

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

DIPLOMOVÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Havlůj** Jméno: **Dominik** Osobní číslo: **410776**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Rozbor problematiky implementace knihoven objektů BIM

Název diplomové práce anglicky:

Implementation of BIM object libraries analysis

Pokyny pro vypracování:

- Úvod do problematiky, vysvětlení problému, popis teoretického postupu řešení, stanovení cílů, specifikace řešené oblasti, teoretický rozbor problematiky BIM v kontextu řešeného tématu
- Analýza způsobů řešení dodávky knihoven objektů pro koncového spotřebitele (zejména z obchodního a technického hlediska) z různých pohledů
- Rozbor problematiky implementace knihoven objektů z pohledu objednatele
- Případová studie zpracování datové základny pro tvorbu knihoven z pohledu objednatele
- Závěr, vyhodnocení cílů, diskuze (nedostatky práce, možnosti jejího rozšíření)

Seznam doporučené literatury:

EASTMAN, C.: BIM Handbook. 2. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011. ISBN 978-0-470-54137-1.
Ministerstvo průmyslu a obchodu: Koncepce zavádění BIM v ČR (2017)

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Petr Matějka, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení stavebnictví FSv

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

Datum zadání diplomové práce: **01.10.2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **06.01.2019**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Petr Matějka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně za odborného vedení Ing. Petra Matějky, PhD. a pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 7.1.2019

.....

Bc. Dominik Havlůj

**Rozbor problematiky implementace knihoven
objektů BIM**

Implementation of BIM object libraries analysis

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Matějkovi, Ph.D. za veškerou pomoc při zpracovávání této problematiky.

Dále bych chtěl poděkovat týmu firmy Fermacell GmbH za cenné rady a podklady, společnosti BIM Projekt s.r.o. za poskytnutí informací, pomoc a zodpovězení všech dotazů při konzultacích.

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na jednu z mnoha oblastí rychle se rozvíjejícího BIMU (Informační Modelování/Management Budov) – knihovny prvků. V úvodu bude zanalyzována situace v Itálii. V teoretické části budou vysvětleny definice týkající se dané problematiky a srovnání rozdílných systémů práce s knihovnami a jejich tvorby. V praktické části bude zpracován průzkum postupu zavádění knihoven s konkrétní tvorbou databáze prvků firmy Fermacell, jakožto výrobce, se všemi náležitostmi. Postup a metodika implementace bude provedena za pomoci know-how firmy BIM project s.r.o., která se zaváděním knihoven objektů pro výrobce, investory, dodavatele, architekty i projektanty ve stavebnictví zabývá.

Abstract

This master thesis is focused on one of the many areas of fast-evolving BIM (Building Information Modeling/Management) – element libraries. The situation in Italy will be analyzed in the introduction. The theoretical part will explain the definitions of the studied issue and compare different systems of work with libraries and their creation. In the practical part, an exploration of the library implementation process will be carried out using a specific Fermacell database as a manufacturer, with all the requisites. The implementation process and methodology will be solved out using the know-how of BIM project s.r.o., which deals with the implementation of BIM element libraries for manufacturers, investors, contractors, architects and designers in the construction industry.

Klíčová slova

BIM, knihovny objektů, implementace, Fermacell, výrobce, BIM Project Cloud, Itálie

Key words

BIM, object libraries, implementation, Fermacell, manufacturer, BIM Project Cloud, Italy

Seznam použitých zkratk

BIM	Building information modeling/management	[ENG]
FM	Facility management	[ENG]
CDE	Common Data Enviroment	[ENG]
	Společné datové prostředí	[CZ]
BEP	BIM Execution Plan	[ENG]
	Plán realizaec BIM	[CZ]
IAI	International Alliance for Interoperability	[ENG]
ISO	International Organization for Standardization	[ENG]
	Mezinárodní organizace pro normalizaci	[CZ]
CNC	Computer numerical control	[ENG]
SNIM	Standard negrafických informací v modelu	[CZ]
LOD	Level of Development	[ENG]
	Úroveň podrobnosti	[CZ]
LOI	Level of Informations	[ENG]
	Úroveň podrobnosti informací	[CZ]
IDM	Information Delivery Manual	[ENG]
	Manuál pro předávání informací	[CZ]
BCF	BIM Collaboration Format	[ENG]
	Formát pro spolupráci v BIM	[CZ]
bSDD	buildingSMART Data Dictionary	[ENG]
MVD	Model View Definition	[ENG]
	Definice náhledu na model	[CZ]
IFC	Industry Foundation Classes	[ENG]
	Otevřený neutrální souborový formát	[CZ]
PAS	Publicly Available Specifications	[ENG]
	Britská norma pro standardizaci	[CZ]
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu	[ENG]
MD	Ministerstvo dopravy	[CZ]
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury	[CZ]
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj	[CZ]
BS	British Standards	[ENG]
	Britské standardy	[CZ]
DWT	Drawing template	[ENG]
	Výkresová šablona	[CZ]
SHP	Shapefile	[ENG]
VO	Veřejné osvětlení	[CZ]
PIM	Product Information Management	[ENG]
	Správa produktových informací	[CZ]
.rte	Revit template	[ENG]
	Rodina objektu pro program Revit	[CZ]

Obsah

1. Úvod do problematiky	10
1.1. Stanovení cílů	12
1.2. BIM v Itálii	13
1.2.1. Školství	13
1.2.2. Legislativa	15
1.2.3. Pilotní projekty	16
1.2.3.1. Budova hlavního nádraží v Neapoli	16
1.2.3.2. Stanice Afragola v Neapoli	18
1.2.3.3. Ri.MED Centrum biomedicínského výzkumu a biotechnologie v Sicilském městě Carini	20
1.2.3.4. BIM residenční komplex	21
1.2.4. Zhodnocení stavu BIM problematiky v Itálii	22
2. Teoretický rozbor problematiky BIM v kontextu řešeného tématu	23
2.1. Standardizace	25
2.2. LOD	26
2.3. Datové formáty	28
2.4. Normy	30
2.5. Autorská práva	31
3. Analýza způsobů řešení dodávky knihoven objektů pro koncového spotřebitele z různých pohledů	33
3.1. Z pohledu projektanta/architekta	34
3.1.1. Tvorba vlastních knihoven objektů	34
3.1.2. Knihovny přímo od výrobce	35
3.1.3. Softwarové pluginy třetích stran	38
3.2. Z pohledu výrobce (objednatele)	39
3.2.1. Částečná dodávka knihoven	39
3.2.2. Celkové zpracování databáze dodavatelem	40
3.3. Zhodnocení	42
4. Případová studie zpracování datové základny pro tvorbu knihoven z pohledu objednatele	43
4.1. Informace o společnostech	44
4.1.1. Objednatel	44
4.1.2. Zhotovitel	44
4.2. Tvorba databáze	44
4.2.1. Excel	44
4.2.2. Cloud	47

4.3. Vyhodnocení potencionálních nákladů na tvorbu BIM knihovny objektů	49
5. Závěr	50
5.1. Zhodnocení stavu BIM problematiky v Itálii	51
5.2. Zhodnocení systémů pro dodávku a tvorbu BIM knihoven objektů	51
5.3. Zhodnocení systému BIM Project Cloud	52
5.4. Tvorba databáze	52
5.5. Vyhodnocení cílů	53
5.6. Diskuze	53
Seznam použité literatury	54
Seznam příloh	56
Seznam tabulek, schémat, grafů a obrázků	57

1. Úvod do problematiky

Žijeme ve 21. století, a lidská civilizace se chce posouvat v každém odvětví dál a dál. V dnešní době moderních technologií přichází tento posun i do sféry stavebnictví. Lidé to nazvali tzv. 4. průmyslovou revolucí. Digitalizace, automatizace a komplexně zefektivnění celého pracovního trhu. Stavebnictví jako takové se této modernizaci nemůže vyhnout. Proto přichází pojem, který se skloňuje po celém světě, BIM. Informační model budovy, takto se nejčastěji tento pojem překládá. Skrývá se pod tím však podstatně více. Jedná se hlavně o management, který pod svou pokličku shrne celý cyklus výstavby, od jeho začátku – projektování, po jeho konečnou fázi – provoz (FM) či likvidaci.

Digitalizace má za hlavní cíl usnadnit práci všem účastníkům řízení, ať se jedná o projektanta, investora, dodavatele či orgány státní správy - úřady. 21. století je doba, ve které si člověk ukládá informace téměř o všem a tyto informace se snaží sdílet s okolím. Není tomu jinak ani ve stavebnictví, kde sdílení usnadňuje chod práce, a i tak by se dalo BIM pochopit. Sdílení informací o projektu v každém časovém bodě výstavby a mezi všemi účastníky. Ti mohou mít práva vkládat potřebné informace a postupně projekt aktualizovat. V této situaci se dá použít pojem CDE, ve kterém se nachází celý projekt se všemi jeho informacemi. Tyto informace se dají v reálném čase upravovat, přidávat nové či mazat stávající. Každý účastník stavebního procesu by k tomuto virtuálnímu projektu měl mít potřebná práva (nikoli veškerá). Tato skutečnost musí být předem jasně daná, například pomocí tzv. BEP¹, ve kterém se dá smluvně zajistit autorizace a povinnosti jednotlivých smluvních stran. Na následujícím schématu je vidět propojení mezi všemi účastníky procesu.

¹ Jedná se o dokument, který je standardně přílohou smlouvy o dílo. Obsahuje potřebné informace k zavedení BIM metodiky do projektu, zejména vysvětlení, které informace datový model ponese a v jaké formě. Tento plán se dá rozdělit do tří fází. Pre-contract BEP, který tvoří dodavatel v ohledu na požadavky investora při podávání nabídky. Post-contract BEP, který obsahuje návrh řešení BIM a zohledňuje případné připomínky investora na pre-contract BEP. Je podáván před podpisem smlouvy. Finální BEP obsahuje konkrétní řešení BIM, je součástí smlouvy o dílo a podílejí se na něm obě smluvní strany (investor i dodavatel).

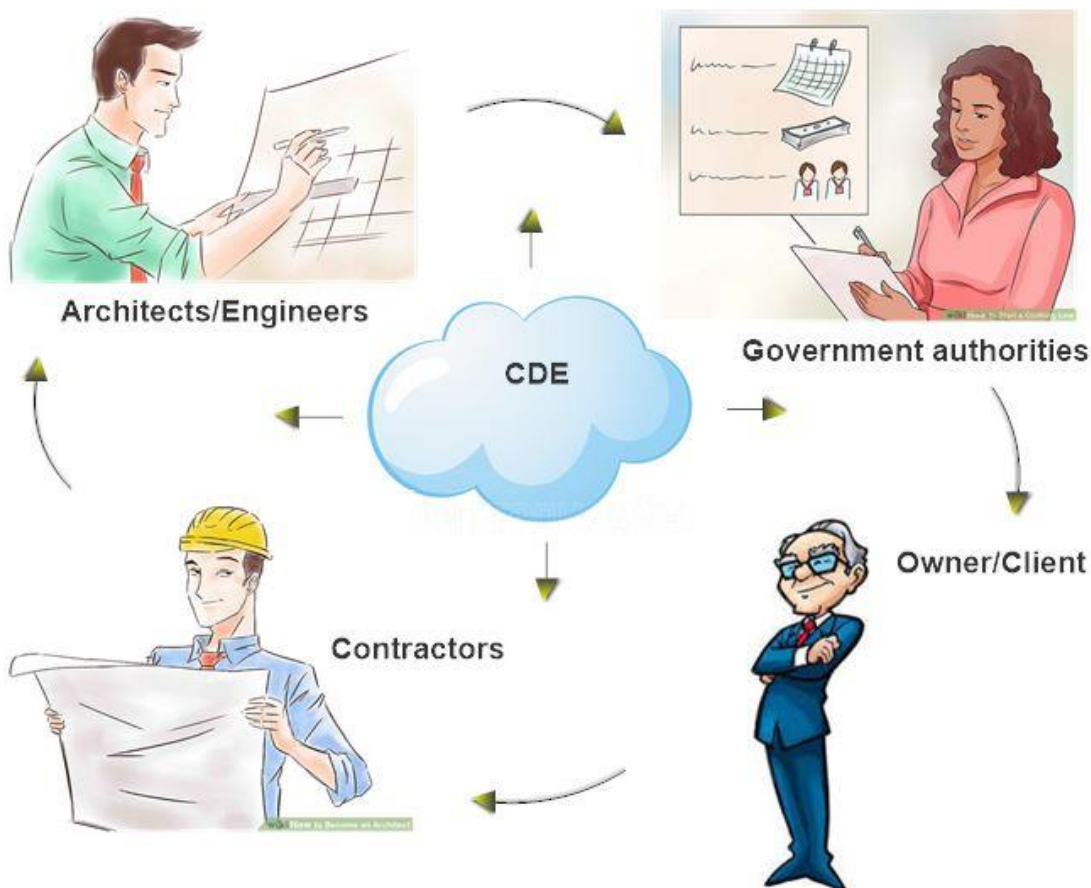


Schéma 1: Sdílení informací pomocí společného datového prostředí
Zdroj: Vlastní tvorba s využitím [1]

Finanční i časová stránka projektu je pro všechny, co se na něm podílejí, velice důležitá, a proto si každý hledá co nejúspornější a nejrychlejší řešení pro jejich realizaci. BIM, jakožto metodika ve stavebnictví, tomuto velice napomáhá. Pokud se lidé naučí s touto metodikou správně zacházet, zjednoduší se nejen proces plánování a navrhování budov, ale při správném zařazení do legislativy i jejich schvalování. Tato práce se však zabývá jen malou, byť nezbytnou částí pro modelování a management budov. Tím je internetová databáze prvků, více známá pod pojmem knihovny objektů či prvků BIM.

1.1. Stanovení cílů

Cíl 1: Analýza implementace BIM v Itálii ve školství i legislativě

Cíl 2: Vysvětlení a rozbor problematiky knihoven objektů BIM

- A) Průzkum aktuální situace standardizace, legislativy a práv v kontextu řešeného problému v České republice.
- B) Souhrn všech řešení v rámci tvorby a práce s knihovny objektů z pohledů architekta/projektanta a výrobce. Identifikace výhod a nevýhod všech systémů a následné zhodnocení.

Cíl 3: Analýza tvorby knihoven v rámci konkrétního podniku

- A) Analýza, zda je vhodné řešit digitalizaci databáze objektů a prvků, pokud možno s konkrétními výstupy a konkrétním řešením (případová studie).
- B) Případová studie – tvorba digitálního katalogu dle vybraného způsobu řešení (vlastní zařazení jednotlivých vlastností a charakteristik prvků do databáze od výrobce a následná implementace a digitalizace katalogu s pomocí dodavatele knihoven objektů)

Ke splnění cíle 1 bude využito odborné konzultace na univerzitě v italském městě Padova.

Cíl 2B bude splněn s využitím matice (viz příloha č.3), která zahrnuje výhody a nevýhody jednotlivých systémů. Matice bude konzultována s odborníky z praxe i studenty, kteří se s knihovny objektů setkávají. Výstupní materiál (viz příloha č.4) bude poukazovat na důležité vlastnosti jednotlivých systémů knihoven objektů (prvků) BIM. Názory dotazovaných budou zobrazeny procentuálně.

Případová studie (cíl 3B) bude obsahovat tvorbu databáze produktů fermacell ve spolupráci se společností, která se touto problematikou zabývá. Výstupem je digitální katalog produktů, který ponese veškeré informace o jednotlivých prvcích. Tyto knihovny budou volně k dostání prostřednictvím webu či systému BIM Project Cloud.

1.2. BIM v Itálii

BIM je skloňovaný pojem po celém světě. Práce byla psána na studijním pobytu v Itálii, konkrétně v italském městě Padova. Bylo zajímavé prozkoumat situaci na místní univerzitě právě v této zemi.

Stavební odvětví je, bylo a vždy bude významnou součástí tamní ekonomiky. Jeho činnost zahrnuje zhruba 80% výrobních aktivit vytvořených v zemi. Stavitelství, architektura, strojírenství, tesařské práce i materiálový průmysl.

Stavebnictví v Itálii je však jedním z nejméně digitalizovaných segmentů na světě s jednou z nejnižších úrovní investic právě do inovací. S tím souvisí pokles průmyslu a výroby. V této zemi je tedy nutné, podobně jako u nás, změnit logiku myšlení a jednání všech zainteresovaných osob stavebního řízení. Tím otevřít bránu digitalizaci, tzv. 4. průmyslové revoluci. [2]

1.2.1. Školství

Veřejný a soukromý sektor stavebnictví je na tom sice podobně jako Česká publika. Na zdejší univerzitě (Università degli studi di Padova²) je vyučování BIM stále v začátcích. Práce byla psána pod zahraničním odborným vedením přímo z této univerzity. Nicméně povinné či volitelné předměty tohoto směru se zde učí teprve druhým rokem. Jedná se tedy o něco pomalejší postup než v České republice. Je zde jen pár odborníků, kteří opravdu do hloubky vědí, co inteligentní modelování budov znamená.

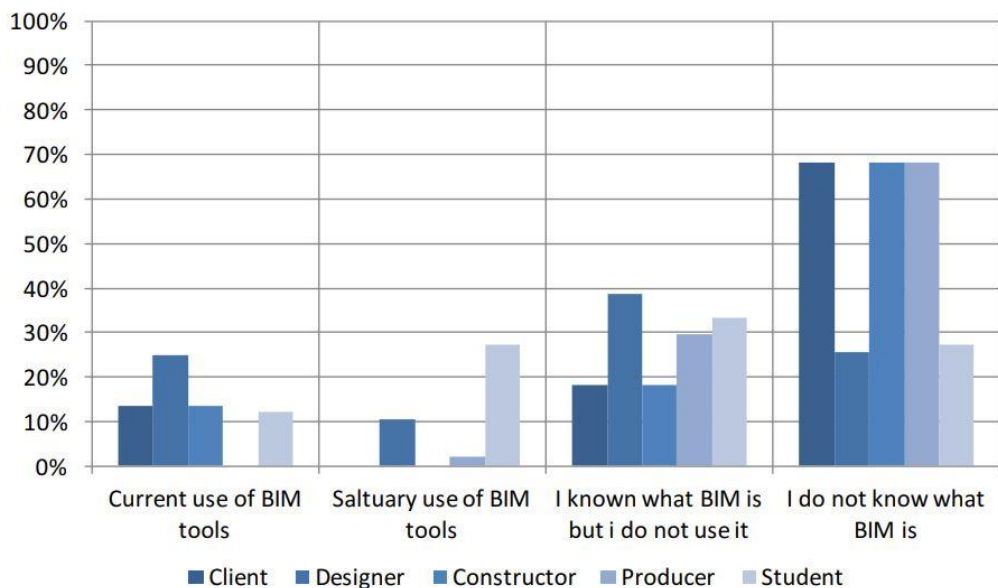
Avšak na univerzitě v Miláně se o moderní technologie ve stavebnictví zajímají více a déle. Dle jejich studie, nutno podotknout, že z roku 2016, však vyplívají tyto skutečnosti. Největší povědomí o BIM v Itálii je, z mého pohledu zajímavé, u designérů. Studenti, architekti a investoři mají o této problematice v celku totožné povědomí. Nicméně to se počítá na velice malé procento zastoupených. Téměř 70% lidí z těchto oborů vůbec neví, co BIM znamená.

Studie prokázala, že největší využití informačního modelování ve stavebnictví je v odvětví 3D modelingu bez dodatečných informací o objektech. Lidé si zatím stále, ač milně, představují výhodu BIM zejména ve tvorbě 3D objektů, vizualizací a posprocessingu pro marketingové

² Z italského jazyka, český překlad zní *Padovská univerzita*

účely. Jen malé procento dotazovaných vidí jeho skutečný potenciál, který digitalizace dat přináší. [3]

BIM use in Italy



Maltese, S. (2014), BIM: tutti sanno cos'è, ma quanti lo usano?, Ingegneri, No. 1, p. 5, ISSN 2035-8989.



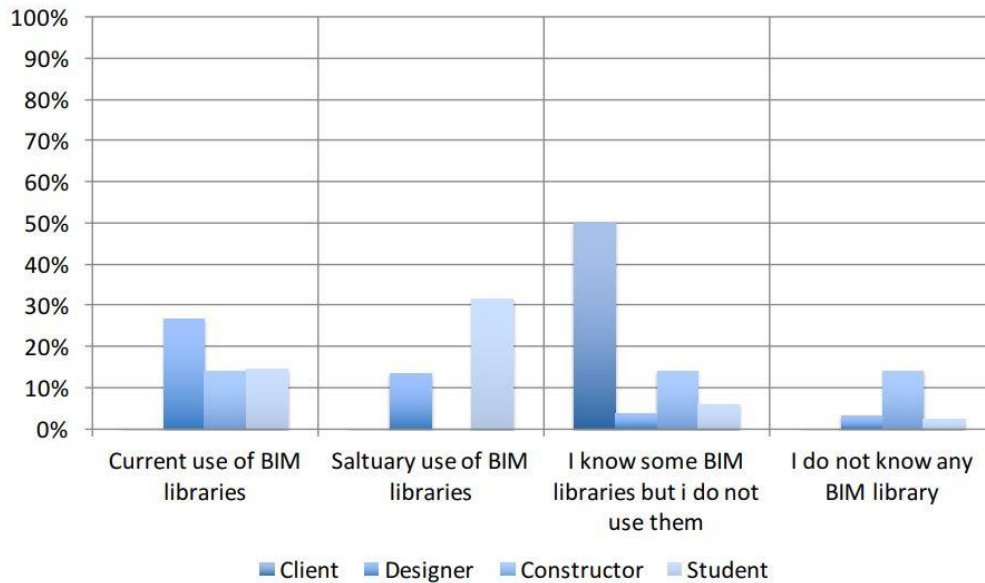
POLITECNICO MILANO 1863

Fulvio Re Cecconi – ABC Department

Graf 1: Využití BIM v Itálii

Zdroj: https://www.ingegneri.cc/wp-content/uploads/2016/01/160125_BIM_Italy.pdf

Use of BIM library in Italy



Maltese, S. (2014), BIM: tutti sanno cos'è, ma quanti lo usano?, Ingegneri, No. 1, p. 5, ISSN 2035-8989.



POLITECNICO MILANO 1863

Fulvio Re Cecconi – ABC Department

Graf 2: Využití knihoven BIM v Itálii

Zdroj: https://www.ingegneri.cc/wp-content/uploads/2016/01/160125_BIM_Italy.pdf

1.2.2. Legislativa

Dle Italského ministerstva infrastruktury bude od roku 2019 zaveden BIM jako povinný nástroj pro veřejné zakázky nad 100 milionů. Úplná implementace je plánována, stejně jako u nás, v roce 2022.

Pro sepsání nové vyhlášky byla jmenována komise v čele s Ing. Pietrem Baratonem, který je považován za průkopníka BIM právě v tomto státě, a zároveň je generální manažer projektů zadávání veřejných zakázek v regionech Lombardie a Emilia Romagna.

Zavedení BIM v Itálii rozdělilo Ministerstvo infrastruktury do třech fází.

Fáze implementace BIM v Itálii:

První fáze: 2019

Jako pilotní projekty budou v roce 2019 pod pokličkou BIM vedeny veřejné zakázky s rozpočtem větším než 100 milionů euro. Dle průzkumu Italského centra pro ekonomický a sociální výzkum trhu s bydlením jich však nebylo k roku 2016 mnoho (pouze 26 projektů).

Druhá fáze: 2019-2021

K projektům nad 100 mil. euro budou přidány další, spíše však na základě složitosti projektu než hodnoty díla. Mezi tyto projekty budou spadat veřejnosprávní budovy jako policejní a požární stanice, nemocnice a další budovy, které musí splnit přísné bezpečnostní normy.

Třetí fáze: 2022

Od roku 2022 bude systém zpracování projektů v BIM povinný pro všechny stavby s výjimkou těch, které nepožadují větší bezpečnostní opatření. Jedná se například o budovy k obytnému užití. [3]

1.2.3. Pilotní projekty

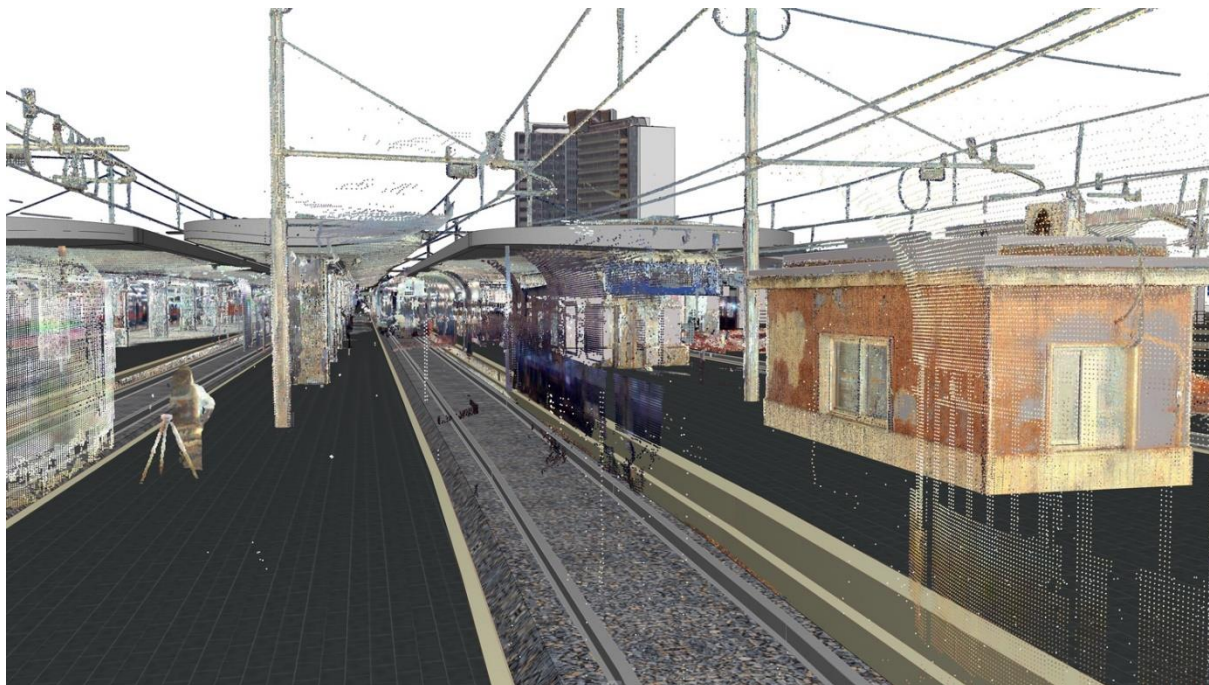
V dalších kapitolách budou krátce zmíněny 4 projekty, které zahrnují v jisté formě technologie BIM. Celá země disponuje mnoha společnostmi (i zahraničními), které vyvíjejí projekty pomocí moderních technologií. Od rekonstrukcí (laserové skenování, kapitola 1.2.3.1.) po zcela kompletní výstavbu budov a jejich časové i finanční plánování díky BIM (například tvorba bednění či ocelových nosných konstrukce pomocí počítačem řízeného stroje, kapitola 1.2.3.2.). Tyto projekty jsou jedny z mála, které dopomáhají italským úřadům k zadání nové legislativy, standardizace a postupů, jež jsou při zavedení BIM do veřejného a soukromého sektoru velice důležité.

1.2.3.1. Budova hlavního nádraží v Neapoli

Jedním z důležitých pilotních projektů v Itálii je rekonstrukce budovy stanice hlavního nádraží ve městě Neapol. Cílem projektu bylo vytvořit stávající model budovy, který by zaručil její neustálou modernizaci s podporou a zdokonalováním procesů facility managementu.

Po provedení laserového skenování o celkové ploše cca 40 hektarů byl vytvořen BIM model, jehož data byla nahrána do CDE. Poté byla vytvořena knihovna referenčních dat, s cca 12 500 prvky. Pro každý remodelovaný objekt byla nově definována parametrická geometrie, doplněná o všechny užitečné informace pro správu a údržbu budovy. Tyto informace zjednodušují všechny procesy údržby, správy a aktualizace dat z pohledu BIM. [4]

Italská společnost Minnucci Associati s.r.l. za tento projekt vyhrála mezinárodní cenu od asociace buildingSMART³ za nejlepší projekt v kategorii „Provoz a údržba pomocí Open Technology“ v odvětví BIM pro rok 2018.



Obrázek 1: Mračno bodů pomocí laserového skenování, Stanice hlavního nádraží, Neapol
Zdroj: <http://www.associatiminnucci.com/portfolio/stazione-di-napoli-centrale/>

³ Společnost z USA pod původním jménem IAI (International Alliance for Interoperability), jejíž cílem je zlepšit výměnu informací mezi softwarovými aplikacemi používanými ve stavebnictví po dobu celého životního cyklu výstavby. Podílí se také na tvorbě norem ISO, spolupracuje s vládou na tvorbě koncepcí zavádění BIM. [28]

1.2.3.2. Stanice Afragola v Neapoli

Druhý projekt, který bych rád zmínil, je také v Neapoli. Tentokrát se však nejedná o rekonstrukci, nýbrž jednu ze 13 zcela nových stanic pro vysokorychlostní železniční trať v Itálii. První dokončená část byla otevřena 6. června 2017 navzdory tomu, že projekt byl schválen už roku 2003. 14 let měl však problémy s financováním, a tak práce započaly až v roce 2015. Tato majestátní budova byla navržena společností Zaha Hadid Architects za bezmála 60 milionů euro. Pětipatrová budova ve tvaru vlaku o rozloze 30 000 metrů čtverečních je tvořena z betonu a skla. Je dlouhá celkem 500 metrů a 44 metrů široká.

Na stavbu byl použit beton třídy S5, který se svou strukturou perfektně hodí pro pohledové účely. Umožnil integraci ocelových výztuh a vymodelování celé geometrie „vlakové soupravy“. Vzhledem ke složitosti celkové geometrie byla využita právě BIM technologie plánování, kterou Zaha Hadid Architects původně vyvinulo pro výstavbu muzea MAXXI v Římě (otevřené roku 2010). Jednalo se o realizaci prefabrikovaných ocelových nosníků s dvojitým zakřivením, které byly vymodelovány pomocí forem vytvořených počítačem (CNC⁴). Stěny jsou tvořeny železobetonem a na jejich stavbu bylo potřeba více jak 100 000 metrů čtverečních bednění (50% zakřiveno).

Vzhledem ke složitosti konstrukcí byl tento projekt vytvořen pomocí technologií BIM. Kompletní 3D model byl vytvořen i pro všechny ostatní profese a jednotlivé fáze výstavby jako například dokončovací práce. Tím byla usnadněna práce dodavatelům stavby při plánování a koordinaci kritických etap. Tato technologie také ukázala, jak účinná je při přenosu informací o všech procesech v rámci všech účastníků stavebního procesu.

Astaldi využila rekordních 20 000 metrů čtverečních matných obkladů se sendvičovými panely značky Corian pro fasády i interiér. Jedná se tak o největší množství obkladu tohoto druhu v Itálii v rámci jednoho stavebního projektu. Na lešení a střešní nosníky bylo zapotřebí celkem 5 000 tun oceli. Aby se docílilo předem daného data dokončení (11. června 2017), pracovalo na této stavbě každý den 330 pracovníků, v době špičky dokonce 700 pracovníků.

Vedle Zaha Hadid Architects se na projektu podílela i skupina Astaldi, která je klíčovým hráčem při přípravě projektu z hlediska ekologičnosti budov. V roce 2003 byl pojem

⁴ Počítačem řízený obráběcí stroj

nízkoenergetická budova ještě velmi málo skloňovaný. Proto dostali od klienta za úkol postavit budovu, která by šla do budoucna příkladem ostatním.

Vzhledem k tomu, že koncept projektu byl a stále je poměrně radikální, se skupina Astaldi rozhodla důkladně otestovat všechny své návrhy. Stalo se tak pomocí nejnovějších počítačových technologií a simulačních softwarů. To zahrnovalo například vybudování virtuálního prostředí s rozsáhlým modelováním simulace teplotních toků, osvětlenosti, analyzační metodu CFD⁵ a tvorbu 3D akustického modelu.

Po dokončení druhé fáze, které je plánováno na rok 2022, bude stanice Afragola jednou z ikon vedle dalších moderních stanic, jako jsou Guangzhou South v Číně a Liège-Guillemans v Belgii. [5]



Obrázek 2: Stanice Afragola v Neapoli

Zdroj: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/87/napoli-afragola-italy-s-remarkable-new-station>

⁵ Počítačová dynamika tekutin; zabývá se přenosem tepla a hmoty či prouděním tekutin

1.2.3.3. Ri.MED Centrum biomedicínského výzkumu a biotechnologie v Sicilském městě Carini

Centrum biomedicínského výzkumu a biotechnologie v Carini nedaleko Palerma navrhlo studio HOK⁶, které je původně Americkou firmou, ale postupně se její vliv přelévá i do Evropy. Zakázku získali na konci roku 2012. Start stavebních prací je plánovaný na přelom roků 2017-2018 a dokončení projektu o 3 roky později.

S více než 600 vědci a zaměstnanci bude toto centrum celosvětovým střediskem pro biomedicínský vývoj a výzkum. Se správou Univerzity v Pittsburghu (UPMC) se bude snažit dosáhnout co nejefektivnější práce s výzkumem léků a jejich přesunem na trh. Celý areál dostal certifikátu LEED Gold, jeho rozloha je 334 000 metrů čtverečních a hodnota projektu 269 milionu dolarů.

Areál kombinuje komunikaci s organizovanými budovami výzkumného zařízení do jedné, dalo by se říct, malé, kompaktní vesnice integrované do krajiny. Ve středu této vesnice vede hlavní pěší zóna, která nabízí výhled na Tyrhénské moře ze severu a pohoří z jihu.

Jedná se o flexibilní prostor rozdělen na celkem čtyři křídla o třech podlažích. Stropy i podlahy jsou ve velké části objektu tvořeny sklem, což poskytuje maximální kolaboraci mezi jednotlivými týmy a přivádí do interiéru více přirozeného světla. V centru laboratoří je i konferenční místnost s hledištěm.

Centrální budova nabízí i další konferenční zařízení, malou fakultní klubovnu, kavárnu. V blízkosti se nachází i zkušební klinická nemocnice s inkubačními laboratořemi, které usnadňují přístup potencionálním pacientům. [6]

⁶ HOK je globální designová, architektonická a inženýrská společnost se 1700 zaměstnanci v celkem 24 pobočkách na třech kontinentech. Navrhuje budovy a prostory, které jsou šetrné k životnímu prostředí a splňují veškeré moderní požadavky. Konstrukční a designerské týmy tvoří elita technické špičky ve světě, kteří mají jediný cíl: poskytnou řešení, která budou inspirací pro budoucí komunitu a klienty. [25]



Obrázek 3: Centrum biomedicínského výzkumu a biotechnologie

Zdroj: <https://www.hok.com/design/type/science-technology/rimed-biomedical-research-and-biotechnology-center/>

1.2.3.4. BIM residenční komplex

Pro komplex bytových domů v Římě, jehož projekt měla na starosti společnost BIMon S.r.l., byla vybrána metoda Informačního modelování/managementu budov ze dvou hlavních důvodů. Prvním z nich byla kontrola nad designovou stránkou a druhým co možná nejvíce snížit náklady spojené s realizací. Komplex se skládá z celkem tří budov ze železobetonu o 48 bytech (4000 metrů čtverečních obytného prostoru), které jsou navzájem propojeny systémem chodníků a sdílenými prostory.

Konstrukční, architektonický a enviromentální návrh byl z již od počátku projektu tvořen současně. Umožnilo to optimalizovat pracovní postupy a omezit problémy se špatnou koordinací jednotlivých profesí. S tím souvisí možnost stálého náhledu do aktuálních časových grafů a tabulek s náklady, což umožňovalo držet výstavbu pod kontrolou. Jednotlivé prvky se při každé fázi projektu aktualizovaly, tím se zvyšovala i podrobnost modelu. Ztráta informací se minimalizovala od fáze návrhu po fázi realizační.

Z modelu bylo možné provádět kontrolu kvality či normových hodnot, jako byly například protipožární opatření, a díky tomu šlo předejít možným komplikacím dříve než při osobních kontrolách dozoru na stavbě. [7]



Obrázek 4: BIM residenční komplex

Zdroj: <https://bimon.it/en/portfolio/bim-residential-complex>

1.2.4. Zhodnocení stavu BIM problematiky v Itálii


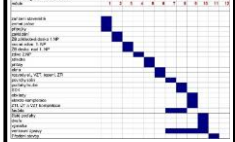



Z předchozích kapitol je vidět jasný postup implementace BIM v Itálii. Ve školství je BIM rozšířen nejvíce na velkých univerzitách, které mají možnost spolupracovat se společnostmi zabývající se BIM. Jedná se především o univerzity v Milánu a Římě. S rostoucím povědomím o této problematice narůstá zájem mladých lidí. Cítí veliký potenciál být u zrodu této moderní technologie, která je ve stavebnictví nevyhnutelná. Potěšilo mě, že i věkově starší lidé v oblasti stavebnictví mají veliký zájem vzdělávat se a předávat zkušenosti mladším. Právě tuto skutečnost jsem sám zažil na univerzitě v Padově, kde jsem měl možnost pracovat na této práci pod vedením profesora Andrea Giordano, vedoucího katedry stavebního inženýrství. Jeho univerzita mu dává možnost v rámci nového vzdělávání vycestovat do různých zemí (například Čína) a dozvědět se o BIM co možná nejvíce.

Italská vláda se snaží přiblížit situaci, která panuje v ostatních zemích Evropy a převzít jejich metodiku práce. Její plán je téměř totožný s plánem České republiky. Od roku 2019 bude BIM povinný pro nadlimitní veřejné zakázky (nad 100 mil. euro). Díky pilotním projektům, budou vytvořeny standardy a zákony umožňující perfektní zařazení této metodiky práce

do sektoru stavebnictví v Itálii. Firmy podílející se na pilotních projektech spolupracují například se společností buildingSMART, která pomáhá italské vládě s tvorbou legislativy a standardizace.

2. Teoretický rozbor problematiky BIM v kontextu řešeného tématu

Proces přechodu na inteligentní navrhování/management budov (BIM) je ve většině případů velice složitý a náročný vzhledem k času a financím. I tak BIM přitahuje více a více manažerů a společností, které chtějí pracovat co možná nejefektivněji a nejúsporněji. Moderní nástroje na modelování nás vedou stále dál, než jen do 2D prostoru (papír a tužka/rýsovací program AutoCAD). BIM umožňuje stavebnictví využívat i další rozměry, 3D – model, 4D – čas, 5D – náklady, 6D – celý životní cyklus stavby. Je tedy logické, že si lidé budou chtít pomocí těchto nástrojů ušetřit jak čas, tak i peníze, které ve velkém množství v celém procesu navrhování a výstavby budov kolují.

3D	4D	5D	6D	7D
The shared information model	Construction sequencing	Cost	Project lifecycle information	
			Building Lifecycle Management (BLM)	Facility management (FM)
				

Tabulka 1: Rozměry BIM

Zdroj: Vlastní tvorba s využitím [8]

Jak ale usnadnit práci v samotných začátcích projektantům a architektům? Jak zefektivnit komunikaci mezi architektem, investorem a dodavatelem (výrobcem)? Jak zrychlit samotné projektování modelu budovy? Na tyto otázky existuje mnoho odpovědí. Jednou z nich jsou právě knihovny objektů.

Jedná se o digitální katalog konstrukcí a prvků, kde lze nalézt potřebné informace například k tvorbě projektové dokumentace, kalkulace investorovi či propagaci materiálů dodavatele.

Prvky umí komunikovat s programy, jako jsou například ArchiCAD, Revit nebo s jinými moderními programy pro tvorbu informačních modelů budov.

Knihovny objektů, které jsou k dispozici ke stažení, mohou snížit náklady na modelování a zkrátit tak celkovou dobu tvorby projektu. Projektanti si mohou jednoduše ušetřit čas přidáním již hotových (naprogramovaných) částí konstrukcí, či rovnou celé konstrukce, pomocí pluginů ve svých architektonických programech (případně přímo stažených prvků).

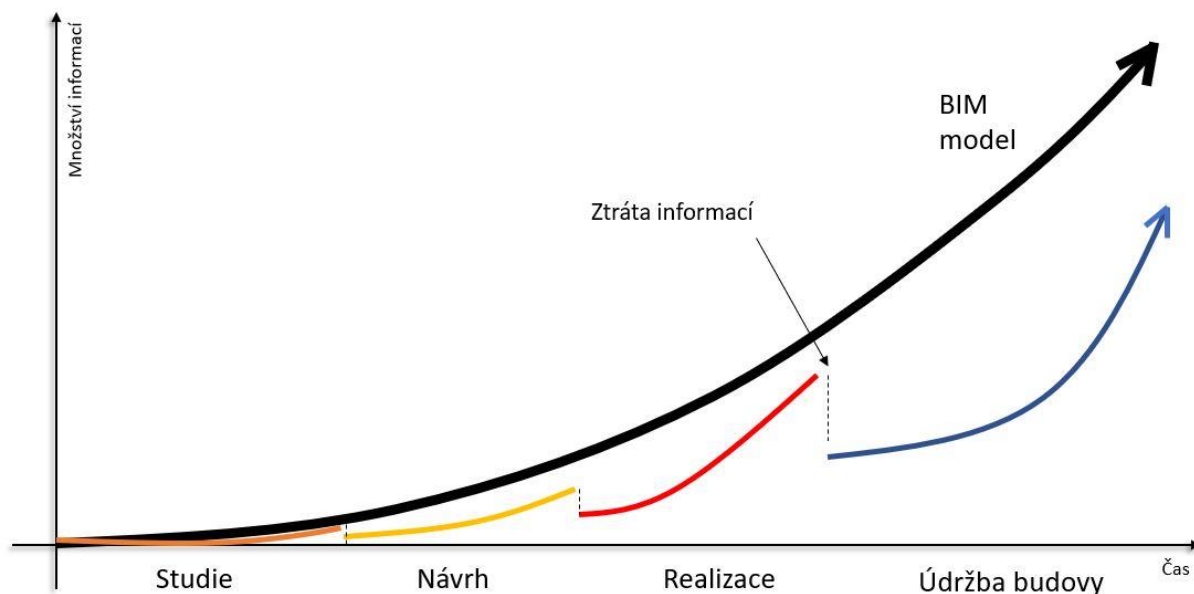
Internetová databáze katalogů od výrobců z celého světa vnese do projektu řadu informací o vybaveních. Jedná se například o dveře, okna, eskalátory, výtahy, výplně otvorů apod. Je to významné usnadnění při práci v dalších fázích, jako například koordinace materiálů na stavbě, tvorba rozpočtů a kalkulací.

V rámci knihoven a online databází prvků však existuje mnoho nebezpečí. V případě velkého množství takto ručně zadaných informací může dojít k nepravdivě zadaným hodnotám. Lidský faktor je v této fázi stále potřeba a není neomylný. V horším případě dochází i k velmi vysoké finanční ztrátě. Pravděpodobnost špatně zadaných informací je vzhledem k množství dat poměrně vysoká. Existují i další rizika. Když bude změněna databáze prvků, normy nebo standardy, ale v projektu budou stále použity dříve nadefinované hodnoty, kdo za tyto chyby nese poté zodpovědnost? Investor? Projektant? Výrobce? Velkým rizikem je také nedostatečná standardizace dat. Každý člověk má jiné požadavky na dílo a při rozdílných informacích o objektu, rozdílně definovaných vlastnostech může docházet k neshodám při komunikaci mezi jednotlivými účastníky projektu.

Jak se dá efektivně sledovat správnost zadaných dat? Při počtu desítek tisíc prvků se to zdá být nemožné. Tato chyba způsobená špatným zadáním se velice obtížně hledá. Co se týče standardizace, zde už je to o něco jednodušší – odpovědí jsou legislativou dané normy a standardy.

V dnešní době je BIM odborníky vnímán spíše jako souhrn informací o objektech = databáze. Knihovny prvků jsou tedy nezbytnou součástí BIM i když to nemusí být na první pohled patrné. Jsou součástí řady konstrukčních sekvencí, a nakonec mohou mít i vliv na facility management, či rovnou celý životní cyklus stavby. To znamená, že atributy musí být důsledně popsány a zkontrolovány, aby poskytly ten pravý přínos pro následné uživatele.

Z následujícího grafu je jasně patrná ztráta informací během celého cyklu výstavby. Tuto skutečnost prezentoval Ing. Jaroslav Synek, Ph.D. v propagačním videu společnosti Metrostav a.s.



Graf 3: Ztráty informací při celém cyklu výstavby
Zdroj: Vlastní tvorba, inspirace z [9]

2.1. Standardizace

Jedním z problémů při řešení knihoven objektů je standardizace. Již dnes je několik návrhů a zpracovaných studií na jednotný standard při navrhování staveb v rámci všech projektových dokumentací (studie, dokumentace pro územní rozhodnutí, dokumentace pro stavební povolení, dokumentace pro ohlášení stavby, projektová dokumentace pro provedení stavby, dokumentace skutečného provedení stavby, dokumentace bouracích prací). Je však třeba tuto skutečnost zavést pevně do legislativy. Umožňovalo by to například velké usnadnění schvalovacího procesu staveb na úřadech.

Jako příklad mohu uvést Standard negrafických informací v modelu (SNIM) od skupiny CzBIM (Odborná rada pro BIM - česká verze) nebo standardy LOD⁷ od BIMforum (verze USA) [10].

⁷ Reference, která umožňuje architektům a projektantům specifikovat stupeň detailu a množství informací o jednotlivém stavením objektu; původně LOD zhotovil American institute of Architects (AIA)

Právě LOD dává možnost do budoucna kontrolovat a standardizovat projekty dle jednotné struktury.

Do postupné standardizace v České republice je zapojeno Ministerstvo průmyslu a obchodu spolu s ostatními asociacemi, které se chtějí na zavedení BIM v naší zemi podílet. V minulém roce vydalo MPO na základě usnesení vlády č. 958 Konceptci zavádění metody BIM v České republice. Vedle něj se na jejím vydání podílelo například Ministerstvo dopravy (MD), resp. Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI) a dále experti Odborné rady pro BIM z.s. (CzBIM). [11]

Motto této koncepce zní:

„Zavedení metody BIM uspoří náklady na pořizování a rekonstrukce staveb a jejich provozování. Díky zavedení metody BIM do dosud nedigitalizovaného sektoru stavebnictví bude stát, jako dobrý hospodář, za stejné peníze schopen postavit a udržovat více staveb než dosud.“

[11, s. 3]

Dle této koncepce se vytvoření standardu pro jednotné LOD a LOI pro fáze tvorby dokumentace stavby datuje do první poloviny roku 2019. Na to navazuje i vytvoření databáze pro požadované vlastnosti stavebních výrobků (druhá polovina roku 2019). Ta bude specifikovat, jaké parametry, v jaké formě a jak detailně by měla daná databáze (knihovna) objektů obsahovat. Tyto povinnosti dostalo na starost MPO ve spolupráci s MMR a MD.

2.2. LOD

Existuje mnoho popisů a rozdělení LOD, o kterých se dá dále polemizovat. Dle webu bimforum.org se rozděluje na celkem 5 stupňů:

- LOD 100
 - prvky považovány pouze za přibližné, představující pouze orientační polohu, objem a umístění ve 3D prostoru
- LOD 200
 - jednotlivé stavební elementy jsou graficky reprezentovány jako generalizované (obecné) systémy nebo seskupení elementů s přibližným množstvím, rozměrem, tvarem, umístěním a orientací

- LOD 300
 - stavební elementy jsou graficky reprezentovány jako specifické skupiny elementů přesně ve smyslu jejich množství, rozměru, tvaru, umístění a orientace
- LOD 350
 - stavební elementy jsou graficky reprezentovány jako specifické objekty s přesným rozměrem, tvarem, umístěním, množstvím, orientací, informacemi o zhotoviteli, podrobnými detaily a také informacemi o poloze vůči ostatním stavebním objektům (zahrnující například kóty)
- LOD 400
 - stavební elementy jsou modelovány dostatečně detailně tak, aby je bylo možné vyrobit a dodat, tj. s přesnými rozměry, množstvím součástí, tvarem, polohou a orientací

Kromě LOD 100, u ostatních stupňů mohou být k jednotlivým elementům přiřazeny i negeometrické popisné informace.

Naopak britská norma PAS 1192-2, která specifikuje standardy pro fázi přípravy a dodávky stavebních projektů právě pomocí BIM, rozděluje úroveň detailů na dvě úrovně – LOD a LOI,

- Úroveň podrobnosti (LOD)
 - souvisí s grafickou stránkou modelu/objektu v různých fázích projektu
- Úroveň podrobnosti informací (LOI)
 - souvisí s negrafickou stránkou modelu/objektu v různých fázích projektu

kde se LOD dělí na:

- LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 a LOD 500 (jednotlivá vysvětlení úrovní souvisí s vysvětlením výše, je rozdílné pouze označení)

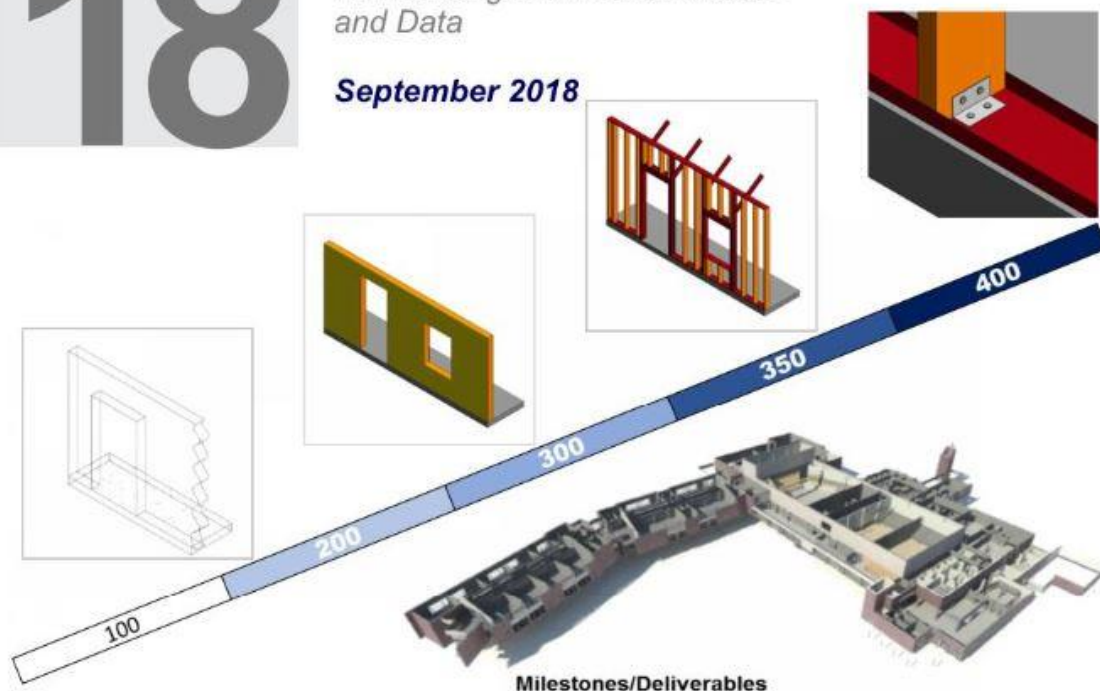
2018

BIMFORUM

LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY

For Building Information Models and Data

September 2018



Milestones/Deliverables

Building Systems	Model Elements	SD	DD	CD	Constr. Coord.	Fabrication
	Building Systems					

Obrázek 5: Stupně LOD
Zdroj: [10]

2.3. Datové formáty

Portfolio společnosti buildingSMART odkazuje na celkem pět typů otevřených standardů (viz obrázek 6), kde každý z nich zastupuje jinou funkci na poli podpory softwarů a projektů v BIM prostředí. Dle [12] jsou tyto formáty popsány takto.

IDM zachycuje, jaké procesy a informace musí daný uživatel poskytnout v určitém bodě projektu. Z názvu je patrné, že se jedná o manuál. **BCF** je zjednodušená forma XML jazyku⁸, který dokáže rozkódovat toky informací potřebné ke komunikaci mezi jednotlivými softwarovými nástroji podporující BIM technologie. Byl vyvinut společnostmi Tekla Corporation a Solibri Inc a převzat do portfolia buildingSMART jakožto nová specifikace. **bSDD** (dříve IFD⁹) je mezinárodním rozhraním pro datový slovník buildingSMART. Stará se o jednodušší interoperabilitu v oblasti stavebnictví a propojení stávající databáze s informacemi o konstrukcích s projekty s metodikou openBIM¹⁰. Posledním standardem je **MVD**. Jedná se o definování IFC datového modelu, kdy tento standard poskytuje návod na třídění a korektnost dat BIM modelu.

Tyto čtyři datové formáty nejsou v České republice tolik známy, jako formát IFC. Dle [13] jde o *otevřený neutrální souborový formát*, který umožňuje synchronizaci, výměnu a uchování dat mezi různými softwary operujícími s tzv. openBIM. Používání tohoto formátu znamená, že každá osoba v rámci celého cyklu výstavby projektu může pracovat v jeho zvoleném prostředí (softwaru) a díky tomu je dosaženo maximální efektivity v rámci výměny dat mezi jednotlivými profesemi. IFC formát zvládá zpracovat okolo 150 programů podporující BIM technologii po celém světě a v dnešní době je velice klíčovým prvkem při stále rostoucí kooperaci osob v projektech. Je však důležité zmínit, že není zárukou právě propojení jednotlivých profesí. Přestože je navržen pro usnadnění práce se sdílením dat, spoléhá se na dodavatele BIM softwaru s jeho podporou a správnou synchronizací.

V zásadě poskytuje pokyny a pravidla, které určují, jaké informace se mezi účastníky vyměňují. Může se jednat o geometrii prvků, ale tou to není omezeno. Výhody BIM skýtá právě možnost vložení informací o jednotlivých objektech, například stěnách, dveřích, oknech apod. IFC tedy umožňuje synchronizaci dat jako jsou vlastnosti, množství nebo například klasifikaci mezi jednotlivými softwary a fázemi projektu.

⁸ *eXtensible Markup Language; rozšiřitelný značkovací jazyk* [29]

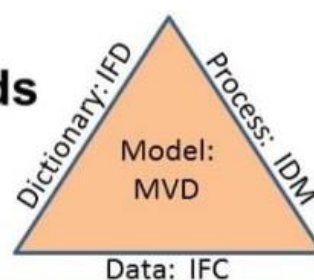
⁹ Z angličtiny *International Framework for Dictionaries*

¹⁰ openBIM koncept je univerzální přístup zefektivňující spolupráci při projektování, realizaci a provozu staveb a je založený na otevřených standardech a pracovních postupech. Byl vyvinutý aliancí buildingSMART®, jejíž cílem je pomoci dodavatelům AEC softwaru zlepšit, otestovat a certifikovat svá datová připojení k jiným Open BIM řešením. [21]

Poskytuje nejen definice jednotlivých typů objektů a prvků vyskytujících se ve stavebnictví, ale i textovou strukturu pro uložení těchto informací do datového souboru. Každý ze stavebních softwarů by měl mít možnost exportovat a importovat objekty či projekty právě ve formátu IFC.

V roce 2013 byla vytvořena celkem sedmá verze tohoto formátu daná normou ISO 16739, konkrétně IFC4 (dříve 1.0, 1.5, 1.51 a 2x, 2x2, 2x3 až „2x4“ = IFC4). Poslední aktualizace umožňuje podporu geometrických i všeobecných parametrů. Je rozšířena o stavební služby, konstrukční sféru a nabízí jednoduchý formát XML pro přenos těchto informací mezi softwary. IFC5 je dle asociace OpenBIM v přípravě s dalšími opatřeními pro parametrizaci objektů a se začleněním parametrizace infrastruktury. [14]

Technical Principles: Basic Standards



There are five basic methodology standards

What it does	Name	Standard
Describes Processes	IDM Information Delivery Manual	ISO 29481-1 ISO 29481-2
Transports information / Data	IFC Industry Foundation Class	ISO 16739
Change Coordination	BCF BIM Collaboration Format	buildingSMART BCF
Mapping of Terms	IFD International Framework for Dictionaries	ISO 12006-3 buildingSMART Data Dictionary
Translates processes into technical requirements	MVD Model View Definitions	buildingSMART MVD

Obrázek 6: Datové formáty dle společnosti buildingSMART
Zdroj: [15]

2.4. Normy

Jelikož je v některých státech světa BIM již schválen legislativou, státy si vytvořily předpisy a normy k jednotnému užívání a standardizaci. Česká republika již v rámci knihoven objektů jednu z těchto norem částečně převzala a přeložila. Jedná se o normu ČSN ISO 16354 (730111) - Obecné zásady pro znalostní a objektové knihovny, která, jak název napovídá, normatizuje

zásady pro tvorbu knihoven objektů a specifikuje kategorie databází. Cílem je sjednotit obsah a strukturu knihoven do té úrovně, aby se zlepšila komunikace mezi různými fázemi projektu, i mezi všemi profesemi v rámci celého životního cyklu výstavby. Byla zpracována na základě Nizozemské normy Netherlands Technical Agreement; NTA 8611:2008 (en) Guidelines for Knowledge Libraries and Object Libraries, Version 3.0. [16]

Velká Británie, jakožto jeden z hlavních lídrů informačního modelování ve světě, postupně přechází na nové mezinárodní standardy. Ty nahradí právě PAS 1192-2 spolu s BS 1192 (norma zabývající se koncepcemi a principy BIM). Tyto standardy (s platností od roku 2013) se osvědčily ve stavebních procesech v Británii a mají tak pomoci při standardizaci v ostatních zemích. Nové normy ponese názvy BS EN ISO 19650-1 a BS EN ISO 19650-2 a umožní jednodušší postup schvalování projektů a celkovou výstavbu budov ve stavebnictví ve světě. V průběhu implementace BIM v České republice by měly dostat i český překlad.

Je potřeba dodat, že normy nejsou povinné, ale pouze doporučené. Pro jednotný systém knihoven je tak dobré, např. smluvně, zajistit, aby dodavatel tyto normy dodržoval.

2.5. Autorská práva

Koncepce zavádění metody BIM v České republice dále řeší i autorská práva BIM modelů. Říká, že je nutné *“prověřit právní otázky týkající se majetkových a autorských práv a vytvořit vzory a šablony smluv a protokolů pro jednotnou aplikaci a omezení různých výkladů“*. [11, s. 32]

Dle autorského zákona (zákon č. 121/2000 Sb.) České republiky se dají knihovny objektů brát jako databáze, která je v přesném znění (odstavec § 2) řešena takto:

„(2) Za dílo se považuje též počítačový program, fotografie a výtvor vyjádřený postupem podobným fotografii, které jsou původní v tom smyslu, že jsou autorovým vlastním duševním výtvořem. Databáze, která je způsobem výběru nebo uspořádáním obsahu autorovým vlastním duševním výtvořem a jejíž součástí jsou systematicky nebo metodicky uspořádány a jednotlivě zpřístupněny elektronicky či jiným způsobem, je dílem souborným. Jiná kritéria pro stanovení způsobilosti počítačového programu a databáze k ochraně se neuplatňují.“

Z první přílohy ke smlouvě jednoho z pilotních projektů zavádění BIM metodiky v České republice (projekt Ředitelství silnic a dálnic ČR) lze citovat tuto skutečnost:

„Položka 10 - nedílnou a potřebnou součástí díla je i příprava a tvorba zakládajících výkresů (šablon) pro základní platformy AutoCAD a Microstation ve formátech DWT a SHP¹¹. Součástí bude i sestavení a předání použitých objektů z modelování, jako jsou např. dopravní značky, svodidla, VO či jiné prvky, pro další využití. Zhotovitel si na ně nebude nárokovat autorská práva a veškerá práva k prvkům (blokům) budou převedena při předání díla objednateli automaticky.“ [17]

Z poslední věty je jasně patrná souvislost řešení autorských práv v rámci nově vytvořených objektů. Ty bude v budoucnu možné použít i v jiných projektech pro jejich jednodušší a rychlejší zpracování.

Jak je to ale u případu, kdy si výrobce nechá zpracovat knihovny externím dodavatelem? Je pochopitelné, že zdrojové kódy, které jsou nutné pro funkčnost a chod cloudové databáze či pluginů, si ponechává dodavatel ve svém vlastnictví. Avšak data jsou stále v rukách výrobce. Souvisí to i s jejich aktualizací a korektností – ručí za ně podobně, jako ve svých publikacích (bezpečnostní listy, technické a konstrukční listy atd.). Dále je však nutné, aby někdo spravoval a udržoval v chodu celý systém, PIM¹² (případně AIM¹³), či konfigurátory pro konstrukce, kalkulace a podobně. To vše také zařizuje dodavatel systému knihoven.

Autorská práva knihoven objektů může být velice náročné vyřešit. Nebylo to původním předmětem této práce. Z právního pohledu by mohlo být zajímavé toto téma dále řešit.

¹¹ „Datový formát pro ukládání vektorových prostorových dat pro geografické informační systémy“ [22]

¹² „Dílčí typ Informačních modelů vyvinutý v průběhu návrhové, výrobní a realizační (nebo modernizační) fáze projektu. Při předání díla je Informační model projektu (PIM) základem pro Informační model aktiva (AIM), tudíž musí reprezentovat to, co bylo opravdu postaveno a ne to, co bylo zamýšleno projektanty“ [23]

¹³ „Dílčí typ Informačních modelů podporující údržbu, správu a provoz aktiva skrze jeho životní cyklus. Informační model aktiva (AIM) se používá (a) jako depozitář pro veškeré informace o aktivu; (b) jako prostředek pro přístup/připojení do systémů podniku (např. CMMC a BMS); a (c) jako prostředek pro příjem a centralizaci informací od ostatních stran v průběhu fázi projektu“ [24]

3. Analýza způsobů řešení dodávky knihoven objektů pro koncového spotřebitele z různých pohledů

Na trhu se objevuje jen malý počet společností, které se zabývají touto problematikou. S pomocí jednotlivých výrobců, jejich databází produktů (důležité informace o jednotlivých prvcích) vznikají právě zmiňované knihovny. Projektant si v knihovně navolí potřebná vstupní data, například požární odolnost, tloušťku konstrukce, zvukovou neprůzvučnost apod., a systém mu navrhne produkt, který tyto požadavky splňuje. Daný objekt nese všechny data, které se dále dají využít. Poté se zakomponuje do informačního modelu budovy, kde po rozkliknutí tyto informace účastník projektu vidí.

Zde přicházíme k hlavním výhodám knihoven. Pro projektanta je to jednoznačně zjednodušení a zefektivnění práce. Pro architekta vizuální stránka – nemusí sám konstrukce pracně vytvářet, ale vidí je již ve finální podobě. Oběma tak odpadá spousta času navrhováním a „aktualizováním“, kdy výrobce přejde na nový systém, ale projektant má v dokumentaci pořád ten starý. Tvorba kalkulací, spotřeby materiálu, generování technických listů a dokumentů například pro BOZP, požární řešení apod. jsou dalšími přednostmi, které je třeba vyzdvihnout.

Ze strany dodavatele nebo výrobce je zde také spousta výhod. Rád bych vyzdvihl usnadnění práce či jednodušší komunikaci se zákazníkem. Zákazník si stanoví požadavky a systém knihoven mu sám napoví, které řešení je správné. Odpadá tedy sousta telefonátů a výměna emailů s technickými dotazy. Výrobce (dodavatel) tak dostane možnost přispět k více projektům, hlavně těm, které budou projektovány právě prostřednictvím BIM. A jelikož takových přibývá, je ta správná doba vytvořit, nebo si nechat vytvořit, knihovnu svých produktů. V dnešní době jsou knihy konstrukcí zastaralé. Katalogy můžou být nahrazeny právě elektronickými knihovnami, které všechny potřebné informace budou evidovat.

Pro pochopení řešené oblasti práce si nejprve rozebereme možnosti práce s knihovnami. Existuje více možností, jak v dnešní době může architekt či projektant navrhovat konstrukce pomocí nástrojů BIM. Z pohledu dodavatele materiálů je to podobné. V následujících kapitolách poukáži na postup při zavádění jednotlivých procesů a jejich výhody i nevýhody.

3.1. Z pohledu projektanta/architekta

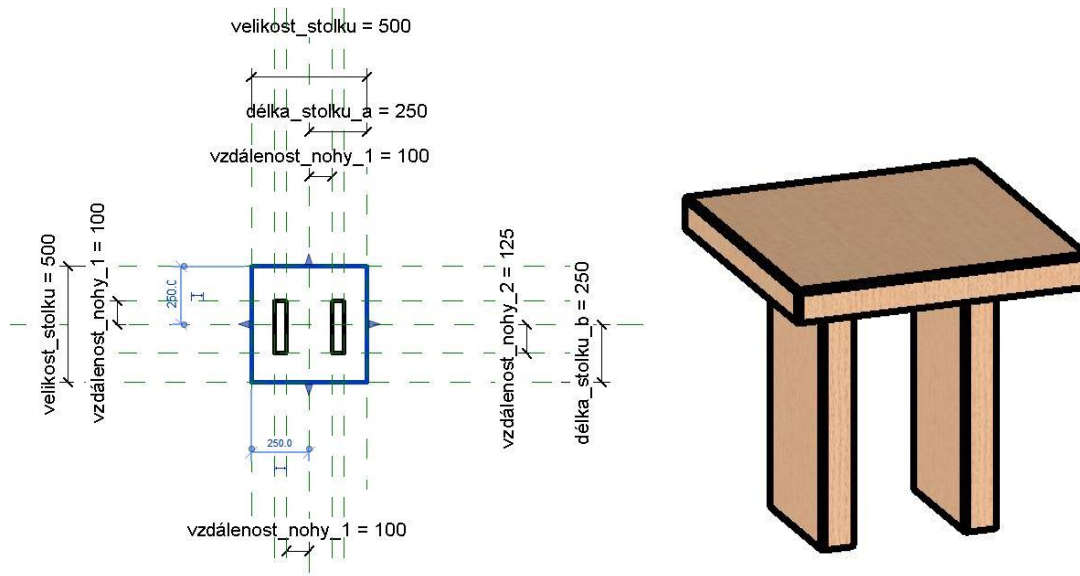
V rámci této práce byly dotázáni architekti, projektanti a studenti, kteří se již setkali v jakékoli formě s knihovnými objekty. Z této skutečnosti byly rozlišeny celkem tři hlavní způsoby práce s knihovnými prvky. Každý z nich zaujímá jednu podkapitulu, kde jsou shrnuty jeho hlavní funkce, postup tvorby (schémata 2, 3 a 4), a v neposlední řadě i výhody a nevýhody. Ty budou pro přehlednost shrnuty do tabulek (tabulka 2, 3 a 4). Anketa objektivních názorů dotázaných bude pro lepší přehlednost v přílohách této práce.

3.1.1. Tvorba vlastních knihoven objektů

Prvním řešením je, že si každá projekční firma tvoří své vlastní prvky. V začátcích je to značně složitý a zdlouhavý proces, který stojí mnoho úsilí, času a financí. Jakmile se ale vytvoří datová základna pro konstrukční modely prvků, dá se s nimi jednoduše dále pracovat a aktualizovat. Každá firma si tyto své objekty přísně chrání a daly by se tak zahrnout do jisté formy aktiv společnosti, či jejího know-how. V následujícím schématu (Schéma 2) je jasně popsána tvorba takovýchto prvků.



Schéma 2: Postup tvorby vlastní knihovny objektů
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek 7: Půdorys a 3D zobrazení objektu
Zdroj: Vlastní tvorba v softwaru Revit

První výhodou tohoto systému je **standardizace**. Projektanti ve většině případů tvoří prvky až na konkrétní projekt, tudíž pracují s aktuálními daty a normami. Formát objektů a jejich jednotlivých informací jsou tedy korektní a v souladu s momentální legislativou. Dalšími plusy je **design** jednotlivých objektů a jejich **využitelnost v softwarech**. Architekti se snaží co nejlépe prezentovat svou práci, a tak vkládají mnoho úsilí do vytvoření precizního prvku, který je vypracován dopodrobna. Tvoří si jej přímo v programu, ve kterém sami pracují. Nemají tedy problém s budoucím využitím již vytvořeného objektu.

Za vlastními knihovnami prvků je však spousta těžké a dlouhé práce. Při prvotní tvorbě těchto objektů stojí opravdu hodně úsilí a **času** vytvořit databázi knihoven dostatečně dokonalých pro budoucí flexibilní využití. To souvisí i s **finanční** stránkou věci, kdy po dobu tvorby takovéhoto knihoven by mohl být zaměstnanec využit na jinou práci. Tyto skutečnosti bych tedy zahrnul mezi největší negativa. Dalším zádrhelem jsou **data**. Ne vždy výrobce na svém webu (kde ve většině případů autor objektů shání dané informace), případně ve svých katalogích konstrukcí, aktualizuje dostatečně všechna svá data. Normové zkoušky konstrukcí se musí čas od času opakovat a konstrukce může být zastaralá v rámci nových norem. Hrozí tedy riziko, že projekt nebude schválen (nebo nevyhoví normám a standardům) díky zastaralým či špatným datům o konstrukci nebo prvku. Hledání správných a potřebných dat je velice časově náročné.

Výhody		Nevýhody	
+	Standardizace	-	Čas
+	Design (marketing)	-	Finance
+	Použitelnost v softwarech	-	Korektnost dat
		-	Aktualizace dat

Tabulka 2: Výhody a nevýhody tvorby vlastních knihoven objektů
Zdroj: Vlastní tvorba

3.1.2. Knihovny přímo od výrobce

Druhým způsobem je získání knihoven například z webu výrobce. Projektant tak nemusí pracně knihovny a jednotlivé prvky tvořit sám, ale po nalezení knihoven na webu si vše potřebné stáhne

na svůj disk. Objekty prostřednictvím softwaru vkládá do projektu. Každý program má svůj vlastní postup, jak si takovéto knihovny nahrát. Někdy to však bývá celkem složité, a ne vždy funkční. Nejbezpečnější je v tomto případě mít daný prvek vytvořen jako samostatnou rodinu (např. soubor ve formátu .rte¹⁴) a ten rovnou nakopírovat do projektu. V následujícím schématu (Schéma 3) je jasně popsán právě tento systém. V obrázku pod ním (Obrázek 8) je pak prostředí webu pro stažení jednotlivých objektů.

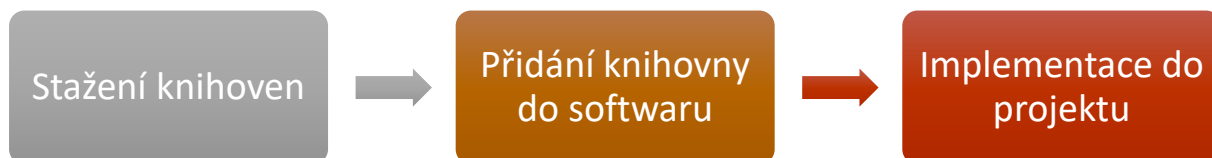


Schéma 3: Postup použití stažených knihoven objektů
Zdroj: Vlastní tvorba

BIM

fermacell

Hledejte zde...

Fermacell Kategorie produktu

Skupina produktu Poslední přidané

1 - 30 of 85 products

« « 1 2 3 » »

<p>1S11 H2O 100mm 30min 49dB... Fermacell</p>	<p>1S11 H2O 125mm 30min 49dB... Fermacell</p>	<p>1S12 H2O 100mm 30min 51dB... Fermacell</p>	<p>1S12 H2O 125mm 30min 51dB... Fermacell</p>
---	---	---	---

Ke stažení

- Stěny, stropy, příčky
- Podlahy
- Fasády
- Podkroví
- Dřevostavby
- Požární a akustické řešení
- Zdravé bydlení
- Rekonstrukce
- Dokumenty a obecné informace
- **BIM**
- Konstrukční detaily
- Konstrukční listy
- Software

Obrázek 8: Pohled na prostředí webu
Zdroj: www.fermacell.cz

¹⁴ Rodina objektu vytvořená pro software Revit společnosti Autodesk. Jiné grafické programy mají jiné parametry (možno poznat dle koncovky souboru) a tudíž jej lze použít právě a jen pro tento program

Výhodou tohoto procesu v porovnání s předchozím je jednoznačně úspora **času**. Není potřeba zdlouhavé tvorby vlastních objektů. Jde ruku v ruce s **finanční stránkou**, pokud výrobce své knihovny nabízí zdarma ke stažení. Velká většina výrobců to takovýmto způsobem provádí. Projektant se také nemusí starat o **korektnost a aktualizaci dat**. Je na výrobcu, aby své knihovny udržoval aktuální. V následujícím odstavci je korektnost a aktualizace dat uvedena i v negativech.

Nevýhodou je fakt, že každou konstrukci si architekt musí stáhnout zvlášť. Zdlouhavější a náročné je také vyhledávání v elektronické databázi výrobce. Prvky jsou již ve formě (**design**), ve které je výrobce poskytuje, a ne vždy jsou zpracovány do detailu. Každý **software** je tvořen na jiném principu, a tudíž i knihovny musejí být vytvořeny specificky pro každý program. Pokud se jedná například o malou projekční firmu, která si nemůže dovést vlastní programy od Autodesku (Revit) či Graphisoftu (ArchiCAD), které jsou poměrně drahé (platí se roční předplatné), a výrobce nenabízí knihovny pro jejich software, nemá jinou možnost než si potřebné objekty vytvořit sám. **Data** o objektech a jejich **aktualizace** jsou zde na uvážení. Zahrnul bych je tedy jak do výhod, tak i nevýhod systému. Pokud se výrobce o své knihovny dostatečně nestará, může časem docházet ke stejnému problému jako v předchozím případě (viz kapitola 3.1.1., odstavec 3). Na druhé straně si může být projektant/architekt jistý při reklamaci nebo finančních ztrátách, jelikož aktualizaci a správu dat zařizuje výrobce.

Výhody		Nevýhody	
+	Čas	-	Design (marketing)
+	Finance	-	Použitelnost v softwarech
+	Korektnost dat	-	Jednoduchost a přehlednost
+	Aktualizace dat	-	Korektnost dat
		-	Aktualizace dat

Tabulka 3: Výhody a nevýhody stahování knihoven objektů od výrobce
Zdroj: Vlastní tvorba

3.1.3. Softwarové pluginy třetích stran

Pluginy v softwarových programech jsou v dnešní době čím dál tím více populární. Je to hlavně díky jejich jednoduchému použití. Jedná se o zásuvný modul, program, který však nedokáže pracovat sám. Je potřeba ho nainstalovat právě do jednoho ze softwarů (např. Revit nebo ArchiCAD). Tento podpůrný program pak vylepšuje a rozšiřuje možnosti programu základního.

V rámci stavebních softwarů se jedná zejména o předem vytvořené konstrukce, palety barev a materiálů, čar a šrafur. Stačí si tedy pouze doinstalovat do svého programu plugin s knihovny materiálů či konstrukcí a pak je jednoduše aplikovat na daný projekt. O aktualizaci pluginů se stará skupina, která tento podpůrný program vyvinula a měla by také ručit za všechny informace, které jsou v něm obsaženy. V následujícím schématu (Schéma 4) je jasně popsána implementace pluginu. Náhled na program Revit a jeden z pluginů (BIM Project) je k vidění v příloze č.1.



Schéma 4: Postup aplikace pluginů
Zdroj: Vlastní tvorba

Hlavními plusy pluginů je velká úspora **času** a s tím i souvisejících **financí** (pluginy jsou ve většině případů zcela zdarma¹⁵). Mezi výhody tohoto systému bych také zahrnul **jednoduchost použití, přehlednost** a možnost rychlého vyhledávání. Bezesporu sem patří **aktualizace dat a jejich korektnost**. V dnešní době není výjimkou neustálé připojení k internetu. Díky tomu aktualizace probíhají.

Pluginy mají více plusů než minusů. Jako jedinou zásadní nevýhodu vidím **nekompatibilitost se všemi dostupnými softwary**. Pro každý se musí zvlášť konfigurovat prostředí pluginu.

¹⁵ Například plugin Cloud platform UNIFI, který byl vyvinut v USA a zahraniční firmy ho velice využívají, je zpoplatněn

Výhody		Nevýhody	
+	Čas	-	Design (marketing)
+	Finance	-	Použitelnost v softwarech
+	Korektnost dat	-	Standardizace
+	Aktualizace dat		
+	Jednoduchost a přehlednost		

Tabulka 4: Výhody a nevýhody pluginů
Zdroj: Vlastní tvorba

3.2. Z pohledu výrobce (objednatele)

Výrobce a dodavatele materiálů nemohu brát jako projekční firmu. Nemá dostatečně kvalifikovaný personál k tvorbě vlastních knihoven objektů či práci v grafických programech. Je tedy nutné, aby si nechal knihovny někým vytvořit externě. Dle znalostí z praktické části této diplomové práce existují dvě možnosti.

3.2.1. Částečná dodávka knihoven

Výrobce si najde kvalifikovanou firmu, která knihovny objektů zpracovává a nechá si od nich poslat šablonu (například v programu excel). Do té sám vyplní potřebná data a informace o všech produktech, které chce zdigitalizovat. Tím ušetří práci a čas firmě, která databázi dále zpracovává. Ta by měla mít již připravený algoritmus, kterým převede data z excelu do internetové databáze či svého vlastního pluginu. V následujícím schématu (Schéma 5) je popsána tvorba takovéto databáze.



Schéma 5: Částečná tvorba databáze
Zdroj: Vlastní tvorba

Výhodou tohoto systému se zdá být úspora financí objednatele, který si databázi vytvoří sám. Není to však úplně pravda. Z praktické části této práce (kapitola 4.) je jasně patrné, že peněžní hodnota tvorby knihoven objektů je zanedbatelná. Dodavatel navíc nabízí tvorbu databáze zcela zdarma při standartních službách¹⁶. Mezi plusy by se dala dále zahrnout **použitelnost v softwarech**. Objednatel si vybere, pro jaké softwary chce dané knihovny vytvořit. Většinou se dělají dvě až tři verze pro nejznámější softwary. Jsou to Revit od Autodesku, ArchiCAD od Graphisoftu nebo Allplan.

Nevýhody se zde také najdou. Například **čas** strávený nad tvorbou. Zaměstnanec, který na databázi pracuje, by mohl být využit k jiné práci. Prostředí, ve kterém je databáze tvořena, nemusí být zcela **jednoduché a přehledné** pro člověka, který v něm pracuje poprvé. **Aktualizace** dat by v tomto případě měla spadat také pod objednatele. U obou těchto systémů tvorby knihoven (spolu se systémem v kapitole 3.2.2.) je toto považováno za jednu z nevýhod (v návaznosti na výsledky z ankety, viz. Příloha č.4).

Výhody		Nevýhody	
+	Použitelnost v softwarech	-	Čas
+	Standardizace	-	Jednoduchost a přehlednost
+	Korektnost dat	-	Aktualizace dat

Tabulka 5: Výhody a nevýhody částečné dodávky knihoven objektů
Zdroj: Vlastní tvorba

3.2.2. Celkové zpracování databáze dodavatelem

V tomto případě přejímá dodavatel systému veškerou zodpovědnost za provedenou práci. Objednatel se stará pouze o korektnost a dodání potřebných dat a informací a následně o jejich aktualizaci. Výrobce se nemusí o nic starat, pouze předá data (technické listy, katalogy apod.)

¹⁶ Standartní tvorba databáze konstrukcí pro společnost fermacell je zdarma, avšak zařazení dat do systému BIM Project Cloud, následná podpora, aktualizace, celkový systém či nadstandartní služby mohou být paušálně zpoplatněny. Je to však předmětem obchodního tajemství a v této práci tomu nebude věnována větší pozornost.

a tím pro něj práce na knihovnách končí. Někteří dodavatelé na svém webu udávají, že tvorba knihoven je pro výrobce zcela zdarma. Ale nemusí to platit ve všech případech. V následujícím schématu je jednoduše popsán systém dodávky knihoven objektů.

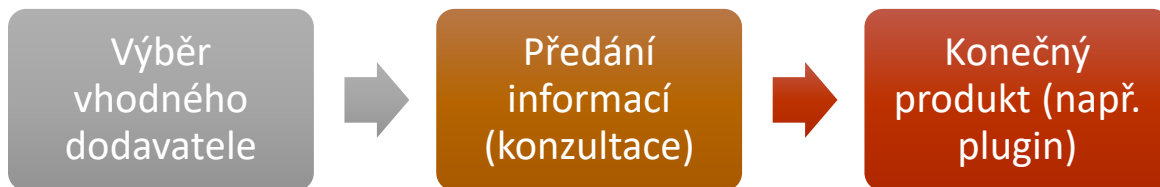


Schéma 6: Knihovny od dodavatele
Zdroj: Vlastní tvorba

Shrňme si tedy plusy a mínusy. Výhodou se zdá být zcela jasně méně práce pro objednatele, tedy **čas**. Ten se tak může soustředit na své další projekty a zvyšovat si zisk. Další výhody jsou totožné s předchozím systémem (kapitola 3.2.1.). Jediným rozdílem mezi těmito systémy je vkládání dat. Mínusem zde zůstává **aktualizace dat**, o kterou se musí i nadále starat výrobce.

Výhody		Nevýhody	
+	Čas	-	Aktualizace dat
+	Standardizace		
+	Korektnost dat		
+	Jednoduchost a přehlednost		
+	Použitelnost v softwarech		

Tabulka 6: Výhody a nevýhody dodávky knihoven objektů
Zdroj: Vlastní tvorba

Dále stojí za zmínku možnost vlastního designu a upload na stránky objednatele (viz poznámka č. 16, str. 40). Dodavatel vytvoří webový konfigurátor přímo podle návrhu a přání objednatele. Zákazník zde poté může provádět kalkulace a díky všem informacím o jednotlivých produktech jsou tyto kalkulace velice přesné. Jeden z takovýchto kalkulátorů již existuje. Jedná se o systém Rigips [18], kde si zákazník může zobrazit, či přímo objednat, materiál až do posledního prvku (šroubu) na daný počet metrů čtverečních.

3.3. Zhodnocení

V rámci práce byly položeny otázky ohledně systémů knihoven prvků různým projektantům, architektům, členům univerzit či kolegům studentům. V příloze této práce jsou více rozpracována zhodnocení všech systémů, které jsem uvedl výše. Tuto práci obohatil zajímavý pohled a názor ze strany inženýrů z Itálie. Profesor Andrea Giordano, u kterého byla práce konzultována, poskytl kontakty na jeho bývalé a současné studenty PhD. Jeden z nich pracuje s moderními technologiemi a jejich vývojem (virtuální realita) v americké společnosti HOK, která má celkem 23 poboček po celém světě. Tento člověk přidal další plugin do matice, se kterým pracují. Jedná se o Cloud Platform UNIFI, což je podobný cloudový systém knihoven, který je řešen v této práci. Je lokalizován na americký trh. Ve svém portfoliu mají více než 120 000 rodin pro software Revit. Jednou z nevýhod je nekompatibilita se softwarem ArchiCAD, který je dle mého názoru u nás velice rozšířen. Platforma však podporuje softwary jako jsou Bentley či SketchUp. Jeho plusy i mínusy jsou shrnuty v příloze č.4. Nutno podotknout, že tento plugin není zdarma.

UNIFI Labs je softwarová a servisní společnost zaměřená na poskytování služeb v rámci celého životního cyklu budovy ve stavebnictví. Pomáhá tak architektům, inženýrům, dodavatelům i vlastníkům stavby při řešení problémů od vývoje až po konečnou fázi projektu. V současné době nabízí software pro interakci s prvky AECO¹⁷, distribuci obsahu pro BPM¹⁸ a služby pro tvorbu obsahu BIM pro AECO i BPM. Dále stále rozvíjí cloud platformu, která usnadňuje práci, správu a aktualizaci dat použitých pro návrh, realizaci a provoz budov. [19]

Při souhrnném zhodnocení všech pozitiv i negativ je jasné, že z pohledu architektů a projektantů jsou jednoznačně nejvyužívanější a nejspolehlivější pluginy. Zjednodušují jim práci ve všech ohledech. Jsou jednoduché, přehledné, pokud se o ně jejich výrobce stará, jsou vždy aktuální se všemi potřebnými daty. Pluginů v dnešní době postupně přibývá a žádný z podnikatelů, který tyto programy tvoří, nechce zaostávat. Proto se snaží vymyslet co možná nejspolehlivější a nejjednodušší řešení pro navrhování staveb. Většina z nich jsou také zdarma, což je nespornou výhodou a hlavním kritériem, proč s nimi právě projektanti pracují.

¹⁷ Italská společnost zabývající se senzoričkou [26]

¹⁸ Britská stavební firma zabývající se vývojem softwaru pro měření množství stavebních a konstrukčních prvků v budově, uvádí zvýšení efektivity práce až o 70% [27]

4. Případová studie zpracování datové základny pro tvorbu knihoven z pohledu objednatele

Praktickou částí této práce je za pomoci know-how společnosti BIM Project s.r.o. vytvořit datovou základnu pro knihovny objektů. K této skutečnosti je využito kompletní databáze produktů společnosti Fermacell GmbH.

Dle systému BIM Project se ke tvorbě knihoven objektů dají použít dva způsoby. První je uživatelsky jednodušší způsob. Vypsání všech informací o jednotlivých objektech probíhá do excelových tabulek, což je časově náročné. Tyto tabulky se posléze nahrají na BIM Project Cloud a jsou dále zpracovány již odbornými pracovníky firmy BIM Project s.r.o. (převod databáze excel pomocí algoritmů na cloudové úložiště). V tomto systému byla databáze zpracována. U druhého způsobu odpadá převod informací pomocí algoritmů z excelu do BIM Project Cloud, kde se přímo zadávají jednotlivé produkty a k nim vybrané parametry.

Celou databázi Fermacell je nutné převést do excelu. Každá firma nemá dostatečně velký kapitál, aby mohla uvolnit prostředky pro vytvoření knihoven prvků. Předmětem této práce bylo zjistit, kolik času tvorba knihoven zabere, a zda se vůbec dané firmě vyplatí její vytvoření. Do budoucna by bylo dobré vědět, zda koncový zákazník dává přednost tištěné formě katalogů nebo internetové databázi. To tato práce nezkoumala.

Zejména pro projektanty a architekty, kteří pracují s moderními technologiemi (myšleno Revit, AchiCAD a další programy pro tvorbu 3D modelů a podporující BIM) jsou tyto knihovny velikým přínosem. Důkazem je seznam výhod systémů z přílohy č.3 a obrovský počet stažení jednotlivých objektů (32 586 469) na jednom z největších portálů s digitálními produkty [20]. Ne všichni však pracují v těchto nástroji a raději otevřou tištěnou podobu databáze.

Systém BIM Project Cloud je již tak daleko, že lze charakterizovat pomocí parametrů celou konstrukci do detailů. V rámci montované stěny se například jedná o materiály jako jsou desky, nosná konstrukce, izolace, ale i tmel a jednotlivé šroubky. V rámci této práce budou řešeny pouze desky a stěnové konstrukce. V další kapitolách je popsáno, jak taková databáze konkrétně vypadá a z čeho se skládá.

4.1. Informace o společnostech

4.1.1. Objednatel

Jako objednatel v této práci disponuje firma Fermacell GmbH. Jedná se o původně Německou dodavatelskou firmu stavebních materiálů, která vyrábí systémy pro suchou výstavbu. V celé Evropě zaměstnává kolem 600 lidí, v České republice je to dle roční účetní závěrky za rok 2016 celkem 9 zaměstnanců. Roční obrat české složky činí cca 205 mil. Kč (dle serveru justice.cz).

Je však velice těžké hodnotit, zda s knihovnou objektů pro BIM nástroje se zisky společnosti vyšplhají ještě výše. Jasně je, že s dalšími léty bude tato skutečnost více pravděpodobná. Věřím, že o této metodice zpracování projektů bude větší zájem, už jen díky povinnosti zadávání veřejných zakázek od roku 2022.

4.1.2. Zhotovitel

Společnost BIM Project s.r.o. byla založena roku 2013, je tedy poměrně mladou, avšak rychle rostoucí a prosperující firmou. Jedná se o zatím jediného hráče v České republice, který se zabývá právě vývojem knihoven BIM, elektronické databáze prvků či pluginů pro projekční software. Jejich největším projektem je v dnešní době právě BIM Project Cloud, který k dnešnímu dni obsahuje více jak 10 000 prvků od českých, ale i některých zahraničních výrobců.

4.2. Tvorba databáze

Pro tvorbu internetové databáze konstrukcí a prvků společnosti Fermacell byl vybrán systém z kapitoly 3.2.1. Od dodavatele bude dodána šablona (excel), která slouží pro vyplnění jednotlivých atributů k prvkům. Ta bude následně převedena do systému BIM Project Cloud. Ze získaných znalostí od dodavatelské společnosti existují dvě možnosti tvorby databáze. Podrobnější specifikace jsou popsány v následujících kapitolách.

4.2.1. Excel

První možností je tedy tvorba databáze z excelů. Pro každý prvek je v tabulce přiřazeno několik sloupců, kde každý zastupuje jednu materiálovou vlastnost. Jak je vidět v tabulce níže (tabulka 7), jedná se například o jméno, kategorie produktu, rozměry (šířka, výška, tloušťka), požární odolnost, pevnost, objemová hmotnost apod. Vyplnění excelové tabulky zabralo

poměrně hodně času. Konkrétní hodnoty naměřeného času budou pro představu uvedeny v tabulce č.13. Bylo k dispozici více jak 300 konstrukcí a asi 60 desek. Každá zastupovala jeden řádek. Ukázka excelové tabulky s charakteristikami jednotlivých prvků v příloze č.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	description	code designation of the product, eg by catalog, etc.	manufacturer name	brand name	product name	category name	gypsum construction board, gypsum fire resistance board, gypsum water resistant board	short description, max 256 characters	
3									
4	format	TEXT	TEXT	TEXT	TEXT	TEXT	TEXT	CLASS	TEXT
5	units								
6	example	7290007	BP_01A	BIM Project s.r.o	BIM Project	construction board 1	construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
7	SVD TB	70300		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
8	SVD TB	71324		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
9	SVD TB	71327		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
10	SVD TB	71325		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
11	SVD TB	71326		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
12	SVD TB	72324		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
13	SVD TB	72322		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
14	SVD TB	72323		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
15	SVD	70101		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
16	SVD	70021		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
17	SVD	70130		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
18	SVD	70132		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
19	SVD	70135		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
20	SVD	70133		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
21	SVD	70134		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
22	SVD	71095		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
23	SVD	71002		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
24	SVD	71056		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
25	SVD	71057		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
26	SVD	71130		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
27	SVD	71132		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
28	SVD	71135		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
29	SVD	71053		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
30	SVD	71133		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
31	SVD	71134		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.
32	SVD	72101		Fermacell GmbH	Fermacell	gypsum construction board	gypsum construction board	gypsum construction board	Gypsum construction board.

Tabulka 7: Databáze excel pro desky fermacell
Zdroj: Ing. arch. Petr Vokoun, BIM Project s.r.o.

Pro desky byla tvorba databáze jednoduchá, měly pouze jeden list v excelu (přesněji dva, jeden v českém a druhý v anglickém jazyce). Pro stěny už to bylo malinko složitější. Musely se nadefinovat jednotlivé materiály a vrstvy. Každý z těchto bodů má vlastní list. Například pro konstrukci o 5 vrstvách (deska z interiéru, nosná konstrukce, izolace, deska

z exteriéru, fasádní vrstva) je nutné vytvořit v listu vrstev 5 řádků a nadefinovat tak konstrukci s přesně zadanými názvy. Z 300 konstrukcí je tedy rázem kolem 1500 řádků databáze, ve které se už celkem obtížně orientuje.

Pro materiálovou charakteristiku je list jednodušší – pouze několik řádků. Tyto charakteristiky slouží k popsání například grafické stránky konstrukce pro 2D a 3D zobrazení v softwaru. Lze vybrat pouze z předem nadefinovaných šablon pro materiály, které jsou pro přesnost uvedeny v poslední listu – materials templates (viz tabulka 9).

	A	B
1	INT name	CZE name
2	anhydrit	anhydrit
3	asphalt	asfalt
4	concrete - lightweight	beton - lehčený
5	concrete - prefabricated	beton - prefabrikovaný
6	concrete - simple	beton - prostý
7	concrete - prestressed	beton - předpjatý
8	concrete - reinforcement	beton . vyztužený
9	brick - non-bearing	cihly plné - nenosné
10	brick - bearing	cihly plné - nosné
25	epoxy spatula	epoxidová stěrka
26	geotextile	geotextilie
27	waterproofing - bitumen bands	hydroizolace - bitumenové pásy

construction properties | materials | layers | accessories | **materials templates**

Tabulka 8: Databáze excel pro stěny fermacell – šablony materiálů
Zdroj: Vlastní tvorba

Všechny tyto vlastnosti jsou velice důležité pro následnou orientaci v databázi. Excelové tabulky se postupně nahrají na cloudové úložiště. S tou se poté pracuje již jako s vyhledávačem. Když uživatel požaduje stěnu tloušťky 500 mm a požární odolnosti 45 minut, zadá tyto parametry ve vyhledávání a z databáze se mu nabídnou všechny možné stěny splňující toto kritérium. Pak už stačí jen stáhnout daný prvek a nahrát do projektu. Nebo, pokud má uživatel stažený plugin ve svém softwaru, zmáčknout tlačítko (například „přidat do projektu“) a konstrukce se nahraje.

4.2.2. Cloud

Druhým způsobem je vkládání konstrukcí a materiálů přímo do cloudového úložiště, bez nutnosti vyplňování excelů. Do této databáze musí dát povolení k přístupu přímo osoba z BIM Project s.r.o. Přihlašování je klasicky skrze přihlašovací jméno a heslo. Uživatel tak má jeden login, pod kterým má všechny své předem zadané pozice (i sdílené projekty, viz níže), uložené a nemusí se bát o jejich ztrátu.



Schéma 7: BIM Project Cloud systém
Zdroj: www.bimproject.cz

Prostředí je velice intuitivní a navigační lišta je rozdělena do celkem 5 částí, podobně jako listy v excelu. První z nich jsou **skupiny produktů**, kde si výrobce vytvoří skupinu, do které poté vkládá jednotlivé produkty stejného charakteru – například stěny, podhledy, podlahové konstrukce apod. Další částí jsou **materiály**, kde si je člověk může nadefinovat. Ty jsou poté využity v kartě konstrukcí. Následující kartou je karta **produkty**, kde, jak název sám napovídá, si výrobce nadefinuje své produkty, které na trhu nabízí. V rámci této práce jsou to především sádrovláknité a cementovláknité desky. Předposlední kartou jsou **konstrukce**, kde se při vkládání jednotlivých konstrukcí (například stěn) využije předem nadefinovaných prvků (produkty a materiály). Poslední kartou jsou pak **projekty**. Toto je velice užitečná záložka. Je zde totiž možnost sdílení jednotlivých projektů s architekty a projektanty. Výrobce má tak možnost navrhnout řešení přímo v této databázi a architekt tak vidí provedené změny či návrhy ihned. Tato funkce velice usnadňuje komunikaci mezi oběma stranami.

V kartách konstrukce a produkty lze přidávat a poté upravovat jednotlivé parametry podobně jako ve sloupcích v excelu. Konstrukce či produkty lze pak jednoduše duplikovat, což usnadní práci při více položkách (například se stejnými vlastnostmi). Na snímku obrazovky níže (Obrázek 9) lze vidět prostředí tzv. adminu, kde se jednotlivé parametry pro konstrukce zadávají. V pravé části jsou výchozí produkty, tedy, pokud máte podobný produkt, lze ho takto zkopírovat a připsat pouze vlastnosti, které chybí nebo je pozměnit. Ve výběru z rolovacích

tlačítek (např. TYP VRSTVY) lze označit předem nadefinované jednotlivé vrstvy konstrukcí. Při stisku tlačítka PŘIDAT MATERIÁLY se zobrazí okno se stejným principem. Jedna z chytrých vlastností tohoto systému zadávání je, že pokud si vyberete tzv. BIM class, automaticky se vám přiřadí ke konstrukci vlastnosti, které je potřeba zadat. To souvisí se spoluprací BIM Projectu právě s organizací SNIM, která tvoří standardy. Existují tedy BIM classy, kde jsou předem nadefinované požadavky na počet a strukturu informací o produktu. Například u nosné stěny je potřeba vypsát informace o požární odolnosti, bezpečnostním druhu konstrukce, neprůzvučnosti, tloušťce atd.

VRSTVY KONSTRUKCE

pro BIM model

VRSTVA	SUB	TLOUŠŤKA	TYP VRSTVY	STRUCT	WRAPS	NÁZEV MATERIÁLU	PRODUKTY
▲	🗑️	#1 0 mm	Konstrukce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	+ PŘIDAT MATERIÁLY
▲	🗑️	#2 30 mm	Konstrukce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	+ PŘIDAT MATERIÁLY
▲	🗑️	#3 15 mm	Konstrukce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	+ PŘIDAT MATERIÁLY

CELKOVÁ TLOUŠŤKA KONSTRUKCE 45

PŘIDAT VRSTVU

4 0 mm Konstrukce + PŘIDAT VRSTVU

VLASTNOSTI

přidejte, odstraňte nebo upravte vlastnosti

vybrat BIM class

KONSTRUKCE přičky

+ PŘIDAT

součinitel prostupu tepla	min-max	0,2	W/M ² K	🗑️
požární odolnost	EI	30		🗑️
druh konstrukce z požárního hlediska	DP	3		🗑️
Vzduchová neprůzvučnost	min-max	47	DB	🗑️

Obrázek 9: Printscreens adminu (BIM Project Cloud)
 Zdroj: Ing. arch. Petr Vokoun, BIM Project s.r.o.

4.3. Vyhodnocení potenciálních nákladů na tvorbu BIM knihovny objektů

Jednou z otázek na počátku této diplomové práce bylo, zda se vůbec výrobci vyplatí takto aktualizovat své prvky a konstrukce na internetovou databázi. Z vlastních zkušeností vím, že mnoho lidí stále pracuje s tištěnými katalogy a kolik architektů a projektantů si tyto katalogy žádá. Bylo provedeno malé srovnání, nicméně knihovny prvků jsou stále v začátcích a až čas ukáže jejich výhody a pravý potenciál.

V minulém roce (2017) byla cena tištěných katalogů 42 Kč za kus. Každoročně se objednává kolem 3000 kusů, které jdou právě do rukou architektů a projektantů. Slouží také jako propagační materiály na veletrzích. Roční cena činí 126 000 Kč. Všechny tyto materiály jsou rozdávány zákazníkům zdarma, obdobně, jako knihovny objektů na webových stránkách. Tyto skutečnosti jsou uvedeny pro přehlednost v tabulce 10.

V rámci této práce byla řešena pouze část databáze, nad jejíž tvorbou bylo stráveno cca 10 hodin. Pro představu při čisté mzdě zaměstnance, který by takovouto databázi tvořil, se jedná o jednotky tisíců korun, což je ve výsledku zanedbatelná částka při tak velkém potenciálnímu využití (viz tabulka 11). Dodavatel nabízí běžné služby pro výrobce zdarma, některé z nich jsou však za příplatek (jako například vlastní program na web výrobce či běžné paušální služby na údržbu systému a chod aplikace). Toto je předmětem obchodního tajemství a z toho důvodu to není v práci uvedeno.

Každoroční obvyklé náklady na katalogy	
počet ks za rok	3000
cena/ks	42,00 Kč
celkem za rok	126 000,00 Kč

Předpokládané náklady na katalogy	
ks	1500
cena/ks	42,00 Kč
celkem za rok	63 000,00 Kč

Tabulka 9: Roční náklady na katalogy fermacell
Zdroj: Vlastní tvorba

Stěny	
	8 hod 44 min 1 s
Hodinová mzda brigádníka	
	120 Kč/h
Celkem	
	1 048,03 Kč
Desky	
	1 hod 8 min 1 s
Hodinová mzda brigádníka	
	120 Kč/h
Celkem	
	136,03 Kč
CELKEM	
	1 184,07 Kč

Tabulka 10: Mzda brigádníka při tvorbě databáze
Zdroj: Vlastní tvorba

Vzhledem k ročnímu obrátu firmy (viz kapitola 4.1.1.) je tedy částka za zhotovení knihoven objektů i s případnými paušálními platbami za servis cloudového úložiště či za vlastní design a přidání databáze na vlastní webové stránky zanedbatelná. Budoucí potenciál je obrovský, a tak bych cloudovou databázi konstrukcí a prvků právě v tomto systému doporučoval vytvořit. Půjde o standardizovanou tvorbu, kde se po zavedení povinnosti tvorby projektů v BIM bude jednat o velice silný argument pro zisk zakázek.

5. Závěr

Tato diplomová práce řeší dnes hodně skloňovanou problematiku BIM nejen z pohledu systémů knihoven prvků. V úvodu byla vysvětlena situace v jiné zemi, než je Česká republika. Konkrétně se jedná o Itálii, kde byla autorovi poskytnuta možnost vycestovat a prozkoumat tak implementaci právě v tomto státě.

Dále byly rozebrány způsoby využití/dodávky knihoven objektů ze dvou pohledů a byly zhodnoceny jejich výhody i nevýhody. Knihovny prvků jsou velice využívanou pomůckou při tvorbě projektů. Avšak nejednotnost standardizace konstrukcí a prvků je zatím poměrně velkým mínusem. Práce vlády za pomoci organizací, jako je například CzBIM, při zavádění metodiky BIM do legislativy by tomu měla v roce 2019 napomoci. Již v tomto roce (2018) je částečně hotova koncepce standardů pro informační modelování, které má pomoci při zadávání požadavků na BIM model ve smlouvách a samotném projektování.

5.1. Zhodnocení stavu BIM problematiky v Itálii

V rámci analýzy stavu implementace BIM v Itálii bylo zjištěno, že ve veřejném sektoru je na tom tento stát v podobné fázi, jako Česká republika. Od roku 2019 bude povinné zadávání nadlimitních veřejných zakázek (nad 100 mil. euro) kompletně v BIM. Na tvorbě legislativy a standardizace se aktivně podílejí soukromé instituce a stavební firmy ve spolupráci s organizací buildingSMART. Mnoho pilotních projektů je tak řešeno a výstupy z nich použity jako šablony, návody a doporučení. Od roku 2022 pak bude BIM povinný pro všechny stavby s výjimkou těch, které nemají vyšší požadavky na bezpečnost (obytné budovy).

5.2. Zhodnocení systémů pro dodávku a tvorbu BIM knihoven objektů

Při hodnocení systémů pro dodávku a tvorbu BIM knihoven objektů byl proveden průzkum využití různých systémů ze dvou pohledů. Jednalo se o osobní názor autora, i o názor celkem devíti respondentů z České republiky a Itálie. Ti měli, nebo stále mají zkušenost s prací s nástroji využívající BIM prostředí (zejména Revit či ArchiCAD).

Z výsledků je patrné, že v České republice (i v Itálii) je poměrně velké povědomí o knihovnách prvků a lidé s nimi rádi a velmi často pracují. Ze všech systémových možností je jasná veliká úspora práce a času. Jen při tvorbě vlastních prvků je tato skutečnost opačná. Většina takto vytvořených prvků je k dostání na internetu a to zdarma, což je veliké plus. V anketě měly nejlepší hodnocení pluginy, kde zvítězila jednoduchost a přehlednost. Také stojí za zmínku stálá aktualizace a korektnost dat. Důležitá je rychlost při zadávání jednotlivých prvků konstrukce do projektu, kde se v podstatě jedním kliknutím daná část i s potřebnými informacemi nahraje do modelu. Celkové zpracování knihoven je jen v rukou dodavatele systému, který se dále stará o jeho plynulý chod. Aktualizace a korektnost dat má v tomto případě na starost vlastník (výrobce) prvků. Z takovéto internetové databáze je dále možno vytvořit digitální katalog, pomocí kterého lze počítat kalkulace a výměry, což může být velice užitečná funkce pro investora. V budoucnu by tento systém měl pracovat s českou standardizací a měl by se zaměřit i na kontrolu zadaných dat o jednotlivých prvcích (nejen jejich kvantitu, ale i korektnost názvosloví, které je v BIM prostředí velice důležité).

5.3. Zhodnocení systému BIM Project Cloud

Po zkušenosti s prací v BIM Project Cloudu musím vyzdvihnout v závěru praktické části příspěvek právě této „aplikace“ pro budoucnost a modernizaci našeho stavebního průmyslu. Myslím, že v práci každého architekta či projektanta nastane situace, kdy bude přemýšlet o přechodu do BIM prostředí a najde si k němu cestu.

Jednou z otázek na začátku této práce byla standardizace. Jelikož tvůrci BIM Project Cloud spolupracují na projektu SNIM, tato cloudová databáze dokáže zhodnotit data a informace o produktech. Zda jsou zadány v jednotné formě, v jednotném formátu a s jednotnými názvy dle charakteristiky a názvosloví SNIM. Ten bude dobrým podkladem pro český národní standard, či rovnou standardem samotným. To hraje velikou roli a je významným plusem při kontrole projektu před schvalováním. V době, kdy bude jednotný standard, bude tato funkce nejsilnějším argumentem pro použití systému BIM Project Cloud.

Pokud bude vytvořen podobný systém (či rovnou převzat algoritmus tohoto systému) při řízení veřejných zakázek, zjednoduší se tím celé výběrové řízení. Docílí se tím také transparentnosti a zamezí se tak možnému znehodnocení procesu získávání zakázek.

5.4. Tvorba databáze

Společně s touto prací byla zpracována rozsáhlejší databáze prvků fermacell jako základ pro knihovnu prvků BIM ve spolupráci se společností BIM Project s.r.o. Jedná se o dvě tabulky v excelu, které obsahují parametry produktů fermacell. Tyto však nejsou přílohou. Je to z toho důvodu, že po dokončení diplomové práce bude databáze dále rozšířena o další produkty a jejich parametry. Všechny tyto tabulky jsou v tuto dobu neveřejné. Veřejné jsou jen screenshoty v kapitolách 4.2.1. a 4.2.2.

5.5. Vyhodnocení cílů

Cíl 1: Analýza implementace BIM v Itálii ve školství i legislativě

Tento cíl nebyl původním cílem práce, avšak po zahraničních konzultacích byl přidán. Vyplýval z četných rozhovorů při konzultacích. Byla tak zhodnocena aktuální situace v Itálii a srovnána se situací v České republice.

Cíl 2: Vysvětlení a rozbor problematiky v rámci knihoven objektů BIM

Druhý z cílů bylo představení všech možností práce s knihovny z pohledu jak architekta/projektanta, tak i výrobce/dodavatele. Tento cíl byl splněn s konkrétními výstupy, které jsou uvedeny v příloze č.3. Nakonec byl rozšířen o malou anketu (viz příloha č.4). Jsou zde zakomponovány i názory jiných odborníků.

Cíl 3: Analýza tvorby knihoven v rámci konkrétního podniku

Poslední cíl byl splněn částečně. Databáze prvků byla zpracována jen v rámci stěn a desek společnosti Fermacell. Příslušenství, jako jsou šrouby, tmely apod. budou předmětem dalšího jednání v rámci obou společností. Tato databáze byla tvořena za pomoci tabulek excel. Nebyly vkládány informace rovnou do BIM Project Cloud z prostředí adminu.

5.6. Diskuze

Celkové dokončení knihoven prvků nebylo pro účely této diplomové práce potřeba. Na daný rozsah práce postačuje databáze, která byla vytvořena, jako ukázka a poklad pro zhodnocení systému BIM Project Cloud. V návaznosti by se dalo ve tvorbě databáze pokračovat a dál jí rozšířit o příslušenství. V kapitole 2.5. o autorském právu jsou stále nezodpovězené otázky týkající se právních záležitostí a zákonů, které nebyly součástí zadání práce. Jejich vyřešení by mohlo přispět k tvorbě nové legislativy České republiky.

Seznam použité literatury

- [1] *Obrázky google* [online]. In: . b.r. [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: https://www.google.com/search?biw=2133&bih=1042&tbm=isch&sa=1&ei=Er8vXLfBMcWgsAGAurfwBg&q=architect%2C+contractor%2C+owner%2C+secretary+cartoons&oq=architect%2C+contractor%2C+owner%2C+secretary+cartoons&gs_l=img.3...28955.46330..46889...6.0..0.143.4331.32j13.....1....1..gws-wiz-img.....0i19j0i7i30i19j0i7i30j0i7i5i30j0i8i7i30j0i7i5i30i19.3Xq-bvW52ek
- [2] BIM obbligatorio dal 2019: le fasi di attuazione del decreto. *Edil Tecnico* [online]. Santarcangelo di Romagna: Redazione Tecnica, 2017 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.ediltecnico.it/51786/bim-obbligatorio-2019-decreto/>
- [3] Building Information Modeling in Italy. In: *Ingegneri* [online]. ABC Department, Politecnico di Milano: Fulvio Re Cecconi, 2016 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: https://www.ingegneri.cc/wp-content/uploads/2016/01/160125_BIM_Italy.pdf
- [4] The Minnucci Associates is the first Italian company to win an international prize at the International Smart Building Awards. In: *GE for ALL* [online]. Řím: BIM CAD GIS, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: https://rivistageomedia.it/2018101911539/bim-cad-gis/la-minnucci-associati-e-la-prima-societa-italiana-a-vincere-un-premio-internazionale-ai-building-smart-international-awards?acm=_558&idU=
- [5] Napoli Afragola - Italy's remarkable new station. In: *BIM Community* [online]. Barcelona: BIMCommunity, 2018 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/87/napoli-afregola-italy-s-remarkable-new-station>
- [6] Italy's New Eco-Friendly Hub for Biomedical Research. In: *HOK* [online]. St. Louis, 2018 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <https://www.hok.com/design/type/science-technology/rimed-biomedical-research-and-biotechnology-center/>
- [7] BIM residential complex. In: *BIMon* [online]. Řím: BIMon S.r.l., 2018 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <https://bimon.it/en/portfolio/bim-residential-complex/>
- [8] *Obrázky google* [online]. In: . b.r. [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: https://www.google.com/search?biw=2133&bih=1042&tbm=isch&sa=1&ei=Q78vXKnZCMAasAGr76igAg&q=house%2C+design+plan%2C+dollar%2C+harmonogram&oq=house%2C+design+plan%2C+dollar%2C+harmonogram&gs_l=img.3...168748.198571..199481...18.0..0.139.4652.29j18.....1....1..gws-wiz-img.....0j35i39j0i67j0i30j0i10i19j0i5i30i19j0i8i30i19j0i19j0i8i30.-wBo60vkbZ0
- [9] BIM a Metrostav (HD). In: *Youtube* [online]. b.r. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=ep1yg0WcSfk>
- [10] BIM FORUM, . *The Level of Development (LOD) Specification*. místo neznámé: BIMForum, 2018.
- [11] *Koncepce BIM* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/>
- [12] *BIM Dictionary* [online]. b.r. [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://bimdictionary.com/>
- [13] Industry Foundation Classes. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2014 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes

- [14] MCPARTLAND, Richard. What is IFC?. In: *NBS* [online]. Newcastle upon Tyne: Richard McPartland, 2017 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-ifc>
- [15] Open Standards - the basics. In: *BuildingSMART* [online]. buildingSMART, 2018 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards/>
- [16] ČSN ISO 16354 (730111). *Obecné zásady pro znalostní a objektové knihovny*. 1. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [17] *Vyhotovení 3D modelů staveb a návrh metodiky pro postupnou implementaci BIM v prostředí ŘSD ČR* [online]. Praha: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2017, (01-000374) [cit. 2019-01-05].
- [18] Výpočet spotřeby materiálu. *Rigips* [online]. Praha: Saint-Gobain Construction Products CZ a.s. Divize Rigips, 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.rigips.cz/kalkulacka/?board=rb&profile=75>
- [19] UNIFI Labs. *UNIFI Labs* [online]. 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <https://unifilabs.com/about>
- [20] *BIM Object* [online]. Malmö: BIMObject®, 2013 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.bimobject.com/cs>
- [21] *OpenBIM* [online]. 2017 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <http://www.openbim.cz/>
- [22] Shapefile. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2013 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Shapefile>
- [23] Project information model. In: *BIM Dictionary* [online]. 2016 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://bimdictionary.com/en/project-information-model/1/>
- [24] Asset Information Model (AIM). In: *BIM Dictionary* [online]. 2016 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://bimdictionary.com/en/asset-information-model/1/>
- [25] *HOK* [online]. St. Louis: HOK, 2018 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <https://www.hok.com/>
- [26] AECO Sensors. *AECO Sensors* [online]. 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <https://www.aecosensors.com/?fuseaction=azienda&t=Azienda>
- [27] BPM BIM. *BPM BIM* [online]. 2018 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://www.bpmbim.com/#>
- [28] *Příručka BIM pro Investory*. První vydání. Praha: Odborná rada pro BIM, z. s., 2018. ISBN 978-80-907251-2-6.
- [29] Extensible Markup Language. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2018 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Extensible_Markup_Language

Seznam příloh

Příloha č. 1: Náhled pluginu od společnosti BIM Project v softwaru Revit

Příloha č. 2: Databáze excel pro stěny fermacell – charakteristika konstrukcí

Příloha č. 3: Matice výhod a nevýhod jednotlivých systémů tvorby knihoven objektů BIM

Příloha č. 4: Anketa - Výhody a nevýhody jednotlivých systémů tvorby knihoven objektů BIM

Seznam tabulek, schémat, grafů a obrázků

Tabulka 1: Rozměry BIM	23
Tabulka 2: Výhody a nevýhody tvorby vlastních knihoven objektů.....	35
Tabulka 3: Výhody a nevýhody stahování knihoven objektů od výrobce	37
Tabulka 4: Výhody a nevýhody pluginů	39
Tabulka 5: Výhody a nevýhody částečné dodávky knihoven objektů	40
Tabulka 6: Výhody a nevýhody dodávky knihoven objektů.....	41
Tabulka 7: Databáze excel pro desky fermacell.....	45
Tabulka 8: Databáze excel pro stěny fermacell – šablony materiálů	46
Tabulka 9: Roční náklady na katalogy fermacell	49
Tabulka 10: Mzda brigádníka při tvorbě databáze	50
Schéma 1: Sdílení informací pomocí společného datového prostředí	11
Schéma 2: Postup tvorby vlastní knihovny objektů	34
Schéma 3: Postup použití stažených knihoven objektů	36
Schéma 4: Postup aplikace pluginů.....	38
Schéma 5: Částečná tvorba databáze.....	39
Schéma 6: Knihovny od dodavatele	41
Schéma 7: BIM Project Cloud systém	47
Graf 1: Využití BIM v Itálii	14
Graf 2: Využití knihoven BIM v Itálii	15
Graf 3: Ztráty informací při celém cyklu výstavby.....	25
Obrázek 1: Mračno bodů pomocí laserového skenování, Stanice hlavního nádraží, Neapol ..	17
Obrázek 2: Stanice Afragola v Neapoli.....	19
Obrázek 3: Centrum biomedicínského výzkumu a biotechnologie.....	21
Obrázek 4: BIM residenční komplex	22
Obrázek 5: Stupně LOD	28
Obrázek 6: Datové formáty dle společnosti buildingSMART	30
Obrázek 7: Půdorys a 3D zobrazení objektu	34
Obrázek 8: Pohled na prostředí webu	36
Obrázek 9: Printscreen adminu (BIM Project Cloud).....	48