvartální_analýza_českého_stavebnictví_Q4/2014).
38. QR kód. *Co je QR kód*. [Online] [Citace: 12. duben 2015.] <http://www.qr-kody.cz/qr-kod>.
39. Skanska. *BIM projects*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <http://group.skanska.com/about-us/building-information-modeling-bim/bim-projects/>.
40. Skanska. *BIM projects*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <http://group.skanska.com/about-us/building-information-modeling-bim/bim-projects/>.
41. Skanska. *BIM projects*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <http://group.skanska.com/about-us/building-information-modeling-bim/bim-projects/>.
42. Skanska. *BIM projects*. [Online] [Citace: 5. duben 2015.] <http://group.skanska.com/about-us/building-information-modeling-bim/bim-projects/>.
43. Skanska. *BIM projekty*. [Online] [Citace: 7. duben 2015.] <http://www.skanska.cz/cz/O-nas/BIM/>.
44. Skanska. *BIM projekty*. [Online] [Citace: 7. duben 2015.]
45. Behance. *Revit house*. [Online] [Citace: 10. duben 2015.] <https://www.behance.net/gallery/3362377/Revit-House-BIM-Course-at-SPSCC>.
46. Behance. *Revit house*. [Online] [Citace: 10. duben 2015.] <https://www.behance.net/gallery/3362377/Revit-House-BIM-Course-at-SPSCC>.
47. CAD studio. *revit mep*. [Online] [Citace: 2. květen 2015.] <http://www.cadstudio.cz/prod/revit-mep.asp>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - BIM a životní cyklus stavby, zdroj: (3).....	15
Obrázek 2 - Revit: Ukázka vlastností typu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	21
Obrázek 3 - Revit: možnosti nastavení spolupráce, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	23
Obrázek 4 - Manskun Rastı, zdroj: (16)	28
Obrázek 5 - Statsbygg BIM Manual, zdroj: (19).....	29
Obrázek 6 - KBS Shopping Center, zdroj: (16).....	30
Obrázek 7 - New Karolinska Solna, zdroj: (16).....	31
Obrázek 8 - Barts and The Royal London Hospital, zdroj: (16).....	32
Obrázek 9 – Good Samaritan Hospital, zdroj: (16).....	33
Obrázek 10 - Riverview Smíchov, zdroj: (25)	35
Obrázek 11 - CB Centrum, zdroj: (25)	36
Obrázek 12 - Corso Court, zdroj: (25).....	36
Obrázek 13 - 3D pohled na dům, zdroj: (29).....	37
Obrázek 14 - půdorys 1. NP, zdroj: (29)	38
Obrázek 15 - stavební výkres více pohledů, zdroj: (29).....	38
Obrázek 16 - vizualizace kuchyně, zdroj: (29)	39
Obrázek 17 – 3D vizualizace objektu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	45
Obrázek 18 - 3D vizualizace objektu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	45
Obrázek 19 - půdorys 1.NP, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	46
Obrázek 20 - AutoCAD: ukázka kótování (zdroj: autor s využitím prostředí AutoCAD 2012 od společnosti Autodesk	47
Obrázek 21 - Revit: ukázka kótování (zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	47
Obrázek 22 - vizualizace dvoupodlažního objektu (zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	49

Obrázek 23 - výpis jednotlivých oken (zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	50
Obrázek 24 - výpis součtu oken, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	50
Obrázek 25 - ukázka potrubního vedení v bytovém domě, zdroj: autor	51
Obrázek 26 - Nesprávné umístění otvorů, zdroj: autor	54
Obrázek 27 - Revit: ukázka provázanosti prvků, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	56
Obrázek 28 - Revit: ukázka výkazu materiálu, zdroj: autor s využitím prostředí Revit 2014 od společnosti Autodesk	57
Obrázek 29 - Revit: ukázka vedení VZT, zdroj: (32).....	58
Obrázek 30 - Revit: ukázka armatury pro kanalizaci, zdroj: (44)	58
Obrázek 31 - Axonometrické zobrazení vedení lávek pro elektrické kabely, zdroj: (33)	59
Obrázek 32 - užití tabletu na stavbě, zdroj: (34)	61
Obrázek 33 - nastavení pravidel pro detekci kolizí, zdroj: autor s využitím prostředí Autodesk Navisworks manage 2013 od společnosti Autodesk.....	65
Obrázek 34 - detekovaná kolize pohled/okno, zdroj: autor s využitím prostředí Autodesk Navisworks manage 2013 od společnosti Autodesk.....	65
Obrázek 35 - ukázka vyřešené kolize, zdroj: autor s využitím prostředí Autodesk Navisworks manage 2013 od společnosti Autodesk	66
Obrázek 36 - ukázka kolektivní ochrany, zdroj: (35).....	67
Obrázek 37 - graf 1, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	69
Obrázek 38 - graf 2, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	70
Obrázek 39 - graf 3, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	71
Obrázek 40 - graf 4, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	72
Obrázek 41 - graf 5, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	73
Obrázek 42 - graf 6, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	74
Obrázek 43 - graf 7, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	75
Obrázek 44 - graf 8, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	76
Obrázek 45 - graf 9, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	77
Obrázek 46 - graf 10, zdroj: autor s využitím prostředí Survio.....	78