

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE
BIM ve Facility Managementu -
převzetí modelu pro provozní fázi budovy

Bc. Daniela Hochová
2019

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Hampl



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hochová	Jméno: Daniela	Osobní číslo: 424466
Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: BIM ve Facility Managementu - převzetí modelu pro provozní fázi budovy	
Název diplomové práce anglicky: BIM in Facility Management - A BIM Hands-Over for Building Operation	
Pokyny pro vypracování: BIM ve Facility Managementu, přínos systému BIM v jednotlivých fázích životního cyklu budovy (výhody a nevýhody oproti 2D dokumentaci). Převzetí informačního modelu pro provozní fázi budovy - projekt nové centrály ČSOB v Praze, Radlicích: převzetí dat z BIM do IWSM systému.	
Seznam doporučené literatury: Vlastimil K. Vyskočil, Ondřej Štrup: Facility Management - metoda řízení podpůrných činností (2007) Karen M. Kensek: Building Information Modeling (2014)	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Milan Hampl	
Datum zadání diplomové práce: 1.10.2018	Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------



PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce Ing. Milanem Hamplem.

V Praze dne 6.1.2019

.....

Bc. Daniela Hochová



PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu Ing. Milanovi Hamplovi za cenné rady a připomínky při vedení této práce. Velký dík patří také oddělení FAM ČSOB za jejich vstřícnost.



ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá metodikou BIM a jejím využitím ve Facility Managementu. Cílem práce je stanovení předpokladů a požadavků pro úspěšnou implementaci BIM do Facility Managementu. Autorka se zabývá přínosy BIM v jednotlivých fázích životního cyklu stavby, požadavky na model pro fázi užívání stavby, srovnáním dvou metod přejímky stavby a informačního modelu a standardizací BIM dat. Diplomová práce využívá reálné zkušenosti získané na základě konzultací s útvarem FAM ČSOB.

KLÍČOVÁ SLOVA

BIM, Facility Management, správa budov, stavebnictví 4.0, IWSM, životní cyklus budovy, převzetí modelu



ABSTRACT

This diploma thesis deals with BIM and its use in Facility Management. The aim of the thesis is to set the assumptions and requirements for successful implementation of BIM in Facility Management. The author deals with the benefits of BIM in the building life-cycle phases, the model requirements for building operation, comparison of the two building and model handover methods and the BIM standards. The diploma thesis uses the real experience gained in consultation with the FAM ČSOB department.

KEYWORDS

BIM, Facility Management, building operation, construction 4.0, IWSM, building life-cycle, model hands-over



OBSAH

Prohlášení.....	3
Poděkování.....	4
Abstrakt.....	5
Klíčová slova.....	5
Abstract.....	6
Keywords.....	6
Seznam použitých zkratk.....	11
ÚVOD.....	12
1 IMPLEMENTACE BIM DO STAVEBNICTVÍ.....	14
1.1 BIM.....	14
1.2 Stavebnictví 4.0.....	15
1.2.1 Čtvrtá průmyslová revoluce.....	15
1.2.2 Stavebnictví 4.0.....	16
1.3 Důvody přechodu na metodiku BIM.....	17
1.4 Přínosy využití BIM v jednotlivých fázích životního cyklu.....	18
1.4.1 Přínosy BIM ve fázi návrhu.....	19
1.4.2 Přínosy BIM ve fázi realizace.....	21
1.4.3 Přínosy BIM ve fázi užívání stavby.....	22
1.4.4 Shrnutí přínosů.....	23
1.5 Rizika spojená s BIM.....	24
1.6 Současný stav zavedení BIM.....	25
1.6.1 BIM v zahraničí.....	26
1.6.2 BIM v ČR.....	27
1.7 Způsoby dodávky výstavbových projektů.....	29
1.7.1 Design-bid-build (DBB).....	29
1.7.2 Design-build (DB).....	30
1.7.3 Integrated Project Delivery (IPD).....	30
1.7.4 Způsob zadávání BIM.....	31
2 FACILITY MANAGEMENT.....	32
2.1 Vymezení pojmu Facility management.....	32



2.2	Význam facility managementu v životním cyklu budovy	33
2.3	Úrovně součinnosti facility managementu	34
2.4	Technická správa budov	35
2.4.1	Metody údržby budov	35
2.4.2	Technická zařízení budov	35
2.4.3	Vyhrazená technická zařízení.....	36
2.4.4	Údržba technických zařízení.....	36
2.5	Softwarová podpora facility managementu (IWMS)	37
2.5.1	Projektový management ve vztahu ke kapitálu	38
2.5.2	Správa portfolia nemovitostí, nájmu a podnájmu	38
2.5.3	Správa a uspořádání ploch a správa prostředí	38
2.5.4	Řízení, správa a provoz	38
2.5.5	Trvale udržitelný rozvoj (energetický management).....	39
3	POŽADAVKY NA BIM ZE STRANY FM	40
3.1	As-built model.....	40
3.2	BIM Execution Plan (BEP).....	41
3.3	COBie a IFC	41
3.4	Obecné požadavky na BIM model	42
3.4.1	Umístění modelu a jeho orientace	42
3.4.2	Jednotky	42
3.4.3	Level of Detail/Development.....	42
3.4.4	Názvosloví.....	43
3.4.5	Parametry.....	44
3.5	Informace potřebné pro FM	45
3.5.1	Revize vyhrazených technických zařízení.....	45
3.5.2	Pravidelná údržba technologických zařízení	45
3.5.3	Úklid	46
3.5.4	RFID	47
3.6	Kontrola projektu ze strany FM.....	48
3.6.1	BIM koordinátor	49
3.6.2	Kontrola ve fázi návrhu.....	49



3.6.3	Kontrola ve fázi realizace	49
4	PŘEVZETÍ INFORMAČNÍHO MODELU A BUDOVY	50
4.1	Commissioning	50
4.2	Průběžné vkládání dat do modelu	51
4.2.1	Přejímka informačního modelu	52
4.2.2	Převzetí budovy	52
4.3	Vložení dat po dokončení výstavby	53
4.3.1	Přejímka informačního modelu	53
4.3.2	Převzetí budovy	54
4.4	Srovnání metod	54
4.5	Uvedení do provozu	55
4.5.1	Synchronizace BIM s IWMS	55
4.5.2	Školení personálu v BIM	55
5	STANDARDIZACE	57
5.1	Standardy BIM	57
5.1.1	Standard negrafických informací 3D modelu (SNIM)	57
5.2	Klasifikační systémy stavebních výrobků	59
5.2.1	OmniClass	60
5.2.2	MasterFormat	60
5.2.3	UniFormat	60
5.2.4	Uniclass	61
5.2.5	Klasifikační systémy v ČR	61
5.3	Návrh datové struktury	61
5.3.1	Role státu	62
5.3.2	BIM knihovna	62
5.3.3	Dodavatelé stavebních výrobků	62
6	PROJEKT NOVÉ CENTRÁLY ČSOB	64
6.1	BIM a ČSOB	65
	ZÁVĚR	67
	BIBLIOGRAFIE	70
	SEZNAM TABULEK	73



SEZNAM OBRÁZKŮ	73
SEZNAM PŘÍLOH.....	73



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BEP	BIM Execution Plan
BIM	Informační modelování budov
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
CzBIM	Odborná rada pro BIM
ČR	Česká republika
ČSOB	Československá obchodní banka
DB	Design-Build
DBB	Design-Bid-Build
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
FM	Facility Management
GIS	Geographical Information System
IFC	Industry Foundation Classes
IPD	Integrated Project Delivery
LCC	Life Cycle Costs
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
QR kód	Quick Respond Code
RFID	Radio-frequency Identification
TZB	Technická zařízení budov
VTZ	Vyhrazená technická zařízení
VZT	Vzduchotechnika
ZTI	Zdravotně technické instalace



ÚVOD

BIM, tedy informační modelování staveb, se stává v českém stavebnictví čím dál více skloňovaným pojmem. Jeho přínosy si postupně začínají uvědomovat všichni účastníci životního cyklu stavby, od investorů, přes projektanty, až po facility managery.

Právě facility management, potažmo fáze užívání stavby, je etapou, kde BIM v implementaci trochu zaostává za ostatními fázemi životního cyklu. A to navzdory tomu, že je fází nejdůležitější – vždyť užívání stavby je účelem a cílem celého výstavbového projektu. Provozní náklady navíc tvoří největší položku v celkovém součtu nákladů životního cyklu budovy. [1]

V České republice je prvním projektem, kde bude BIM využíván ve facility managementu, stavba nové centrály ČSOB v Praze, Radlicích. Právě tento inovativní projekt mě inspiroval k napsání této diplomové práce.

Po dokončení výstavby se oddělení facility managementu často dostanou do rukou bedny a pořadače plné výkresů, technických zpráv a dokumentů. Tyto dokumenty většinou obsahují všechny informace, které jsou nutné pro efektivní správu budov – pokyny k údržbě jednotlivých prvků, záruční listy, návody k opravám a mnoho dalšího. Představa, že všechny tyto informace budou obsaženy v jednom modelu, v jedné strukturované databázi, zní možná v současnosti zatím dost nereálně. Tato diplomová práce má za cíl specifikovat požadavky a další předpoklady k tomu, aby se tato představa co nejlépe přiblížila realitě.

Jelikož BIM je metodikou, která znamená zásadní změnu oproti současnému způsobu projektování, respektive dodávky výstavbových projektů, je nejprve nutné pochopit její princip nejen v rámci jednoho projektu, ale v rámci celého stavebnictví. V první kapitole se tedy zaměřím na výklad pojmu jako takového, současný stav implementace do stavebnictví v České republice i ve světě v kontextu tzv. Stavebnictví 4.0 a shrnutí jeho přínosů v jednotlivých fázích projektu i rizik. Přejít na metodiku BIM také podstatně mění (nejen) smluvní vztahy mezi účastníky životního cyklu.

Aby byl výsledný informační model skutečně využitelný pro efektivní správu budovy, je nutné již na začátku projektu specifikovat, které informace a v jaké formě by měl obsahovat a také kdo by za tyto informace měl nést odpovědnost. Tato specifikace by měla vycházet ze strany facility managementu. Pokud model tyto požadavky naplní, může přinést mnohem více výhod, než je zefektivnění následné správy budovy – například dokáže do značné míry usnadnit samotnou přejímku budovy.



Některé informace, které by měly být v modelu obsaženy, jsou však dnes pro použití v BIM v nevyhovujícím formátu. Jsou to především dokumenty v papírové formě dodávané společně se zabudovanými stavebními výrobky. Aby bylo možné z nich získat ony kýžené informace a vložit je do modelu, je nutné, aby tyto informace byly zpracovány člověkem. Na místě je tedy snaha o automatizaci sdílení těchto informací – tedy že budou počítačově čitelné a bude snadné je předávat například mezi různými softwary (a potažmo fázemi i účastníky projektu). Ta však musí vzniknout na vyšší úrovni, než je rámec projektu. Proto se v současné době i u nás hovoří o vytvoření národních standardů BIM dat a klasifikačního systému stavebních výrobků. Pokud tato standardizace bude úspěšná, může usnadnit mnoho procesů a tím pádem přinést úsporu času i nákladů.

Hlavní cíle práce:

- 1. Popsat přínosy BIM v jednotlivých fázích životního cyklu, nevýhody, respektive případná rizika.**
- 2. Popsat požadavky na model ze strany facility managementu.**
- 3. Srovnání dvou metod převjímký budovy, potažmo informačního modelu: metoda průběžného vkládání dat do modelu během realizace vs. metoda vložení dat po dokončení stavby.**
- 4. Stanovení předpokladů pro automatické vygenerování pokynů k provedení údržby/revizí na základě dat vložených do informačního modelu – návrh datové struktury.**
- 5. Projekt nové centrály ČSOB v Radlicích.**



1 IMPLEMENTACE BIM DO STAVEBNICTVÍ

1.1 BIM

Co to vlastně BIM, tedy Building Information Modeling, je? Tato otázka má dosud mnoho různých odpovědí. Pro příklad uvedu některé definice:

Informační model budovy je digitální model reprezentující fyzický a funkční objekt (stavbu) s jeho charakteristikami. Model slouží jako databáze informací o objektu pro jeho navrhování, výstavbu a provoz po dobu jeho životního cyklu, tj. od prvotního konceptu po odstranění stavby. [2]

BIM je inteligentní proces založený na 3D modelu, který slouží jako nástroj pro architekty, projektanty a zhotovitele k efektivnějšímu návrhu, realizaci a správě budov a technické infrastruktury. [3]

Abychom problematice BIM správně porozuměli, je nutné nejprve správně pochopit, co znamená samotná zkratka. Nejčastěji se používá český překlad Informační model budovy. Zkusíme si ale jednotlivá písmena přeložit a vysvětlit.

„B“, tedy Building, bývá překládáno jako budova. Building ovšem v angličtině neznamená pouze výsledný produkt, ale také výstavbu jako takovou, tedy proces stavění.

„I“, Information, informace. V tomto případě není o významu pochyb. Informace jsou to, co nadřazuje BIM nad dosavadní CAD projektování¹. Bez informací o jednotlivých prvcích a konstrukcích bychom měli pouze geometrický 3D model.

Písmeno „M“ je vykládáno jako Model, Modeling, nebo Management. Stejně jako u slova Building, i zde znamená Model spíše výsledek, kdežto Modeling reprezentuje proces. V tomto případě se nejedná pouze o proces stavění, ale o celý průběh tvorby modelu, potažmo celý životní cyklus stavby, tedy tu dobu, kdy se do modelu vkládají informace. Tento proces zdaleka nekončí ve fázi návrhu v architektonické či projekční kanceláři, ale pokračuje i ve fázi realizace a správy budovy. Informace získané ve fázi realizace mohou být dokonce klíčové pro fázi provozu budovy, které se budeme podrobně věnovat později. Význam slova Management, česky řízení nebo správa, lze potom chápat jako *koordinaci* vkládaných dat, jelikož se data vkládají do modelu v různých fázích životního cyklu budovy a tudíž různými účastníky stavebního procesu (projektantem, zhotovitelem).

Zkráceně si lze tedy informační model budovy představit jako informační databázi, která může zahrnovat kompletní data od prvotního návrhu, výstavby,

¹ CAD – Computer Aided Design, tedy počítačem podporované projektování.



správy budovy a případné rekonstrukce až po její demolici, včetně ekologické likvidace stavebního materiálu a uvedení staveniště do původního stavu. Do této informační databáze přispívají svým dílem všichni účastníci stavebního procesu. Největší přínos má tedy BIM za předpokladu, že je využíván během celého tohoto procesu. Pokud některý z účastníků odmítne metodiku BIM použít, výrazně omezuje efektivitu informačního modelování. Velkou výhodou tohoto způsobu spolupráce a přístupu k informacím o budově je spolupráce bez ztráty dat. To znamená, že by měli všichni sdílet ty informace, které jsou přínosné pro další účastníky procesu výstavby. [4]

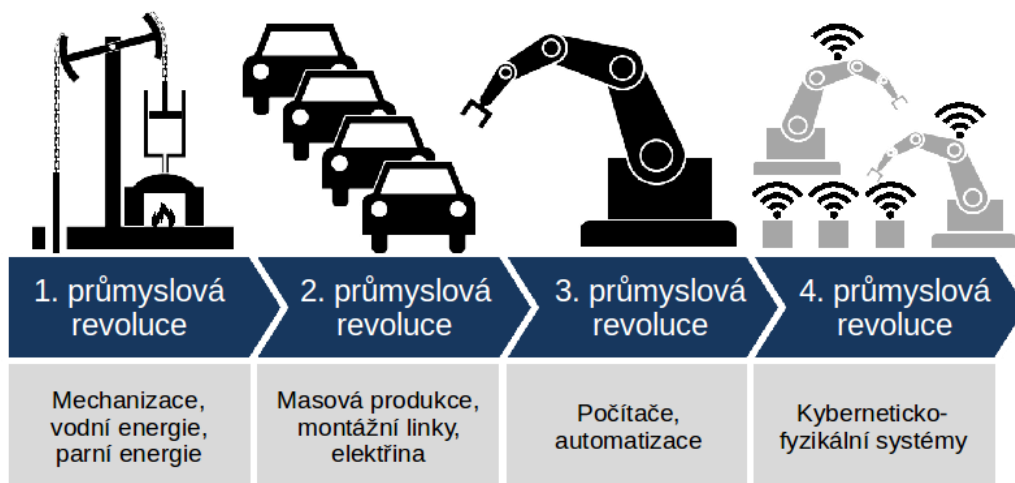
1.2 Stavebnictví 4.0

V důsledku dynamických změn ve společnosti v posledních několika desetiletích, jako je například masivní rozšíření internetu a celkový rozmach informačních technologií, nastávají změny i v průmyslové výrobě. V souvislosti s internetem pronikajícím do všech oblastí lidské činnosti se hovoří o Průmyslu 4.0 a tzv. 4. průmyslové revoluci a s ní spojeném Stavebnictví 4.0. Stavební průmysl má však celou řadu specifik, které ho odlišují od ostatních odvětví a způsobují jeho pomalejší vývoj.

1.2.1 Čtvrtá průmyslová revoluce

Základní vize Průmyslu 4.0 pochází z roku 2011 a byla poprvé představena v Hannoveru v roce 2013. [5] Jeho hlavní myšlenkou je digitalizace, automatizace, ale také *integrace* průmyslové výroby, ať už se jedná o průmysl strojírenský, automobilový či stavební. Co se týče strojírenské a zejména automobilové výroby, byla do značné míry – na rozdíl od stavebnictví – zautomatizována již s 3. průmyslovou revolucí. Automobilové továrny s výrobními linkami obsluhovanými roboty nejsou v dnešní době nic neobvyklého. Základem 4. průmyslové revoluce jsou však *kyberneticko-fyzikální systémy (CPS)*, které propojují svět reálný, tedy fyzický, se světem virtuálním – kybernetickým. Tyto systémy by měly převzít jednoduché činnosti původně vykonávané člověkem.

Průmysl 4.0 transformuje výrobu ze samostatných automatizovaných jednotek na plně automatizovanou a průběžně optimalizovanou výrobní prostředí. Hlavní myšlenkou je počítačové propojení výrobních strojů, produktů či polotovarů a osob zapojených do procesů (prostřednictvím rozhraní). Vzniknou tak „chytré továrny“, které budou autonomní a budou obsluhovány kyberneticko-fyzikálními systémy. Zjednodušeně lze říci, že **přenos informací je řízen počítačově**, automaticky, bez nutnosti lidského faktoru a každý fyzický výrobek nebo systém má své virtuální dvojče. [6]



Obr. 1 – Diagram znázorňující čtyři industriální revoluce [7]

Důležitým pojmem Průmyslu 4.0 je *Internet of Things (IoT)*, česky Internet věcí. Znamená to, že různé předměty jsou schopné buď mezi sebou, nebo s člověkem komunikovat na základě bezdrátového přenosu dat nebo internetu. V současnosti jsou trendem chytré domácnosti a inteligentní budovy, které tuto technologii využívají – jedná se o propojení různého technického vybavení, které se buď samy regulují, nebo se dají dálkově ovládat. V průmyslu lze IoT využít v chytrých továrnách, kde spolu budou jednotlivá zařízení komunikovat, nebo v chytrých skladech, kde díky čipům umístěným na všech výrobcích dokáže centrální systém sám regulovat tok produktů a udržovat požadovanou kapacitu skladu. [8]

Další technologií, dnes už využívanou v průmyslovém odvětví je *3D tisk*. Jedná se o metodu založenou na aditivní výrobě, tedy přidáváním jednotlivých souvisejících vrstev daného materiálu. [7] Podkladem pro tisk je digitální soubor v předem daném formátu, který je následně přečten softwarem tiskárny. Důležité je, že předání informací od modelu ke konečnému produktu lze provést kompletně počítačově. Zatím je 3D tisk stále ve fázi vývoje a výzkumu, zejména co se týče materiálů, které by splnily požadavky na konečné vlastnosti produktu i zpracovatelnost tiskárnou. Hojně je však již nyní využíván např. ve zdravotnictví. V budoucnu se očekává i jeho větší význam právě pro stavebnictví, kdy by se jeho výhody daly využít mimo jiné pro stavbu různých organických, na papír těžko přenositelných tvarů.

1.2.2 Stavebnictví 4.0

4. průmyslová revoluce ve stavebnictví znamená zejména digitalizaci odvětví a vůbec procesu výstavby (a to nejen výstavby, ale celého životního cyklu stavby). Oproti ostatním odvětvím má řadu rozdílů, které způsobují pomalejší přechod. Jedním ze specifických odlišujících stavebnictví od ostatního továrního průmyslu je samotný způsob výroby – v průmyslu probíhá výroba



většinou na linkách (výrobky se pohybují, lidé a stroje stojí), ve stavebnictví je tomu naopak (produkt stojí, pracovníci se pohybují). Dále je to neopakovatelnost výrobku – každá stavba je většinou jedinečná. Roli hrají i rozměry, které jsou mnohonásobně větší, spojenost výrobku se zemí a v neposlední řadě také přírodní vlivy, kterým musí stavební výroba čelit. Nejen tyto faktory způsobují to, že automatizace ve stavebnictví je v současnosti minimální. Jestliže ostatní průmyslová odvětví prošla částečnou automatizací a digitalizací už během 3. průmyslové revoluce, u stavební výroby tento přechod stále ještě nenastal. Důkazem budiž fakt, že v ČR je ke stavebnímu povolení stále ještě zapotřebí papírová projektová dokumentace, tudíž nedošlo ani k digitalizaci 2D dokumentace, nemluvě o BIM. [7]

Z důvodů výše uvedených je automatizace a robotizace ve stavebnictví obtížnější než jinde a v ČR je v současnosti takřka nulová. I do stavebnictví však už pronikají nové technologie jako využívání robotů na stavbách, drony, 3D tisk či virtuální realita. Navzdory tomu se u nás diskuze spojené se čtvrtou průmyslovou revolucí zatím omezují pouze na zavádění BIM, čímž by zdaleka neměla končit. Mnohem vyšší efektivity by šlo dosáhnout obecnější koncepcí digitalizace a automatizace celého stavebnictví. V tomto přechodu by měl hrát klíčovou roli stát, který by měl pozitivně motivovat účastníky projektů předložením komplexní koncepce digitalizace celého stavebního odvětví. Stát je totiž opakujícím se investorem, zejména v oblasti infrastruktury, a může tak využívat nabytých zkušeností a také má potenciál vědomostí a aparátu, jenž lze transformovat do standardů. Koncepce zavádění metody BIM v ČR, schválená vládou 25. září 2017, může být považována za první krok k této digitalizaci. [9]

1.3 Důvody přechodu na metodiku BIM

Stavební průmysl oproti ostatním odvětvím dlouhodobě stagnuje, což může být mimo jiné způsobeno právě nedostatečnou digitalizací a automatizací. Jaké jsou tedy hlavní důvody k přechodu a překážky, které by metoda BIM mohla překonat?

Nezkušenost investora a nedokonalé zadání. Investoři často staví pouze jednou za život, navíc zadání požadavků není nijak standardizováno. To vede k tomu, že zadání je často neúplné nebo nepřesné. Architekt by se měl této role stvoření zadání zhostit při rozhovorech s investorem, ne vždy se tak však děje, protože to může být architektem považováno za omezování tvůrčí svobody.

Volné smluvní vztahy mezi jednotlivými účastníky. Tato problematika je podrobněji popsána v kapitole 1.7. V zásadě jde o to, že v ČR je nejčastěji výstavbový proces tvořen dvěma hlavními smlouvami – mezi investorem + projektantem a investorem + dodavatelem. Chybí svazek, který by sdružoval i ostatní účastníky a pomohl dosažení společného cíle.



Fáze užívání budovy je podceněna. Ačkoliv tvoří náklady během užívání největší položku, správce budovy se dřívějších fází životního cyklu takřka neúčastní.

Způsob získávání zakázek není ideální. V soukromém sektoru často hrají roli dobré vztahy mezi investorem a dodavatelem. U veřejných zakázek se ve snaze tomuto zabránit kritéria pro výběr dodavatele zúžila pouze na hledisko nejnižší ceny, což však může vést k prvotnímu podcenění projektu (v motivaci vyhrát soutěž) a následného prodražení a prodloužení, nebo ke snížení kvality výsledného díla.

Stagnace stavebnictví. Kvůli specifickým stavebnictví oproti jiným průmyslovým odvětvím, a s tím související nedostatečnou digitalizací a automatizací, nejen české stavebnictví dlouhodobě stagnuje. BIM je snahou na tuto situaci reagovat.

[10]

1.4 Přínosy využití BIM v jednotlivých fázích životního cyklu

Přechod na BIM ze současného 2D projektování znamená bezesporu počáteční investici – jak finanční, tak v podobě nutné rekvalifikace. Ve výsledku však vede k celkové úspoře nákladů během celého životního cyklu budovy a také zvýšení efektivity a produktivity práce účastníků projektu.

Každá stavba prochází svým životním cyklem. Od prvotní studie, přes podrobný návrh, realizaci, fázi užívání, případnou rekonstrukci až po její odstranění.

STAVEBNÍ PROJEKT					
FÁZE PŘEDINVESTIČNÍ		FÁZE INVESTIČNÍ		FÁZE PROVOZNÍ	FÁZE LIKVIDAČNÍ
INICIOVÁNÍ	DEFINOVÁNÍ	NÁVRH	REALIZACE	PROVOZ	LIKVIDACE
ŽIVOTNÍ CYKLUS STAVBY					

Tab. 1 – Životní cyklus stavby [9]

Jednotlivé fáze jsou spolu úzce spjaty a účastníci by se pro zvýšení efektivity, kvality díla a kvůli eliminaci duplicity práce měli podílet na projektu nejen ve „své“ fázi, ale měli by přinášet podněty a spolupracovat spolu po celou dobu projektu. BIM představuje změnu a usnadnění právě v komunikaci a předávání dat mezi jednotlivými účastníky projektu. [9]

Oproti současnému stavu, kdy životnost dat většinou končí předáním tištěné dokumentace skutečného provedení stavby následnému uživateli (či správci) budovy, data BIM modelu jsou předurčena k dalšímu použití ve fázi užívání stavby. BIM by měl v profesních modelech obsahovat všechny důležité technologické součásti budovy, včetně jejich umístění a atributových dat (tzn. informace negeometrického charakteru, které jsou většinou stěžejní pro



provozovatele budovy). Pomocí programového vybavení lze pak data uložená v BIM modelu synchronizovat s odpovídajícím programovým vybavením pro FM. [4]

V následujících odstavcích se pokusím shrnout přínosy BIM v jednotlivých fázích projektu a pro jednotlivé účastníky. Rozdělení projektu se od tabulky č. 1 může lišit – v některých fázích ho dále rozdělují a celkově odpovídá více praxi v ČR.

1.4.1 Přínosy BIM ve fázi návrhu

Je to právě fáze návrhu, kde má BIM obrovskou sílu a potenciál oproti dosavadnímu CAD projektování. Dosud se dokumentace většinou skládá z výkresů jednotlivých půdorysů a řezů doplněných o tabulky, výpisy prvků a textové zprávy, přičemž jednotlivé profese mají své dílčí samostatné dokumentace a samotná koordinace profesí se stavební dokumentací může být velmi náročná. Nehledě například na množství spotřebovaného papíru může být taková dokumentace pro nezasvěceného člověka nepřehledná. Nevýhoda je také v tom, že pokud projektant provede změnu ve výkrese, pravděpodobně ji bude muset provést i v dalších výkresech a výpisech. Tato metoda je nejenom časově náročná, ale může být často zdrojem chyb, nepřesností a zmatků.

BIM je digitálním dvojčetem reality, kde jsou sdruženy všechny informace o stavbě, nehledě na to, kdo je do modelu vložil. Skládá se z inteligentních parametrických objektů. Je tedy mnohem přehlednější než množství jednotlivých výkresů, zároveň však umožňuje vytvářet půdorysy, řezy či pohledy a vedle toho výpisy prvků, výkazy výměr materiálů a podobně. Obrovskou výhodou oproti CAD je, že pokud se v modelu provede nějaká změna, automaticky se objeví ve všech z modelu vytvořených zobrazeních i tabulkách. Sdílet tato data během všech fází usnadňuje jednotné úložiště, tzv. CDE (Common Data Environment). Například změna šířky dveří se dá provést jak v tabulárním zobrazení (např. výpis dveří), tak úpravou v grafickém zobrazení modelu, přičemž jakýkoliv způsob se projeví ve všech dalších zobrazeních modelu. [11]

Tento digitální model také umožňuje vytváření nejrůznějších analýz simulací: simulace proudění vzduchu, simulace slunečním osvitem, nákladové simulace, včetně simulace nákladů celého životního cyklu. Tohoto lze využít pro tvorbu požadavků na technologické systémy budovy. Analýzami nákladů můžeme vyhodnotit poměr mezi pořizovacími a provozními náklady tak, aby výsledné celkové náklady životního cyklu byly nejnižší. Analýzy a simulace pomáhají zejména v raných fázích návrhu.



Účastníci fáze návrhu: Investor/Stavebník, Architekt, Hlavní inženýr projektu/Projektant stavební části, Statik, Projektanti technických zařízení budov (TZB), Rozpočtář.

a. Studie

Architekt

- Snadnější vytváření vizualizací [11]
- Usnadnění komunikace s investorem a ostatními účastníky
- Snadnější vytváření variant a modifikace na základě požadavků ostatních účastníků [9]
- Možnost přesnějšího odhadu ceny [11]
- Vytváření energetických analýz [11]
- Možnost využití modelu pro další fáze projektu

b. Dokumentace pro stavební povolení/provedení stavby

Hlavní inženýr projektu (HIP)/Projektant stavební části

- Snadnější nástroje pro navrhování (úpravy lze provádět několika způsoby: v geometrickém modelu/tabulkách/databázích, přičemž změna se projeví v celém modelu)
- Detekce kolizí – eliminace potenciálních kolizí zjištěných před a při realizaci vyšší koordinací [11]
- Vytváření simulací
- Vytváření simulací materiálových nákladů, usnadňující rozhodování mezi variantami
- Snadnější modifikace na základě požadavků ostatních účastníků [9]
- Snadnější komunikace a koordinace s ostatními účastníky [9]
- Plynulý přechod od koncepčního modelu ke specifickému [9]
- Snadnější vytváření tabulek a výkazů výměr
- Možnost libovolného exportu do 2D - .dwg (v současnosti nutné vytvářet dokumentaci ve 2D pro stavební úřad)

Statik

- Snadnější komunikace s projektantem stavební části [9]
- Snadnější zapracování změn
- Snáze přístupné požadavky na prostupy

Projektant TZB

- Snadnější komunikace s projektantem stavební části [9]
- Snadnější zapracování změn
- Rychlejší, efektivnější a kvalitnější návrh z důvodu spolupráce s hlavním projektantem na jednom modelu



- Detekce kolizí – eliminace případných kolizí zjištěných před a při realizaci [11]

Rozpočtář

- Automatické generování výkazu výměr – velká úspora času
- Přístup k aktuálním informacím – přesnější ocenění [9]
- Snadnější a rychlejší tvorba nákladových variant – podklad pro rozhodování [9]

1.4.2 Přínosy BIM ve fázi realizace

Pro dodavatele stavby je BIM přínosem zejména v tom, že některé kolize jsou odhaleny a odstraněny již během návrhu. Jedná se například o kolize konstrukcí a TZB (stěna vs. potrubí, kde chybí prostup konstrukcí). Tyto nedostatky, pokud jsou zjištěny až při realizaci, vedou k prodražení a prodloužení projektu. Další výhodou je možnost vizualizace a animace výrobního procesu. Tímto způsobem je možné předcházet logistickým kolizím na staveništi. V neposlední řadě, díky přesnějším a snadno získatelným výkazům výměr, lze dělat přesnější objednávky materiálu a snížit tak produkci odpadu. [9]

Účastníci fáze realizace: Zhotovitel/Dodavatel, Subdodavatel, Projektant, Investor, Technický dozor.

a. Příprava

Zhotovitel

- Přesnější výkazy výměr – zpřesnění plánování
- Možnost provázání se softwary pro tvorbu časových harmonogramů a čerpání financí [11]
- Zpřesnění objednávek, eliminace odpadu [9]
- Příprava prefabrikace [9]
- Možnost podílet se na fázi návrhu
- Snadnější změny modelu
- Využití BIM dat pro návrh zařízení staveniště
- Animace výstavby, možnost předcházet logistickým kolizím

b. Realizace

Zhotovitel

- Zmenšení počtu kolizí zjištěných při realizaci
- Snadnější komunikace s projektanty [9]
- Snadnější zapracování změn [9]
- Snadnější řízení a kontrola stavby v souladu s projektem [4]
- Snadnější kontrola dodržování časového harmonogramu



- Využití pro možnou automatizaci a robotizaci – propojení BIM s robotickými stroji (např. CNC)

Technický dozor

- Usnadnění kontroly skutečného provedení oproti dokumentaci [9]
- Zefektivnění koordinace jednotlivých účastníků
- Kontrola provedených prací Laser 3D scanem

1.4.3 Přínosy BIM ve fázi užívání stavby

Jelikož poslední fáze, tedy užívání budovy, je tou nejdůležitější, nejdelší a nejdražší z celého životního cyklu, je žádoucí, aby se následný správce budovy, tedy FM², podílel na výstavbovém procesu už během přípravných a realizačních fázích. Náklady na správu a údržbu stavby představují největší podíl z nákladů na celý životní cyklus a jejich výše se dá ovlivnit nejlépe v raných fázích projektu.

Úkolem týmu Facility Managementu je zajišťovat takové podmínky, aby podporovaly hlavní činnost majitele či společnosti, tedy plánování, vytváření, udržování a vylepšování vnitřního prostředí a služeb. K tomu využívají reálně změřená data o způsobech chování lidí uvnitř budovy, o velikosti nákladů, o velikosti energetických spotřeb či výskytu problémů s technologickými zařízeními. Kdyby tato data měli k dispozici jejich předchůdci v dřívějších fázích výstavbového procesu, mohli by tyto informace využít k dokonalejšímu návrhu a realizaci. [10] BIM v tomto případě slouží jako nástroj k vytváření analýz a simulací v průběhu užívání a také jako pojítka mezi účastníky. Výsledkem je stavba navržená efektivněji, což znamená onu úsporu nákladů během užívání. Tato praxe, tedy účast FM ve fázích přípravných a realizačních je v ČR zatím celkem ojedinělá.

Hlavním přínosem využití metodiky BIM pro Facility Management ovšem není pouze usnadnění podílení se na předchozích fázích projektu, ale také samotné zefektivnění samotné správy ve fázi užívání. Díky přesnějším výkazům výměr či možností vizualizací je možné optimalizovat náklady nebo spotřebu energií.

Dalším plusem je přenos informací z fáze realizace do fáze užívání stavby. V případě projektu realizovaného „běžnou“ metodou, tedy s pomocí projektové dokumentace skládající se z velkého množství výkresů, technických zpráv a dalších částí jednotlivých procesů, je následně správci (FM) předána stavba společně s touto rozsáhlou dokumentací. Správce pak musí některá data související se správou budovy zadat do databáze IWMS³ ručně, což může být

² FM – Facility Management. Budoucí správce budovy, většinou se jedná o tým FM.

³ IWMS – Integrated Workplace Management System. Software pro řízení správy budov.



velmi časově náročné. V případě BIMu ovšem již taková databáze dat existuje a lze ji synchronizovat s databází IWMS, což znamená velkou úsporu času.

Účastníci: Uživatel stavby, Facility management.

Facility management

- Snadnější komunikace s ostatními účastníky a možnost ovlivnit výši nákladů životního cyklu budovy
- Aktuální model obsahující prvky a informace o nich, vč. dodavatele a způsobu a četnosti údržby [9]
- Propojení BIM s CAFM/IWSM systémy a synchronizace databází obou programů
- Jednoduché získání výkazu výměr – efektivnější plánování nákladů a optimálního zužitkování prostor [11]
- Snadnější lokalizace prvků
- Podklad pro případnou rekonstrukci/renovaci stavby
- Usnadnění fáze přejímky budovy⁴

1.4.4 Shrnutí přínosů

Z výše uvedených bodů vyplývá, že předpokladem pro největší přínos a zefektivnění celého procesu je použití metody BIM po celou dobu životního cyklu a všemi účastníky (není však pravda, že by použití všemi účastníky bylo nutnou podmínkou pro to, aby byl BIM užitečný [12]). Je také nutné, aby všichni účastníci i zaměstnanci důvodům zavedení BIM rozuměli, znali jeho přínosy jak v rámci celku, tak v konkrétní fázi. Je tedy důležitá nejen rekvalifikace ve formě osvojení si práce s novým programem podporujícím BIM, což samo o sobě není jednoduchý a rychlý proces, ale také určitá edukace ve smyslu pochopení významu a dopadu BIM na způsob práce, což ve výsledku může sloužit jako motivace pro úspěšnou rekvalifikaci. BIM model je totiž tak kvalitní, jak pečlivě je zpracován.

Nutno přiznat, že BIM modely obsahují mnohem větší množství dat, s mnohem vyšší mírou detailu, srovnáme-li je s tradiční dokumentací. Data jsou ukládána strukturovaně a řízeně. Chceme-li toto množství dat vytvářet a spravovat po celou dobu životnosti, musíme pro všechny tyto činnosti zajistit zdroje technické, finanční i personální.

BIM model je virtuální modelem, můžeme říci virtuálním digitálním dvojčetem budoucí stavby. Pokud jeho výhody shrneme, jeho největším přínosem je právě možnost mnoho procesů dopředu vizualizovat, odhalit případná slabá místa projektu ještě před realizací a tím uspořit náklady. Těmito

⁴ Za předpokladu splnění požadavků dodavatelem, popř. subdodavateli, viz kapitola 4.



slabými místy mohou být jak nedostatky v samotném projektu, vzniklé při návrhu, tak například logistické kolize během realizace, které by bez vizualizace výstavby bylo jen obtížné dopředu objevit. Možnost snadnějšího vytvoření různých variantních řešení návrhů včetně jejich cenové analýzy a vzájemného porovnání je také úsporou jak času, tak nákladů. Jako hlavní přínosy BIM tedy považuji možnost odhalit slabá místa projektu ještě před realizací a snížit počet změn během realizace.

Tyto skutečnosti si již mnoho projekčních a realizačních firem začíná uvědomovat, proto na BIM začínají přecházet. Většinou je ale použití metodiky BIM do jisté míry omezené tím, že je použit pouze v určité fázi, a nedochází tedy k onomu propojení všech účastníků, které BIM umožňuje. Použití BIM ve facility managementu je v ČR zatím spíše ojedinělé v prvních pilotních projektech. Z důvodu nárůstu technologické náročnosti budov a (nejen) zákonných požadavků na revize a kontroly použitých zařízení a s tím spojeným zvětšujícím se množstvím dat lze však jeho použití očekávat stále více.

Spoluprací všech účastníků již během raných fází projektu je možné najít ideální poměr mezi *náklady* (a to jak počátečními k pořízení stavby, tak náklady vynaloženými během fáze užívání) a na druhé straně někdy opomíjenou *kvalitou*. Druhotný efekt použití BIM může tedy být i ve zlepšení vztahů mezi účastníky, které v praxi často bývají poněkud napjaté. BIM se totiž stává jakousi platformou pro dosažení *společného cíle*, tedy realizovat co nejefektivněji stavbu takovou, která bude naplňovat požadavky kvality po celou dobu své životnosti.

1.5 Rizika spojená s BIM

Po shrnutí všech přínosů se nabízí otázka, zda a jaké má BIM stinné stránky nebo nevýhody. Jelikož je tato oblast zatím stále nová, je vhodnější mluvit v souvislosti s BIM spíše o *rizicích*, které při jeho používání či implementaci hrozí. Nelze je považovat vyloženě za nevýhody, protože většinou vyplývají právě z důvodu neprobádanosti a vývoje BIM, který je teprve na začátku. Lze tedy očekávat, že postupem času budou nalezena taková opatření, která tato rizika eliminují.

O problematice rizika v souvislosti s BIM svědčí zajisté i fakt, že na toto konkrétní téma neexistuje mnoho odborných publikací, literatury či článků. Pramení to jistě z toho důvodu, že některá rizika nelze dopředu odhalit a často se na ně přijde až během implementace či používání BIM. Problémem je také to, že i když je BIM v některých zemích a na některých projektech úspěšně implementován a používán, často z nich nelze vzít poučení pro jiné projekty, protože implementaci BIM si některé firmy, společnosti a investoři střeží jako součást svého know-how.



Některá rizika jsou však v současnosti již známá, reálná a je nutné s nimi počítat. Rizika související s BIM lze rozlišovat na rizika plynoucí z implementace BIM a rizika spojená s jeho používáním. [13]

Rizika spojená s používáním BIM zahrnují například rizika ztráty dat a rizika spojená s elektronickou správou. Mezi ně patří například otázka kybernetické bezpečnosti. [13] BIM také mění role a vztahy mezi jednotlivými účastníky výstavbového procesu, je tedy nutné této problematice věnovat pozornost a smluvně tyto vztahy a zodpovědnosti před začátkem projektu stanovit.

Rizika spojená s implementací BIM také nejsou dostatečně prozkoumána. Uvádí se však, že implementace BIM je z 10% záležitost technologická a z 90% sociální. [14] Vnímání BIM je však často odlišné a rozložení pozornosti je přesně opačné, proto zůstává množství rizik neošetřené. [13]

Počáteční investice. S implementací BIMu je neoddiskutovatelně spojena počáteční investice. Přestože BIM následně přináší nemalé úspory během celého životního cyklu, kterými se investice vykompenzuje, může být počáteční investice, často relativně vysoká, překážkou pro některé firmy či investory. Do této investice spadají samozřejmě finanční náklady – je nutná investice do licencí softwarového vybavení, často i do hardwarového vybavení z důvodu vyšší náročnosti a většího množství dat a v neposlední řadě do školení zaměstnanců.

Většina rizik pramení z nedostatečné informovanosti a některých mylných informací. Některá rizika by se tedy dala eliminovat osvětou a vzděláváním. Ve vzdělávacím systému je BIM zatím bohužel na pokraji zájmu, a v soukromém sektoru (nejčastěji v projekčních a architektonických kancelářích) většinou probíhá rekvalifikace pouze v podobě naučení práce s jedním softwarem. „Rekvalifikovaní“ zaměstnanci ani studenti z odborných středních a vysokých škol tak často nemají širší povědomí o BIM jako takovém, ale spíše o jednom konkrétním softwaru.

BIM je zásadní změnou v dosavadním způsobu dodávky výstavbových projektů, a adaptace na změnu samozřejmě není vždy jednoduchá. Pokud však bude zajištěna větší osvěta ve stavební komunitě ve smyslu širšího povědomí o BIM a jeho přínosech, může to sloužit jako motivace se na tuto změnu adaptovat.

1.6 Současný stav zavedení BIM

Přístupů zavádění BIM do stavebních odvětví jednotlivých zemí je několik. Snahy implementovat BIM se objevují po celém světě. Mezi prvotní kroky patří zejména vytvoření pravidel a podmínek. Jednotlivé státy připravují plány



zaměřené buď na implementaci do veřejného sektoru, nebo do celého stavebnictví. Jsou vytvářeny plány zaměřující se jak na výstavbu budov, tak výstavbu infrastruktury (liniových staveb), v některých případech i vodních děl.

1.6.1 BIM v zahraničí

Zavádění BIM v zahraničí můžeme pozorovat v praxi již několik posledních let. Mezi průkopníky patří například USA, z evropských zemí jsou to zejména státy Skandinávie a dále Velká Británie, pozadu nezůstává ani Čína či Austrálie.

Co se týče Evropy, nejdéle se BIMem zabývá *Finsko*, které začalo vytvářet požadavky na digitální modelování už v roce 2001. Od roku 2007 je pak BIM ve formátu IFC⁵ povinnou součástí každé veřejné zakázky. [9] V tomto roce byly vydány požadavky, tzv. BIM Requirements, které byly vytvořeny státní organizací Senaatti, spravující většinou část majetku finské vlády. V roce 2012 byly tyto požadavky aktualizovány a byl vydán dokument Common BIM Requirements (COBIM). Na tomto dokumentu se už kromě státní správy podílela i města a velké stavební firmy. V roce 2015 byly pak vydány požadavky pro infrastrukturu, které by se měly zavádět od roku 2018. Tyto požadavky jsou zatím jen zčásti přeloženy do angličtiny. [4] [15] Finsko tedy zvolilo cestu zavedení BIM skrze státní správu.

Podobný vývoj proběhl u dalšího skandinávského státu, *Norska*. Povinnost vytvoření projektové dokumentace vč. modelu BIM pro všechny veřejné zakázky platí od roku 2010. Od roku 2012 jsou také postupně implementovány základní požadavky na liniové stavby. V Norsku je však vysoký podíl implementace BIM i v privátní sféře – podle průzkumu ho využívá až 70% architektonických a projekčních kanceláří, vč. malých kanceláří čítajících méně jak 5 zaměstnanců. [4] To svědčí o úspěšnosti těchto kroků, tedy zavedení skrze veřejný sektor. Jelikož státní zakázky tvoří často velkou část stavební produkce, jsou stavební i projekční firmy v rámci konkurenceschopnosti nuceni se adaptovat, což následně vede k využití BIM i v soukromém sektoru.

Cestou veřejného sektoru se vydala i *Velká Británie*. Dokument věnující se strategii zavádění a využití BIM byl britskou vládou zveřejněn v roce 2011. Od roku 2016 je BIM Level 2 povinný pro všechny veřejné zakázky. [4] Zároveň v letech 2017 – 2020 probíhají ověřovací pilotní projekty a zpracovávání programu pro přechod na BIM Level 3.⁶ [9] Dále vzniká na vládní úrovni projekt zpracování tzv. National BIM Library (NBL), tedy národní knihovny,

⁵ IFC = Industry Foundation Class, datový formát souborů, globálně stanoven jako výměnný formát BIM. [9]

⁶ Level 2, Level 3 = úrovně vyspělosti zaváděného modelu. Level 3 lze považovat za cílový stav, někdy označován iBIM, integrovaný model.



kteřá obsahuje stavební dílce. V současnosti jsou do projektu zapojeni i stavební výrobci, kteří zahrnují modely svých výrobků do knihovny. [4]

Úspěšné zavedení BIM proběhlo i v menších evropských státech – například v *Dánsku* je od roku 2013 BIM povinný u státních zakázek nad 5 mil. DKK a u zakázek krajů a obcí nad 20 mil. DKK. [9] V *Holandsku* je BIM součástí projektů veřejných zakázek nad 10 mil. € od roku 2011. [4] V současnosti se požadavky na implementaci zpracovávají také ve *Španělsku* (povinnost u veřejných zakázek od 2018, infrastruktury od 2019), nebo ve *Francii* (zpracování požadavků od roku 2015). [9]

O něco komplikovanější, avšak nyní zdá se na dobré cestě, je situace v *Německu*. BIM je zde zpomalován kvůli normám a regulacím. Federální uspořádání, kde si každá spolková země může upravovat požadavky na projektovou dokumentaci, hraje také svou roli. [4] Navzdory tomu jsou zde pravidla, zaměřená spíše na infrastrukturu, zpracovávána od roku 2015. Podle plánu by měl být BIM povinností pro veřejné zakázky od roku 2020. [9]

Opustíme-li hranice Evropy, nemůžeme pominout *USA*. K prosazování BIM zde dochází hlavně z důvodu snižování nákladů v celém životním cyklu budovy. Požadavky na BIM byly vydány v roce 2012 jako druhá verze dokumentu pro standardy BIM (NBIMS-US V2). Tato verze obsahuje požadavky organizace buildingSMART včetně openBIM a tedy normy ISO. [4]

Dalšími státy přecházejícími na BIM je například *Austrálie*, kde mají státní budovy povinnost používat BIM od roku 2016 a v současné době se připravuje národní knihovna prvků (podobně jako v Británii). Ve velké míře i v privátním sektoru je BIM implementován také v *Singapuru* nebo ve *Spojených arabských emirátech*. Pozadu nezůstává ani *Čína*, která BIM využila během příprav na olympijské hry v Pekingu v roce 2008, i když se jednalo spíše o 3D modely bez dalších dat. Nyní se začíná využívat mimo jiné z důvodu hodnocení dopadu na životní prostředí. Vývoj v Číně je však specifický, z důvodu pětiletých plánů čínské ekonomiky. [4]

1.6.2 BIM v ČR

V České republice se o zavedení metody BIM mluví od roku 2011. Impuls vytvořily firmy, který svůj potenciál viděly ve 3D projektování, avšak bez širšího přesahu umožňujícího použití dat během celého životního cyklu stavby.

V současné době se již vyskytují projekty, u kterých se uvádí, že jsou zpracovány metodou BIM. Ve většině případů se však jedná pouze o částečné použití BIM pro určité etapy výstavby. Z důvodu chybějící definice standardů na národní úrovni jsou účastníci projektů nuceni vytvořit si vlastní standardy, což je často nad jejich odborné, časové, a tedy i ekonomické možnosti. Od roku



2012 jsou postupně přejímány technické normy ISO a CEN. Nejčastěji se tak BIM zatím objevuje ve zpracování architektonicko-stavební části, případně v koordinaci s částí TZB, což je však stále ojedinělé. [9]

Mezi hlavní překážky, bránící implementaci (i motivaci k ní) BIM v České republice, patří zejména:

- Chybějící standardy informací obsažených v modelech
- Nedostatek příležitostí pro implementaci – žádný nebo nedostatečný tlak ze strany investorů, uživatelů a správců
- Zpracování jednotlivých stupňů dokumentace různými autory
- Fragmentace stavebního průmyslu (oddělení koncového uživatele, investora, zhotovitele, projektanta) a způsob komunikace mezi účastníky projektu pomocí 2D dokumentů, textů a tabulek [16]
- Chybějící odborníci pro koordinaci BIM projektů
- Nedostatečná osvěta a vzdělávání účastníků stavebního procesu

Z výše uvedených bodů vyplývá, že důležitým krokem pro implementaci, po vzoru jiných evropských států, kde zavedení metody BIM úspěšně proběhlo nebo probíhá, je stanovení požadavků, pravidel a případně standardů ze strany státu.

První krok v tomto směru podniklo Ministerstvo průmyslu a obchodu v září 2017 vydáním dokumentu Koncepce zavádění metody BIM v České republice. Současně existuje od roku 2011 Odborná rada pro BIM (czBIM), což je spolek, jehož posláním je popularizace, vzdělávání, podpora standardizace, rozvoj možností implementace a uplatnění metody BIM v České republice. [16]

Podle Koncepce zavádění metody BIM v České republice by měl být BIM povinnou součástí nadlimitních veřejných zakázek od roku 2022. [9] Do té doby je však nutné podniknout mnoho kroků – zejména vytvoření standardů a legislativy týkající se BIM. Z tohoto důvodu Odborná rada pro BIM stanovila několik pracovních týmů:

- BIM & Standardy a legislativa (příprava podkladů pro tvorbu oficiálních i doporučení standardizovaných postupů v oblasti BIM v českém prostředí)
- BIM & Výuka (podpora BIM ve vzdělávání na sekundární a terciální úrovni)
- BIM & Realizace (tvorba standardů negrafických informací 3D modelu v oboru pozemních staveb včetně definice doporučené míry podrobnosti v různých stupních projektové dokumentace odpovídající potřebám České republiky)



- BIM & Dopravní stavby (sdílení znalostí a zkušeností v oblasti dopravních staveb, příprava dílčích metodik a standardů) [16]

Ve vývoji zavedení metody BIM v České republice je z výše uvedeného možné spatřovat jistou paralelu s jinými evropskými státy, kde došlo k úspěšné implementaci. Troufám si tedy říci, že je Česká republika na dobré cestě. K úspěšnému zavedení u nadlimitních veřejných zakázek v roce 2022 vede však ještě dlouhá cesta a pokud se tento krok povede, budeme i tak teprve na začátku úspěšné implementace v celém stavebním odvětví.

1.7 Způsoby dodávky výstavbových projektů

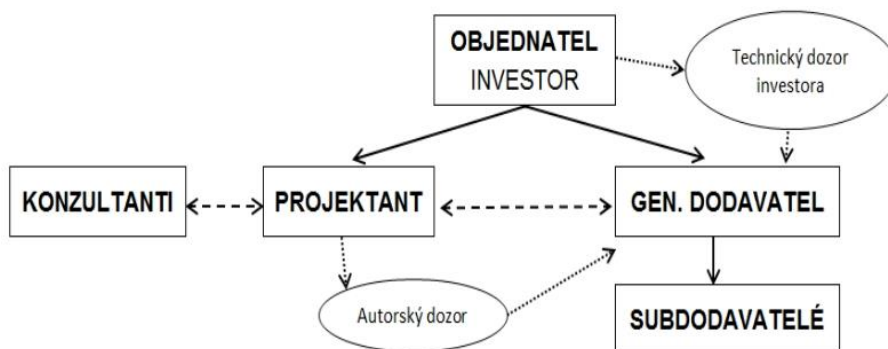
S implementací BIM na stavební trh úzce souvisí také způsob dodávky výstavbových projektů, jelikož BIM představuje změnu v uspořádání projektu.

Dodávka výstavbového projektu je proces zahrnující všechny činnosti nutné k přeměně prvotní myšlenky ve výsledný produkt, v našem případě provozuschopnou stavbu, která bude plnit svůj účel. Způsoby dodávky výstavbových projektů se liší v uspořádání smluvních vztahů mezi jednotlivými účastníky.

Jelikož BIM je metodika poskytující nástroje k dodávce výstavbových projektů, je třeba představit některé způsoby této dodávky (neboli způsoby zadávání projektu). Způsoby, jakými se běžně zadávají projekty v České republice, nemusí být pro použití metody BIM ideální a je zde možnost inspirace v zahraničí a volby vhodnější metody dodávky projektu.

1.7.1 Design-bid-build (DBB)

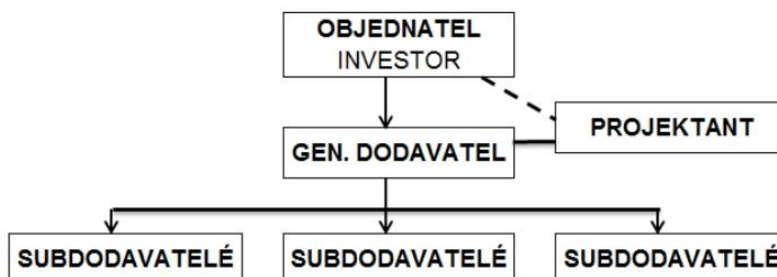
Design-bid-build, volně přeloženo navrhní-nabídni-postav, je nejužívanější formou zadávání projektu v České republice. Je založen na smluvním vztahu objednatele (investora) na jedné straně s projektantem, na straně druhé s generálním dodavatelem. Výhodou je transparentnost při kontrole nákladů. Nevýhodou může být nedostatečná flexibilita – v případě změn projektu během realizace je jejich zapracování do projektové dokumentace časově i finančně náročné. Navíc vychází z předpokladu, že nejlevnější řešení, hlavně u veřejných zakázek, je řešením nejlepším, a vítězem soutěže pro výběr dodavatele se stává ten s nejnižší nabídkou. To může vést ke snížení kvality celkového provedení konečného díla, protože cena samozřejmě není jediným kritériem.



Obr. 2 – Design-bid-build [17]

1.7.2 Design-build (DB)

Design-build, v překladu návrhni-postav, je v ČR méně užívaný způsob, v poslední době však jeho oblíbenost roste. Rozdílem oproti metodě DBB je způsob poskytování projekčních prací. Objednatel má v tomto případě jedinou smlouvu s generálním dodavatelem, který je dodavatelem jak projektové dokumentace, tak realizace. Systém může nalézt uplatnění v případě projektů, které jsou rozsáhlé či technicky složité a lze očekávat změny dokumentace během realizace – jejich dopad na čas a cenu jsou díky tomuto systému nižší než u metody DBB.

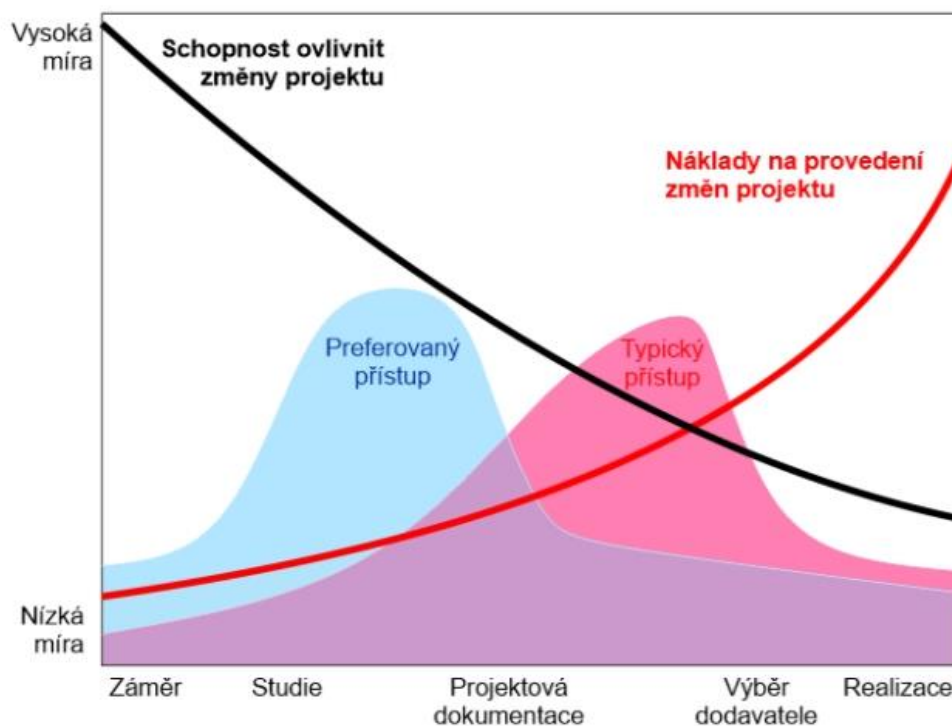


Obr. 3 – Design-Build [17]

1.7.3 Integrated Project Delivery (IPD)

Integrated Project Delivery, volně přeloženo integrovaná dodávka projektu, je metodou, kde jsou účastníci integrováni do jediného procesu. Je založen na vzájemné spolupráci a principu win-win, tedy dosahování společných cílů. Objednatel, projektant a dodavatel spolu vstupují do jednoho smluvního vztahu, který má jasně definované cíle a způsoby spolupráce. Výhodou tohoto principu je zvýšení výsledné kvality díla, snížení nákladů a zvýšení efektivity ve všech fázích životního cyklu. Tento způsob projektu je založen na úzké spolupráci investora, projektanta (včetně projektantů částí TZB), dodavatele a v neposlední řadě facility managera či koncového uživatele během celého projektu od návrhu, přes realizaci po předání budovy. [18] Na následujícím

grafu můžeme vidět srovnání tradičních metod (DBB, DB) a moderní metody IPD.



Obr. 4 - Distribuce úsilí tradičních a moderních metod ve vztahu k změnám projektu [13]

1.7.4 Způsob zadávání BIM

Pokud vezmeme v potaz vlastnosti metody BIM popsané výše a vlastnosti a princip metody IPD, zjistíme, že jsou si v mnoha ohledech podobné. Obě jsou založeny na úzké spolupráci, komunikaci a výměně dat mezi všemi účastníky napříč fázemi projektu. Proto je logické, že ideálním způsobem dodávky pro projekty zpracovávané metodou BIM, je právě princip IPD. V ČR však tento systém zatím není příliš rozšířen.

Rozpracování metodiky zavádění BIM v ČR se v současnosti věnuje ČAS (Česká Agentura pro Standardizaci), která vznikla při ÚNMZ (Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví). Způsob, jakým veřejný investor poptává realizaci stavby, byl výsledkem práce EU BIM Task Group a stává se předmětem standardizace ČAS. Je logické, že specifikace toho, jaká data a v které fázi mají být do modelu vložena, musí být součástí poptávky. Vkládaná data musejí mít i nějaký cíl využití odpovídající fázi stavby.



2 FACILITY MANAGEMENT

2.1 Vymezení pojmu Facility management

Podle normy *ČSN EN 15221-1-2007 Facility management – Definice a terminologie* představuje facility management integraci činností v rámci organizace k zajištění a rozvoji sjednaných služeb, které podporují a zvyšují efektivnost její základní činnosti. [19][4] Jiná definice říká, že je to komplexní multioborová disciplína, která se zabývá řízením podpůrných činností firmy. [20][5]

Pro facility management se u nás nevžil žádný český výraz. Management znamená správu nebo řízení. Slovo Facility má však v českém jazyce více překladů: zařízení, vybavení, ale také schopnost, dovednost. Proto je i výklad facility managementu velmi široký. Facility managementem můžeme nazvat vše, co není hlavní činností (core bussinessem) firmy. Spadají pod něj všechny činnosti a procesy, které nazýváme jako *podpůrné*, a které by měly, pokud jsou správně nastaveny, zvyšovat výkonnost hlavních činností dané společnosti.

Všeobecně užívaná definice principů facility managementu (dále FM) je někdy nazývána „**3P**“. Do oblasti působení FM spadají:

1. Lidské zdroje = **Pracovníci** (anglicky **People**).
2. Činnosti = **Procesy** = **Práce** (anglicky **Processes**).
3. Místo výkonu činnosti = **Pracoviště** (anglicky **Place**).

[21]

Ideální provázání těchto tří složek vytváří podmínky, které zkvalitňují práci každého pracovníka a vedou ke zvýšení efektivity hlavní oblasti podnikání dané společnosti. Cílem FM je odlehčit organizaci od řešení problémů spojených s podpůrnými činnostmi, propojení výše zmíněných složek (3P) a zefektivnění jejich vzájemného působení. Dosažení tohoto stavu by mělo vyústit v ekonomicky efektivní provoz. [1]

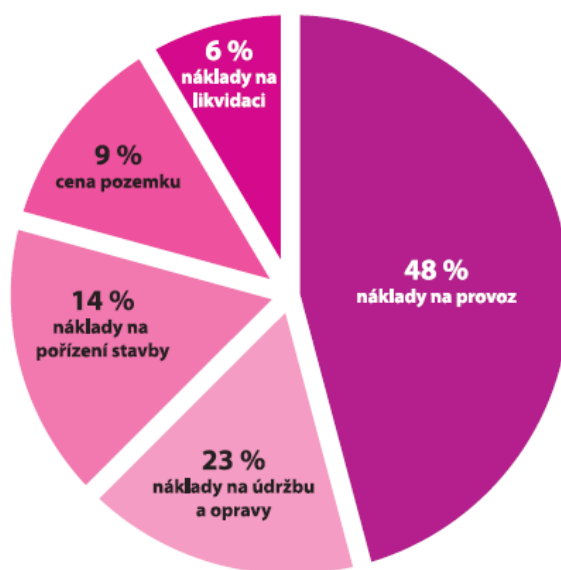
FM je oborem, v jehož středu zájmu je člověk. Je úkolem FM vynaložit veškeré činnosti na to, aby se člověk, tedy pracovník, nacházel v takovém prostředí, které bude příjemné (teplota, tlak, vlhkost, proudění vzduchu, světlo, obsah CO₂, atd.), bezpečné a zdravotně nezávadné, dále zajistit optimální uspořádání pracoviště, dostupnost pracovních pomůcek a další. ČSN EN 15221, která má dosud 7 dílů, definuje přes 1700 činností řazených do FM včetně jejich členění ve stromové struktuře.

Činnosti FM lze však rozdělit dvě hlavní skupiny. Jsou jimi činnosti úzce spjaté s prostorem a infrastrukturou, neboli *tvrdé služby*, a činnosti zaměřené na lidi a organizace, označovány jako *měkké služby*.

V užším slova smyslu lze tedy vymezit tu část podpůrných služeb, které se týkají *technické správy a údržby budov*. Na tuto podkategorii se také v této diplomové práci více zaměřuji. Můžeme tím vymezit ty činnosti, které úzce souvisejí se stavebními prvky budov, ať už se jedná o konstrukční prvky (nosné konstrukce, příčky, výplně otvorů apod.), nebo prvky technologické (veškeré rozvody zdravotnické, elektřiny, vzduchotechniky atd.), která jsou z hlediska údržby jedny z nejnáročnějších. Důvodem důležitosti této části FM je jak vysoká cena, dlouhodobost a užitečnost technických prvků, tak množství regulačních povinností platných na daném území (revize).

2.2 Význam facility managementu v životním cyklu budovy

Proč je FM v rámci životního cyklu tak důležitý a proč bychom se jím vůbec měli zabývat již ve fázi návrhu či realizace? Hlavním důvodem je úspora nákladů během provozní fáze budovy. Jak ukazuje následující graf, náklady v provozní fázi budovy jsou daleko vyšší než náklady pro návrh či realizaci stavby. V součtu dělají náklady na provoz, údržbu a opravy celých 71%, zatímco náklady na pořízení stavby (vč. ceny pozemku, návrhu a realizace) tvoří pouze 23%. Zbýlých 6% jsou náklady spojené s likvidací stavby. [1]



Obr. 5 – Náklady životního cyklu budovy [1]

V současné praxi je tomu bohužel tak, že pro investory, ať už ze soukromé či veřejné sféry, tvoří často náklady na pořízení stavby hlavní rozhodovací kritérium – za účelem snížení pořizovací ceny na minimum jsou ochotni přijmout i konstrukčně či technologicky méně vhodné, zastaralé, nebo nekvalitní řešení při návrhu nebo provedení stavby. Ve veřejné správě je toto ještě podporováno soutěžemi, kde se podle zákona vybírá ten dodavatel, který nabídne nejnižší cenu. To, jaké toto rozhodnutí může mít dopad na celkové náklady budovy v celém životním cyklu, mnoho investorů neví, nebo tomu

nepřikládají dostatečnou váhu. Pokud se majitel budovy rozhodne pro ušetření nákladů na provoz až během užívání stavby, bude už pravděpodobně pozdě – proto by se náklady vynaložené během užívání měly zohledňovat už během fáze návrhu.

Výše provozních nákladů ve fázi užívání by tedy měla být jedním z kritérií a požadavků již při návrhu. V tomto přináší BIM usnadnění oproti CAD projektování, viz kapitola 1.4.

2.3 Úrovně součinnosti facility managementu

Pro úspěšné zajištění požadovaných výsledků musí být FM úzce spjat s posláním a vizí organizace a jejích cílů. FM proto působí na třech řídicích úrovních:

- Strategická
- Taktická
- Provozní

Strategická úroveň je úzce spjata s vizí a strategií společnosti. Stanovuje dlouhodobé cíle a politiku FM, způsob začlenění a zajišťování FM – interně („insourcing“), nebo externě, nákupem („outsourcing“).

Taktická úroveň se zabývá střednědobými plány, které navazují na stanovenou strategii a vytyčené cíle. Připravuje veškerá pravidla, standardy, předpisy a plány zajištění a definuje postupy a komunikaci pro běžný stav i pro mimořádné situace a havárie. Vypracovává smlouvy o úrovni služeb (Service Level Agreement – SLA). [22]

Provozní úroveň má za úkol koncovým uživatelům každodenně vytvořit požadované prostředí v souladu s cíli stanovenými ve strategické a taktické úrovni. Zajišťuje dodávky služeb v návaznosti na smlouvy o úrovni služeb, monitoruje a kontroluje tyto dodávky. [1]



Obr. 6 – Úrovně součinnosti a jejich časová působnost [1]

Pro správné fungování FM v dané firmě či společnosti je nutná vzájemná provázanost těchto tří úrovní. Tato diplomová práce je však zaměřena hlavně na *provozní úroveň* a činnosti, které souvisí s technickou správou budov.



2.4 Technická správa budov

Technická správa budov zahrnuje ty činnosti, které přímo souvisí se stavbou jako takovou a se všemi jejími konstrukčními prvky. Mezi prvky, kterým je třeba věnovat co se týče technické údržby pozornost, patří zejména všechny technologie a strojní zařízení v budově, jinými slovy takové prvky, které mohou být rizikové z hlediska poruch. Proto vyžadují buď zákonem povinné revize, to platí pro tzv. *vyhrazená technická zařízení (VTZ)*, viz kapitola 2.4.3, nebo revize předepsané výrobcem – tzv. pravidelná údržba – která výrazně přispívá k dosažení co nejdelší životnosti a správné funkce daného prvku – můžou sem patřit například některé prvky *technických zařízení budov (TZB)*.

2.4.1 Metody údržby budov

Správná a efektivní údržba by rozhodně neměla znamenat opravu nebo nahrazení zařízení poté, co se stane nefunkční, ale pravidelnou péči a kontrolu, která prvky udržuje ve správné kondici. Často je však praxe taková, že se údržbě nevěnují dostatečné prostředky a pozornost, a zařízení jsou bez údržby provozována až do té doby, než přestanou fungovat. Prostředky vynaložené na jejich opravu či výměnu jsou přitom většinou násobně vyšší než prostředky na jejich udržování. Všechny prvky, technologie a zařízení mají definovanou dobu provozní životnosti – k jejímu dosažení je však většinou nutná periodická údržba a starost. První způsob – tedy provoz bez údržby až do poruchy – bývá nazýván *reaktivní údržba*. Druhým způsobem je *údržba preventivní*. [1] Výhodou preventivní údržby je kromě nižších nákladů také samozřejmě spolehlivost zařízení a eliminace neočekávaných odstávek.

2.4.2 Technická zařízení budov

Stavby nejsou jen konstrukční celky jako zdi a stropy, ale jsou to také technická zařízení budov (TZB), která stavbám vdechují život, upravují vnitřní prostředí a jeho vnímání koncovými uživateli. Technologické vybavení budov zaznamenalo za posledních zhruba 20 let velký pokrok a rozmach. [1] Budovy jsou navrhovány s množstvím zařízení, které je schopno i automaticky řídit a regulovat vnitřní prostředí. Mnoho těchto technologií je spolu vzájemně provázáno. Všechna tato zařízení mají společnou jednu věc, a to hospodaření s energiemi. V souvislosti s technologickým rozmachem se mluví o *inteligentních, nízkoenergetických či pasivních budovách*.

Větší množství technologií však znamená také více poruchových a rizikových míst, větší potřebu revizí či pravidelné údržby, výměny součástek, oprav apod. Toto je možná také jedním z důvodů rozmachu facility managementu, před několika lety pro většinu společnosti neznámého oboru.

Technická zařízení budov běžně zahrnují tyto obory:

1. Zdravotně technické instalace = rozvody vody, plynu a kanalizace



2. **Vytápění**
3. **Vzduchotechnika** = větrání, chlazení, klimatizace
4. **Elektrotechnické rozvody** = silnoproud a slaboproud – elektrorozvody, měření a regulace, osvětlení, zabezpečovací systémy, řídicí systémy, telefonní rozvody, počítačové sítě
5. **Další technická zařízení** = výtahy apod.

2.4.3 Vyhrazená technická zařízení

Podle zákona č. 174/1968 Sb., ve znění pozdějších předpisů, o státním odborném dozoru nad bezpečností práce jsou vyhrazenými technickými zařízeními (VTZ) taková zařízení, která představují zvýšenou míru ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku. Tato zařízení podléhají dozoru podle tohoto zákona. Mezi vyhrazená technická zařízení patří zařízení *tlaková, zdvihací, elektrická a plynová*. Dále mezi vyhrazená technická zařízení patří *požárně bezpečnostní* zařízení (upravuje zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně).

Všechna tato zařízení podléhají pravidelným revizím, jejichž účelem je ověření bezpečnosti daného zařízení. Za bezpečný se považuje provoz technického zařízení, jehož stav je v souladu s bezpečnostními požadavky daného prováděcího předpisu, např. zákonem č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky. [1] Revize se provádějí většinou podle plánu prohlídek a revizí, které mají za úkol zajistit průběžný dohled provozovatele nad bezpečností výrobku.

Pro každé vyhrazené technické zařízení norma rozlišuje dva druhy revizí:

1. **Výchozí revize**, která je prováděna na novém nebo rekonstruovaném zařízení před uvedením do provozu.
2. **Pravidelné (periodické) revize**, která jsou prováděny na provozovaných technických zařízeních pravidelně ve stanovených lhůtách.

Revize a zkoušky jsou oprávněny provádět pouze odborně způsobilé osoby. O provedených prohlídkách a revizích musí být vedena dokumentace.

2.4.4 Údržba technických zařízení

Lze specifikovat několik způsobů údržby, revizí a pravidelných kontrol:

1. **Revize dané právními předpisy**. Jedná se o vyhrazená technická zařízení, u kterých je provádění revizí povinností danou právními předpisy (viz kapitola 2.4.3)
2. **Pravidelná údržba vyžadovaná výrobcí či dodavateli**. Výrobci a dodavatelé stále častěji požadují nebo doporučují pravidelnou údržbu a prohlídky z důvodu zachování funkčnosti a životnosti zařízení.



- 3. Údržba a prohlídky určené správcem či uživatelem.** Prohlídky, které nejsou vyžadovány žádnými předpisy ani výrobcem zařízení, ale správce je přesto dělá z důvodu předejití poruchy a případné úspore nákladů na výměnu či opravu (preventivní údržba).

2.5 Softwarová podpora facility managementu (IWMS)

Ve snaze o zefektivnění podpůrných procesů a automatizaci činností dnes FM úspěšně funguje na bázi informačních systémů. Označují se **CAF**M systémy (Computer Aided Facility Management⁷), nebo dnes v zahraničí používanějším pojmem **IW**MS (Integrated Workplace Management System⁸). Jedná se o softwary, které umožňují integraci CAD, GIS⁹ a BIM a využívat dat v nich vložených a které zahrnují pracovní postupy k efektivní správě a údržbě.

IWMS fungují na různých platformách – mobilní či počítačové aplikace, umožňující přístup uživatelům a zaměstnancům k jednotlivým funkcím podle rolí a oprávnění přidělených správcem systému (facility managerem). Fungují také na webovském rozhraní, to znamená, že data IWMS jsou dostupná z jakéhokoliv internetového prohlížeče, a není nutná instalace aplikace – tento přístup je nejjednodušší, jelikož neklade žádné nároky na softwarové vybavení (kromě běžně dostupných webových prohlížečů).

Nejvyšší oprávnění a přístup k nejvíce funkcím (viz kapitoly dále) má samozřejmě facility manager. Tomu IWMS pomůže mimo jiné v rozhodovacích procesech na strategické úrovni, protože dokáže provádět a vyhodnocovat nejrůznější analýzy (energetické, finanční apod.). Existuje ale také mnoho činností na provozní úrovni, které IWMS usnadní. Příkladem je revizní technik, který dostane příkaz k provedení revize nebo prohlídky do svého smartphonu. Tento pokyn obsahuje veškeré informace k výkonu potřebné – identifikace prvku, lokalizace, identifikace revize a jaký typ dokumentace je nutné o provedení kontroly pořídit. Může také obsahovat podrobné příručky či návody. Revizní technik také může využít nástrojů na svém chytrém telefonu jako je fotoaparát či snímač bar a QR kódů a pořídit například fotografii provedeného zásahu a nahrát ji do systému. Může tak svou činnost zdokumentovat pro potřeby zaměstnavatele, klienta, i pro své osobní použití v budoucnu.

Moderní IWMS jsou většinou charakterizovány následujícími funkcemi [23] seskupenými do „modulů“. Názvy modulů se mohou lišit podle konkrétního softwaru, ale jejich náplň by měla být stejná. Většinou lze do společnosti

⁷ Computer Aided Facility Management = počítačově řízený Facility Management.

⁸ Integrated Workplace Management System = integrovaný systém řízení pracoviště.

⁹ GIS (Geographic Information System) = geografický informační systém.



implementovat jen jeden nebo některé z modulů. Největší profit však přináší zavedení celého komplexního řešení.

2.5.1 Projektový management ve vztahu ke kapitálu

Do tohoto segmentu spadají činnosti související s výstavbou nových staveb, jejich rozšířením či rekonstrukcí. Mezi základní funkce patří časové plánování vynakládaného kapitálu, financování, řízení zakázek, nákladů či zdrojů. IWMS však umožňuje i tzv. *location management* založený na GIS, který může pomoci vyřešit otázku, kde by se nová stavba měla nacházet s ohledem na vlastnické poměry, její logistické podmínky, dostupnost energií či běžné náklady na pracovní sílu v dané lokalitě. Tato část je tedy využívána hlavně na úrovni strategického FM.

2.5.2 Správa portfolia nemovitostí, nájmu a podnájmu

Tato funkce podporuje efektivní správu majetku na strategické úrovni. Umožňuje například strategické plánování, analýzy a porovnávání (benchmarking) vykonávané nad celým portfoliem nemovitostí dané společnosti.

2.5.3 Správa a uspořádání ploch a správa prostředí

Oblast se zabývá na strategické úrovni správou, rozložením a optimalizací ploch, tedy jinými slovy řeší, kde bude jaké oddělení či zaměstnanec mít své pracoviště. Často je toto těžké určit, protože jsou ne vždy jednoznačná kritéria pro rozhodující proces. Na taktické úrovni sem patří činnosti spojené se stěhováním, rezervacemi zasedacích místností, službami pro zaměstnance, cateringem, stravováním, sdílením pracovních míst (hoteling), správou parkovacích míst a vozového parku, správou bezpečnosti, činnosti spojené s BOZP a životním prostředím či doručování interní i externí pošty.

2.5.4 Řízení, správa a provoz

Správa budov je jednou ze základních povinností majitele. Pravidelná údržba by neměla být vykonávána jen z důvodu nařízení právního předpisu, ale také kvůli hospodárnosti – náklady na pravidelnou údržbu jsou mnohonásobně nižší, než na údržbu havarijní (v případě poruchy). Systémy zaměřené na údržbu jsou také označovány v anglické literatuře jako CMMS (Computerized Maintenance Management System¹⁰), jsou však plně integrovány do IWMS. Údržba bývá členěna na revize, údržbu pravidelnou a reaktivní (neplánovanou, havarijní). Zahrnuje velké množství funkcí a činností, například evidenci zařízení a prvků, jejich lokalitu a popis, včetně popisu způsobu a četnosti údržby, dále možnost plánování údržby a přidělování příkazů. Tyto příkazy, resp. požadavky na ně, nemusí být vyžádány pouze člověkem, ale také čidlem či

¹⁰ Computerized Maintenance Management System = počítačový systém řízení údržby.



jiným automatizačním zařízením umístěným na daném prvku signalizující potřebu kontroly. Dalšími funkcemi je vyhodnocování nákladů či predikce budoucího stavu zařízení. V drtivé většině případů se jedná o prvky TZB, je tedy nutné uchovávat data o celém technologickém celku a jeho provázanosti.

Zde opět přichází na řadu BIM, který má potenciál usnadnit získávání a uchovávání dat právě o TZB. FM totiž potřebuje pro efektivní údržbu data vznikající jak ve fázi návrhu, tak z fáze realizace – jedná se zejména o revizní listy, informace o datu zabudování prvku (k tomu se váže například záruka daného zařízení) či inventární číslo výrobku. Tato data má většinou k dispozici generální dodavatel a subdodavatelé. Vložení těchto dat do BIM modelu generálním dodavatelem v okamžiku zabudování prvku lze významně ulehčit fázi commissioningu a převjímkou budovy, kdy jsou (zpětně) tato data velmi těžce dostupná.

Obecně platí, že data je nejjednodušší získat v okamžiku jejich vzniku.

2.5.5 Trvale udržitelný rozvoj (energetický management)

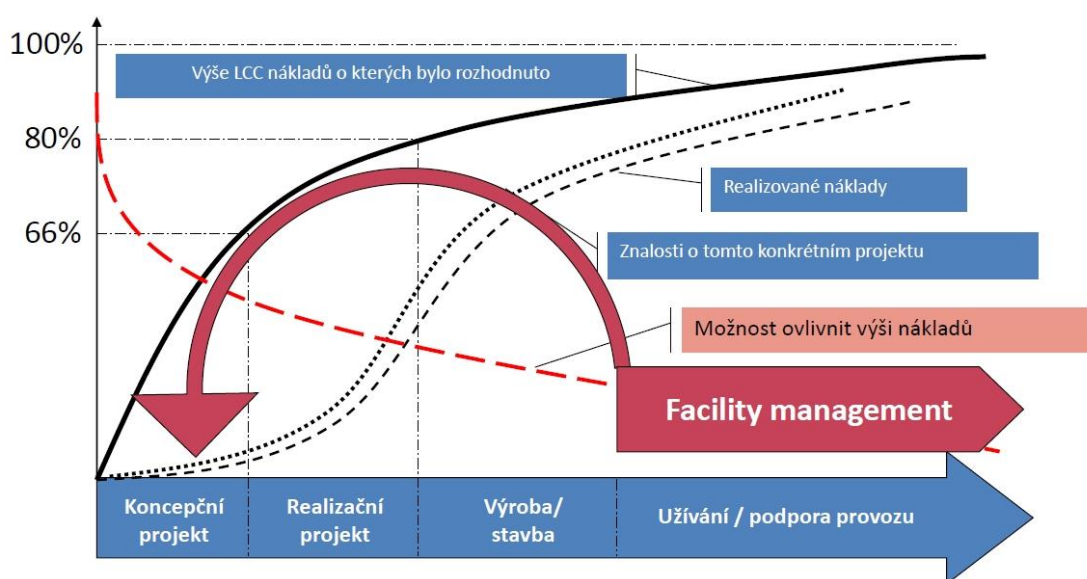
V souvislosti s optimalizací energetických spotřeb (jak v globálním měřítku, tak v rámci dané společnosti) se tato oblast rychle vyvíjí. Budovy spotřebují až 40% světové spotřeby elektrické energie. [23] IWSM umožňují například posoudit stavbu na základě systémů LEED či BREEAM či vypočítat uhlíkovou stopu objektu i celé společnosti.

Existují i jednoduché CAFM systémy, které jsou tvořeny třeba jen jedním modulem. Takové systémy je sice snadnější i finančně méně náročné implementovat do firmy, na druhou stranu přinášejí pouze dočasnou výhodu – v případě potřeby dalšího modulu se projeví výhody systému integrovaného (IWMS).

V ČR je nejrozšířenějším softwarem pro FM americký Archibus od stejnojmenné společnosti, který je na trhu již přes 25 let. [24] Dalšími systémy na trhu jsou například Alstanet od české firmy Atalian, dále pit-FM, český FaMa+ společnosti Tesco SW a.s. a další.

3 POŽADAVKY NA BIM ZE STRANY FM

Pro úspěšné využití BIM modelu ve fázi užívání je nezbytné, aby budoucí správce (FM) stanovil požadavky na model ještě před zahájením práce na něm. Fáze užívání je tou nejdůležitější fází výstavbového projektu, proto je až s podivem, že se budoucí správce na projektu většinou nepodílí už v jeho raných fázích. A to navzdory tomu, že pozdější požadavky na změnu projektu jsou mnohem hůře proveditelné a tím pádem mnohem dražší, jak vyplývá z následujícího grafu. S postupem projektu a zvyšováním a zpřesňováním znalostí se totiž také zvyšuje podíl nákladů životního cyklu, o kterých již bylo rozhodnuto, a tudíž se šance ovlivnit projekt snižuje (a prodražuje).



Obr. 7 – Výše nákladů životního cyklu, o kterých bylo rozhodnuto [25]

Před zahájením práce na BIM modelu je důležité specifikovat požadovanou kvalitu a podrobnost modelu. Podrobnost modelu je v každé fázi jiná. Mělo by být také určeno, které parametry a informace by měl model obsahovat, a v jaké formě mají být v modelu uloženy. To je pro využití modelu pro FM zcela zásadní. Model pro realizaci například může obsahovat údaje nepotřebné pro FM a naopak ty, které jsou pro FM nezbytné, může postrádat. Pokud se tyto informace nestanoví předem, může být výsledný model pro FM nevyužitelný.

3.1 As-built model

Model určený pro FM (As-built¹¹) by měl tedy obsahovat všechny informace potřebné pro správu. Toto tvrzení ovšem nestačí. Požadavky na tyto informace je nutné specifikovat.

¹¹ As-built = model skutečného provedení stavby.



Pro fázi užívání se zatím jeví jako nejvýhodnější tzv. odlehčený model budovy – SLIM BIM model. Pro efektivní správu budovy pravděpodobně nebudeme potřebovat například detail kotvení předsazené fasády v podrobnosti LOD 500, bude nás zajímat hlavně plocha fasády z důvodu kalkulace a naplánování jejího mytí. Model, který by obsahoval takto podrobné informace je také samozřejmě mnohem datově náročnější a je obtížné s ním pracovat, pokud nemáme odpovídající výkonný (a tím pádem drahý) hardware. Naopak u technologií vyžadujeme mnohem více informací související s jejich údržbou či revizemi.

Požadavky můžeme rozdělit na obecné požadavky na model a data potřebná pro facility management. Ke stanovení těchto požadavků slouží tzv. BIM Execution Plan (BEP).

3.2 BIM Execution Plan (BEP)

BIM Execution Plan, neboli výkonný plán BIM, je dokumentem, který by měl vzniknout před samotným zahájením projektu. Popisuje požadavky na údaje a data v jednotlivých fázích projektu. Vymezuje také odpovědnosti a vztahy účastníků. Požadavky ze strany FM by měly být stanoveny právě v tomto dokumentu. BEP by měl být jasný, stručný a přehledný.

3.3 COBie a IFC

COBie, tedy Construction Operations Building Information Exchange je standard, který stanovuje datovou strukturu pro výměnu informací zejména mezi zhotovitelem a správcem budovy. Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, jednou z výhod BIMu je možnost využití dat vzniklých během návrhu a realizace pro správu stavby. Informační model je jakousi databází těchto informací. Ona databáze však není nijak strukturalizovaná, proto není vždy snadné vyhledat jednu konkrétní informaci. [26] Z tohoto důvodu vznikl COBie – standard, který tuto strukturu definuje.

Vychází ze standardu IFC (Industry Foundation Classes), což je mezinárodní datový standard pro sdílení BIM dat, který byl vytvořen organizací buildingSMART. Ten zjednodušeně funguje tak, že data při exportu z jednoho softwaru pro tvorbu BIM převede na text, aby je následně importoval do jiného softwaru. Nutno podotknout, že má svá omezení – jelikož každý software má jiný postup tvorby geometrického modelu a jeho parametrizace, nelze se spolehnout, že při použití IFC nedojde ke ztrátě některých dat, nebo se sice načtou, ale nebude možné je upravit. Přesto má však IFC své využití, například jako referenční podklad pro prostorovou koordinaci – i když ani v tomto případě nefunguje vždy správně. [27] Zároveň slouží IFC jako standard pro data obsažená v BIM – tedy jako struktura parametrů s přesně definovanými názvy, jednotkami, specifickým datovým typem parametru apod.



Problematika standardizace BIM dat je dále rozebrána v kapitole 5.1.

COBie je tedy datovou strukturou, která do určité míry „filtruje“ standard IFC a vybírá ta data, která jsou potřebná pro FM. Nespecifikuje však, která konkrétní data by měl informační model obsahovat. Lze ho však využít jako „podklad“ pro zadání toho, které informace od modelu při jeho odevzdání požadujeme.

3.4 Obecné požadavky na BIM model

Obecné požadavky na model obsažené v BEP by měly být stanoveny a dodrženy po celou dobu. Jsou to požadavky, které určují obecné zásady, nespecifikují tedy to, jaká konkrétní data by měl informační model obsahovat. Tyto požadavky nevycházejí nutně ze strany FM, měly by být stanoveny u každého projektu v BIM.

3.4.1 Umístění modelu a jeho orientace

Je nutné stanovit výchozí bod centrálního modelu a jeho vztahení k obecnému geografickému modelu (např. S-JTSK) a také stanovení modelové nuly v návaznosti k obecnému výškovému modelu (např. BpV). Tyto požadavky by měly být dodržovány ve všech modelech (např. model stavební části a modely jednotlivých profesí).

3.4.2 Jednotky

Další nezbytností je stanovení jednotného používání jednotek. Jelikož na modelu pracuje více pracovníků ve více etapách, je důležité, aby všichni dodržovali stejný systém. Tento požadavek může vycházet z jednotek doporučených pro používání v ČR.

- Délkové jednotky [mm]
- Plošné jednotky [m²]
- Objemové jednotky [m³]
- Zatížení [kN, kN/m, kN/m², kNm...]
- Hmotnost [kg]

3.4.3 Level of Detail/Development

Tyto pojmy jsou někdy chybně zaměňovány, do jisté míry spolu ale souvisí. Level of Detail, neboli úroveň podrobnosti, se týká pouze geometrického vyobrazení objektů v modelu. Naproti tomu Level of Development, neboli úroveň vývoje, definuje nejen geometrickou podrobnost, ale také přesnost, obsah a rozsah informací o jednotlivých objektech. [4] Rozlišujeme LOD 100, LOD 200 až LOD 500. Pro oba pojmy obecně platí, že se s postupem projektu podrobnost (vývoj) zpřesňuje a LOD se tedy zvyšuje. Neplatí však, že pokud je pro určitou etapu stanoven Level od Development například na hodnotu 300, všechny prvky v něm musí mít hodnotu Level of Detail také 300.



V následující tabulce jsou shrnuty jednotlivé LOD (Level of Development) a jejich využití, podle dokumentu AIA E202 2008, který zhotovil American Institute of Architects.

LOD	Popis
LOD 100	Celkový objemový model budovy, orientační plocha, objem, umístění.
LOD 200	Přibližně definovaný tvar, rozměr, umístění, orientace a množství stavebních elementů, ke kterým mohou být přiřazeny negeometrické informace.
LOD 300	Přesně definovaný tvar, rozměr, umístění, orientace a množství stavebních elementů, ke kterým mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.
LOD 400	Přesně definovaný tvar, rozměr, umístění, orientace, množství, informace o zhotoviteli a podrobné detaily stavebních elementů, ke kterým mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.
LOD 500	Přesné rozměry, množství, tvar, poloha a orientace stavebních elementů, tak jak byly postaveny a dodány. K jednotlivým elementům mohou být přiřazeny negeometrické popisné informace.

Tab. 2 – Úrovně vývoje (Level of Development) [4]

Jednotlivé LOD jsou pak na základě požadované podrobnosti přiřazeny k jednotlivým fázím výstavby. Toto rozložení může být u každého projektu jiné a je nutné ho specifikovat v BEP.

Návrh možného přiřazení LOD pro jednotlivé fáze životního cyklu s příklady stupňů dokumentace podle 499/2006 Sb., vyhlášky o dokumentaci staveb:

LOD 100 – architektonická studie

LOD 200, LOD 300 – dokumentace pro stavební povolení

LOD 400 – dokumentace pro provádění stavby

LOD 500 – dokumentace skutečného provedení stavby, model pro užívání stavby

Různé části dokumentace (např. architektonicko-stavební, část vzduchotechnika) mohou mít také ve stejné fázi LOD rozdílné podle specifikace v BEP.

3.4.4 Názvosloví

V BEP je také nutné stanovit přesný formát názvosloví například místností, který bude dodržován všemi účastníky životního cyklu, kteří se podílejí na tvorbě modelu. Může se jednat o kód, kde bude zahrnuto číslo podlaží,



případně označení pavilonu a číslo místnosti. Tento formát bude použit pro všechny místnosti v budově. Obdobně lze vytvořit formát názvosloví pro prvky v budově, nábytek apod.

3.4.5 Parametry

V informačním modelování, respektive v programu pro modelování, například Autodesk Revit, jsou jednotlivé konstrukční prvky (např. stěny, okna, dveře) či technologická zařízení zobrazeny jako *objekty*. Tyto objekty jsou sdružovány do tzv. *rodin* (Family) a vlastnosti těchto objektů se nazývají *parametry*. Dále jsou objekty navzájem propojeny geometrickými prostorovými vztahy, mohou k nim být přiřazeny URL odkazy (např. na externí soubory, jako jsou technické a provozní listy), další soubory (např. JPEG obrázky) či různá legislativní rozhodnutí a dokumenty.

Pro jednotlivé fáze projektu je nutné stanovit, které parametry a v jaké formě budou u objektů definovány. To, který objekt bude obsahovat jaký parametr závisí na LOD a mělo by být specifikováno v BEP. Existuje několik skupin parametrů.

Číselné parametry představují informace o daném prvku, které je možné vyčíslit. Jedná se například o rozměry, umístění, cenu, ale také objem přívodu vzduchu či elektrický příkon. Existují také celočíselné parametry, které vyjadřují například množství.

Rozhodovací parametry představují výběr z předem definovaných hodnot. Ty mohou být definované buď softwarem, nebo je lze vytvořit uživatelsky. Jedná se o parametry typu ano/ne, typ otevírání dveří (pravé/levé), materiál prvku apod.

Textové a hypertextové parametry představují další způsob, jak do modelu zadat informace. Jedná se buď o textové poznámky nebo hypertextový odkaz na jiný soubor. I tyto parametry by měly mít nějakou předem definovanou strukturu (např. struktura uložení souborů, na který se model odkazuje). Nevýhodou těchto parametrů je to, že většinou nejsou počítačově čitelné, to znamená, že jejich další použití (např. synchronizace s IWMS) je závislé na tom, že je přečte člověk. To může být někdy časově náročné a neefektivní, proto je zde snaha o automatizaci těchto informací.

Jedná se většinou právě o doplňující informace nutné pro FM – např. provozní a technické listy nutné pro údržbu, které bývají ve formátu PDF a nelze je zjednodušeně zahrnout do modelu v podobě jiných parametrů. Automatizace těchto dat je dále rozebrána v kapitole 5.3.



3.5 Informace potřebné pro FM

Kromě obecných požadavků na model a jednotlivé elementy je nutná také specifikace informací týkajících se konstrukcí, technologického vybavení a inventáře, které jsou důležité pro následnou efektivní správu budov. Patří mezi ně informace, které jsou důležité pro technickou údržbu či celkovou správu budovy, ale které většinou nejsou součástí předávané dokumentace, protože jsou předávány ve formě různých dokumentů, nebo to jsou informace vyplývající z legislativních požadavků. *Problémem tedy zůstává, jak tyto nestrukturované a neuspořádané informace, které nejsou počítačově čitelné, zadat do modelu.*

3.5.1 Revize vyhrazených technických zařízení

Do této podkategorie spadají všechny *legislativně* vyžadované revize. Jedná se o informace dané právními předpisy a technickými normami.

Zdroje informací (uvedeno na příkladu vyhrazených zdvihacích zařízení):

- Četnost revizí – technické normy, popř. technické podmínky výrobce
- Rozsah revize – technické normy, popř. technické podmínky výrobce [28]

Způsob zadání do modelu:

Jelikož zhotovitel je povinen provést výchozí revizi, měl by datum provedení revize zadat do modelu. Od tohoto data následně běží lhůta pro následující revizi, kterou bude provádět provozovatel.

Za předpokladu, že je provozovatel zkušený, pravděpodobně má již vytvořenou databázi prvků vyžadujících zákonnou revizi s odpovídajícími lhůtami. Tuto databázi (v IWSM) by tedy měl po synchronizaci dat do IWSM napojit a automaticky vygenerovat datum příští revize (po propojení s parametrem data výchozí revize provedené zhotovitelem).

Pokud žádná taková databáze neexistuje, i tak by měl mít provozovatel přehled o četnostech těchto revizí, jen je nutné tuto informaci vložit do modelu ručně. Jelikož výchozí revize je již vykonána zhotovitelem, lze jednoduše zjistit, u kterých prvků je revize vyžadována. K těmto objektům je pak nutné parametr četnosti revize doplnit.

Tato problematika je dále rozebrána v kapitole 5.3.

3.5.2 Pravidelná údržba technologických zařízení

Kromě legislativně vyžadovaných revizí je v zájmu provozovatele provádět také pravidelnou údržbu či kontrolní prohlídky. Některé způsoby údržby si může provozovatel stanovit sám, některé jsou stanoveny výrobcem daného



prvku a jsou popsány v **technických a provozních listech**. Jak již bylo řečeno, tyto dodávané listy jsou většinou buď ve formátu PDF, nebo v papírové podobě. Abychom je mohli propojit s modelem, je nutné je naskenovat. Tyto naskenované listy jsou pak ale „čitelné“ pouze pro člověka, takže i když jsou připojeny v BIM modelu (formou hypertextového odkazu), pro další použití v IWMS je nutné je ručně zadat do databáze, což může být v závislosti na velikosti budovy a množství technologií značně časově náročné a neefektivní.

Zdroje informací:

- Technické listy
- Provozní listy

Způsob zadání do modelu:

Ve formátu PDF. Měl by je zadat zhotovitel, protože v okamžiku vzniku informace, tj. okamžiku zabudování prvku na stavbu, je nejjednodušší informaci (v tomto případě technický či provozní list) získat a vložit je do modelu.

Tento způsob popisuje současný stav. V současnosti nejsou informace od výrobců nutné k údržbě dodávány jinou formou, pouze jako technické či provozní listy. Návrh možné automatizace vkládání těchto dat do modelu je uveden v kapitole 5.3.

3.5.3 Úklid

Správce může vyžadovat specifikaci způsobu úklidu rozdílných ploch – např. stěny s keramickým obkladem, prosklené stěny, podlahy apod. Tyto plochy pak může třídit a snadno zjistit celkovou plochu u daného způsobu údržby. Může to sloužit k efektivnější kalkulaci nákladů na úklid či plánování.

Návrh možného rozdělení ploch podle typu údržby:

- Svislé plochy omyvatelné (např. obklady)
 - Svislé plochy omyvatelné vč. leštění (např. prosklené stěny, okna apod.)
 - Svislé plochy malované
 - Podlahy luxované
 - Podlahy vytírané
- Atd.

Zdroje informací:

- Stanovené facility managementem

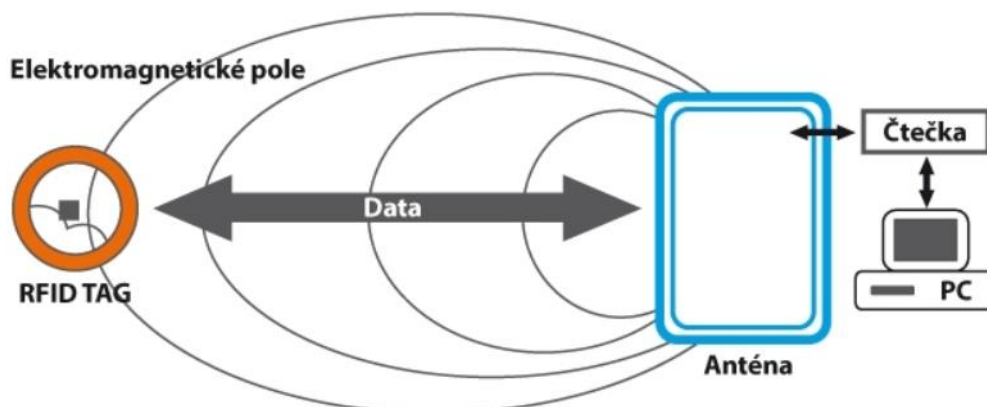
Způsob zadání do modelu:

Ve fázi návrhu v podobě rozhodovacího parametru přiřazeného ke konkrétnímu materiálu (např. vytírané plochy = PVC, dlažba; luxované plochy = koberec; omyvatelné svislé plochy = obklady).

3.5.4 RFID

U rozsáhlých budov může mít provozovatel požadavek na umístění RFID tagů.

Radio Frequency Identification (RFID), neboli identifikace na rádiové frekvenci, je technologie založená na automatickém bezdrátovém přenosu dat. Je nástupcem čárových a QR kódů, na rozdíl od nich však nefunguje na optickém snímání, není tedy nutné, aby byl RFID tag viditelný – je možné ho umístit i na prvky zakryté konstrukcí (např. do zdvojené podlahy nebo do podhledu). Skládá se z tagu (čipu, označení), na kterém jsou digitální data uložena, dále čtečky s anténou, která data z RFID tagu přečte a dané informace odešle pomocí podpůrných aplikací (API) do BIMu – tedy softwaru, ve kterém je model vytvořen či spravován. Na základě přijatých dat se prvek v modelu zvýrazní a zobrazí se požadované informace, již uložené v modelu (např. datum osazení prvku, odkaz na provozní listy apod.). [29]



Obr. 8 – RFID technologie [30]

Otázkou pro budoucího provozovatele/majitele budovy je to, co všechno by mělo být RFID čipy označeno a které informace bude čip obsahovat.

Co RFID tagy označovat:

Tato informace musí být jasně specifikována v BEP. Obecně lze říci, že pro potřeby údržby je nejvhodnější označit ty prvky, které jsou spojeny s nějakou aktivitou (úklid, údržba, revize).

Jaké informace by měl RFID tag obsahovat:



Na tomto se opět musí shodnout budoucí správce budovy, popř. investor. Mezi informace, které mohou být na tagu uloženy a lze očekávat jejich využití, patří například tyto:

- Identifikátor výrobku (jedinečný kód)
- Datum instalace
- Výrobní číslo
- Výrobce

Je třeba si položit otázku, zda je nutné opravdu všechny tyto informace mít uložené na tagu. Některé informace se totiž mohou v průběhu času měnit a je tedy nutné vybavit prvky prepisovatelnými čipy, které jsou mnohonásobně dražší než čipy neupravitelné, pouze pro čtení. V závislosti na velikosti stavby může být rozdíl v ceně opravdu vysoký navzdory tomu, že prepisovatelné tagy nepřinášejí o moc více výhod než tagy nepřepisovatelné, protože všechny tyto informace už můžou být uloženy v modelu.

Z tohoto důvodu i ze zahraničních zkušeností vyplývá, že nejvýhodnější a nejjednodušší je vybavit dané prvky jednoduchými nepřepisovatelnými čipy, které ponese pouze jedinečné identifikační číslo výrobku, na jehož základě se automaticky načtou další potřebná data. [29]

3.6 Kontrola projektu ze strany FM

Jestliže FM stanoví na začátku projektu všechny informace, které od modelu požaduje, měl by také určit, kdo za ně nese zodpovědnost, jinými slovy, kdo by je měl do modelu zanást. To by mělo být zabezpečeno smluvně. Především u informací týkajících se prvků vyžadujících pravidelnou údržbu či revizi je důležité tuto zodpovědnost stanovit. Data o těchto prvcích by měl do modelu zadat dodavatel, jelikož má k informacím nejjednodušší přístup. Dodavatel si může dále smluvně zabezpečit formát, v jakém tyto informace (většinou provozní a technické listy) od subdodavatele (stavebního výrobce) dostane. Bude pro něj například jednodušší, pokud provozní a technické listy dostane elektronicky ve formátu PDF, jehož uložení v adresáři následně přiřadí jako hypertextový odkaz v modelu. Ušetří si tak spoustu práce se skenováním papírových dokumentů.

Způsobů, jak smluvně zabezpečit, že v modelu budou obsažena požadovaná data, je více. Ve smlouvě může být jednoduše definováno, že ve výsledném As-Built modelu budou určitá data (viz předchozí kapitola 3.5). Bylo by však takřka nemožné při převzetí modelu zkontrolovat, zda model opravdu tyto požadavky splňuje.



Vhodnější je proto průběžná systematická kontrola plnění požadavků ze strany FM, která by měla být stanovena v BEP plánu. Kontroly by měl provádět BIM koordinátor.

3.6.1 BIM koordinátor

BIM koordinátor je důležitou osobou v celém projektu řízeném v BIM. Jeho úkolem je kontrolovat a řídit činnost ostatních účastníků. Kromě toho by měl také účastníky koordinovat, spojovat a motivovat.

3.6.2 Kontrola ve fázi návrhu

Projektová dokumentace by měla být kontrolována zejména z hlediska dodržení obecných požadavků na model a obsažení všech požadovaných informací. Kontroly by měly být prováděny pravidelně, podle plánu stanoveném v BEP. Klíčové jsou zejména kontroly těchto specifikací:

- dodržení předepsaného názvosloví;
- LOD pro daný stupeň dokumentace;
- použití předepsaných jednotek;
- množství informací v podobě parametrů u jednotlivých prvků, aby model nebyl přehlcen nepotřebnými daty;
- vytvoření předepsaných výkazů výměr.

[31]

3.6.3 Kontrola ve fázi realizace

Během realizace by mělo být kontrolováno především to, zda je model aktuální a koresponduje se skutečností. Zejména je nutné zajistit, aby všechny změny oproti původní dokumentaci byly zaneseny v modelu. Bude-li aktuálnost kontrolována průběžně podle plánu kontrol např. ve významných milnících stavby, usnadní to posléze přejímku modelu i stavby.

Dále by se měl BIM koordinátor zaměřit na to, zda dodavatel model aktualizuje podle skutečně dodaných prvků a vkládá do modelu předem vyžadované informace – zejména technické a provozní listy uložené v PDF. V modelu by měl vždy být obsažen hypertextový odkaz na reálné umístění souboru.



4 PŘEVZETÍ INFORMAČNÍHO MODELU A BUDOVY

Přejímka informačního modelu a přejímka budovy jsou spolu neoddělitelně spjaty. Nelze převzít dokončenou stavbu bez kompletního modelu, protože data v něm slouží jako kontrola správného provedení. Stejně tak nelze převzít model bez dokončené stavby, protože model nemusí být aktuální. Jedná se tedy o proces, který by měl ideálně probíhat současně.

Přejímka stavby bývá často problematickou fází u mnoha projektů. Dále jsou popsány dvě metody převzetí modelu a stavby, respektive dva způsoby vkládání dat do modelu.

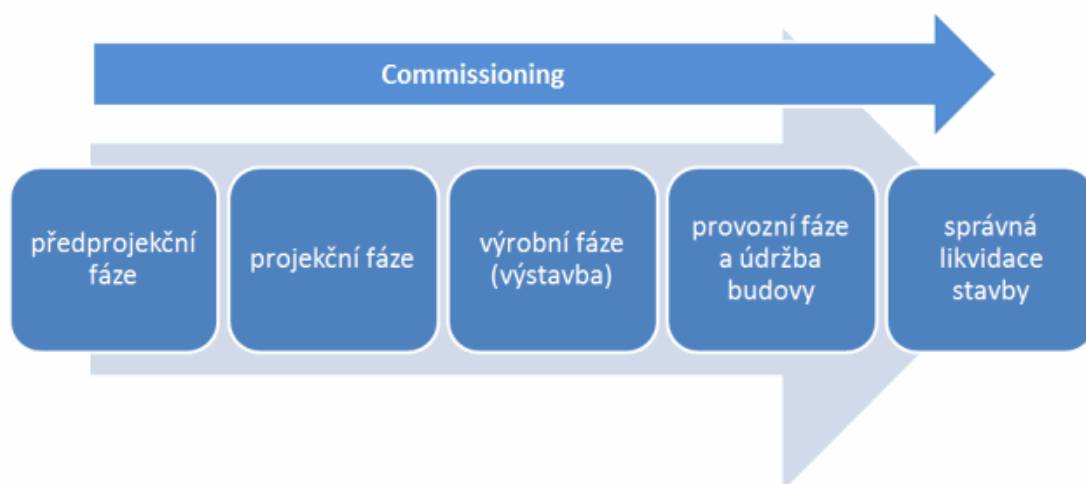
V případě projektu řízeném v BIM lze využít jeho výhod a tento proces usnadnit a zjednodušit. To ale platí pouze v případě, že je BIM používán i během realizace, nebo alespoň za předpokladu, že zhotovitel model udržuje aktuální během výstavby. **Data jsou** v tomto případě do modelu **vkládána průběžně, v okamžiku jejich vzniku**. Tato metoda průběžného vkládání dat úzce souvisí také se stále se rozšiřující metodou *commissioning*, která je založena na průběžné kontrole a řízení kvality během celého životního cyklu stavby, a to nezávisle na tom, zda je projekt řízen v BIM, či nikoli.

Druhá metoda nastává v případě, kdy BIM není využíván během celého projektu, případně když zhotovitel model neaktualizuje v průběhu. V tom případě se logicky musí **data** potřebná pro FM musí do modelu **vložit na konci výstavby**.

4.1 Commissioning

Commissioning je metoda pro uvádění staveb a technologií do provozu. V současné době nemá název commissioning v češtině jazykový ekvivalent. Postupně se však dostává do povědomí profesionálů i provozovatelů budov, kteří si začínají uvědomovat její přínosy i úsporu nákladů s ní spojené.

Commissioning je proces řízení kvality budov a instalací, jejich zabudování do objektu a správné uvedení do provozu. Jedná se o systematický proces zkoušení a dokumentování, který vede ke správnému návrhu všech systémů v budově a jejich optimálnímu využití. [32] Commissioning rozhodně není samostatný proces, ale průběžný proces stojící nad všemi fázemi životního cyklu budovy.



Obr. 9 – Commissioning ve vztahu k fázím životního cyklu [32]

Co se týče oblasti novostaveb, je nejdůležitějším bodem commissioningu správné uvedení budovy a systémů TZB do provozu. Tento proces začíná samozřejmě, jak je znázorněno na obrázku č. 9, již ve fázi návrhu. Správný návrh je totiž nedílnou součástí následného ekonomicky výhodného provozu. Nejdůležitější částí tohoto procesu je však právě uvedení systémů do provozu v rané fázi provozu stavby. [32]

Právě v kontinuitě tohoto procesu a jeho průběžných a systematických kontrolách lze nalézt podobnost s metodou průběžného vkládání dat do modelu, potažmo celé metodiky BIM. Dalším společným bodem je jejich stejný cíl, a to dodávka výstavbového projektu splňujícího vysoké požadavky kvality a zároveň majícího co nejnižší náklady životního cyklu.

4.2 Průběžné vkládání dat do modelu

Využití metodiky BIM po celou dobu životního cyklu, včetně fáze realizace stavby, s sebou nese mnoho výhod, mimo jiné možnost vkládat data do modelu průběžně a usnadnit převzetí modelu pro následnou správu budov.

Pokud BIM není využíván během realizace, ale model přesto existuje, nabízí se otázka, zda ho lze přesto průběžně aktualizovat a doplňovat o informace spojené s konkrétně dodanými výrobky a prvky – tuto povinnost by měl mít tak či tak zhotovitel. Teoreticky to možné je, ale reálně to samozřejmě znamená mnohem větší pracnost, než kdyby zhotovitel model používal. Stále je to však lepší varianta, než všechna data vkládat do modelu až po dokončení výstavby. Je důležité povinnosti zhotovitele zabezpečit smluvně a přímo specifikovat, aby data vkládal průběžně. To lze navázat například na seznam kontrol a milníků v BEP, které pomáhají BIM koordinátorovi plnit dohled nad zhotovitelem.



Tímto se potvrzuje původní tvrzení, že BIM opravdu přináší největší profit při využití ve všech částech životního cyklu stavby.

4.2.1 Přejímka informačního modelu

Jelikož výsledný model obsahuje velké množství dat, je takřka nemožné ho zkontrolovat najednou v momentě převzetí. Proto by měly být nastaveny kontroly již během návrhu a realizace (viz kapitola 3.6).

Nejdůležitější u informačního modelu je jeho aktuálnost a korespondence se skutečností. Zhotovitel by měl být povinen udržovat model aktuální a zanést do něj všechny změny oproti původní dokumentaci.

Dále by měl do modelu vkládat data specifikovaná budoucím správcem, která má k dispozici od subdodavatelů a stavebních výrobců, související s konkrétně dodanými a osazenými prvky. Jedná se zejména o tyto parametry:

- výrobní/sériové číslo;
- výrobce;
- datum osazení;
- případný kód čipu RFID;
- odkaz na provozní list;
- odkaz na technický list
- případně odkaz na revizní protokol (po provedení výchozí revize zhotovitelem).

4.2.2 Převzetí budovy

Převzetí budovy je proces, během kterého dochází k přebírání jednotlivých konstrukcí a prvků technickému dozoru investora (TDI). Stejně jako přejímka modelu, i převzetí stavby by mělo probíhat průběžně. Výhodou přebírání budovy pomocí BIM je, že data nutná pro přejímku jednotlivých prvků jsou uložena v modelu. Informace nutné pro převzetí prvku jsou tak dostupné každému pověřenému pracovníkovi, tudíž může provést převzetí, i když není seznámen s kompletní dokumentací.

V ideálním případě, kdy je BIM využíván i během realizace, je možné využít softwarovou podporu, která tento proces, ať už během závěrečné kontroly, či během průběžných kontrol, může usnadnit. Tyto softwary (např. Autodesk BIM 360 Field) jsou většinou dostupné na různých platformách včetně přenosných – tj. smartphonech či tabletech a podporují zobrazení jak ve 2D (např. PDF), tak přímo v BIM modelu.

Prvky je pak pomocí propojených **check-listů** (seznamů) možné kontrolovat, zkoušet a přejímat již v průběhu výstavby přímo na staveništi. Každý prvek má nějaký status, například:

- osazeno;



- označeno RFID čipem;
- vyzkoušeno;
- převzato TDI;
- připomínky.

U každého bodu je nutné evidovat i datum a předávajícího pracovníka. Tato data jsou sdílena přes cloudové úložiště s ostatními pracovníky, kteří mohou s informacemi dále pracovat. Aplikace většinou umožňují také pořizovat a vkládat fotografie.

Tato metoda samozřejmě není závislá pouze na softwarech k tomu určených, obdobně ji lze využít i bez nich. Data o převzatých prvcích lze zaznamenávat do check-listů propojených s jednotlivými prvky v BIM modelu. Je nutné dbát hlavně na to, aby informace o aktuálním stavu prvku byla do modelu zanesena v okamžiku vzniku, respektive co nejdříve po něm.

Tímto způsobem lze prvky přebírat postupně a vyhnout se tedy oné nechtěné kumulaci práce na konci výstavby. Závěrečná přejímka pak bude probíhat stejným systémem jako v průběhu (tedy u prvků, které ještě nebyly převzaty).

4.3 Vložení dat po dokončení výstavby

Druhou metodou je vložení dat na konci výstavby.

4.3.1 Přejímka informačního modelu

V případě, že požadovaná data nejsou do modelu vkládána v průběhu realizace stavby, je nutno počítat s tím, že po dokončení dojde ke značné kumulaci práce. Jedná se v tomto případě zejména o provozní a technické listy technologického zařízení. Na základě toho, jak byly povinnosti zhotovitele stanoveny ve smlouvě, může nastat více variant.

Buď zhotovitel předá následnému správci tyto dokumenty v papírové podobě, nebo elektronicky ve formátu PDF. Pokud jsou v podobě papírové, je na správci, aby všechny tyto dokumenty naskenoval a uložil do strukturovaných adresářů. Následně k prvkům vyžadujícím pravidelnou údržbu přiřadí odkazy na tyto soubory.

Tuto značně zdoluhavou práci (v závislosti na velikosti budovy a technologické náročnosti) může zadat skupině pracovníků bez nutnosti kvalifikace (například brigádníkům). Přesto to však znamená náklady navíc, minimálně mzdové. Navíc kvůli nekompletnosti modelu může dojít k oddálení uvedení budovy do provozu.

Pokud je ve smlouvě stanoveno, že zhotovitel předá model obsahující požadované informace, je samozřejmě žádoucí, aby do modelu zadal co nejvíce



informací on, jelikož má data o konkrétně dodaných výrobcích k dispozici. Závěr výstavby a následná převímka modelu i stavby bývá problematická na většině staveb. K usnadnění je možné převzít nejdříve například stavební model, na který nejsou tak náročné požadavky z hlediska FM a dat vznikajících během realizace. Alespoň ten je pak možné využít k převzetí budovy.

4.3.2 Převzetí budovy

I v případě vkládání provozních dat až po dokončení výstavby by mělo být prioritou co nejvíce model využít pro převzetí budovy. K jednotlivým prvkům by měly být přiřazeny check-listy sloužící ke kontrole.

Součástí modelu dále může být i seznam vad a nedodělků. Model může v tomto případě jejich následné odstranění usnadnit a částečně zautomatizovat. Namísto stohů různých dokumentů s popisem vady je možné tyto prvky snadněji lokalizovat. Také k nim lze přiřadit fotografie, které poskytnou mnohem ucelenější a jasnější přehled o jejich napravení.

4.4 Srovnání metod

Obě metody jsou popsány spíše jako 2 extrémy, které mohou nastat. Reálný stav se bude pravděpodobně pohybovat někde mezi nimi. Snahou by ale samozřejmě mělo být přiblížit se co nejvíce první metodě, tedy vkládat do modelu co nejvíce dat v průběhu výstavby, což usnadní, urychlí a zefektivní závěrečnou převímku modelu i budovy a úspěšné uvedení do provozu.

Pokud nebude zhotovitel udržovat model aktuální během výstavby, dá se jistě očekávat, že v okamžiku předání nebude model připraven ve stavu, v jakém je vyžadován. Zde záleží na formulaci ve smlouvě – pokud bude například za její porušení zhotovitel potrestán fixní pokutou, stále to nevyřeší problém, že budova pravděpodobně nebude moci být uvedena do provozu v původním termínu. Investor by si tedy měl dát pozor na to, aby buď ve smlouvě specifikoval, že mu zhotovitel například provede finanční náhradu z důvodu zdržení zahájení provozu stavby, nebo určí ve smlouvě, že model bude aktualizován průběžně, aby nedošlo k žádné prodlevě.

Nevýhodou u obou metod je v současnosti hlavně forma provozních a technických listů a dalších dokumentů, které subdodavatelé předávají převážně v papírové podobě. Skenování velkého množství dokumentů je neúměrným množstvím práce navíc a zdržuje úspěšné uvedení budovy do provozu. Snahou FM by mělo být je v co největší části požadovat od dodavatele v elektronické podobě (PDF).

Schématu projektu dle způsobu zadávání dat do modelu jsou zobrazena v přílohách 1 a 2.

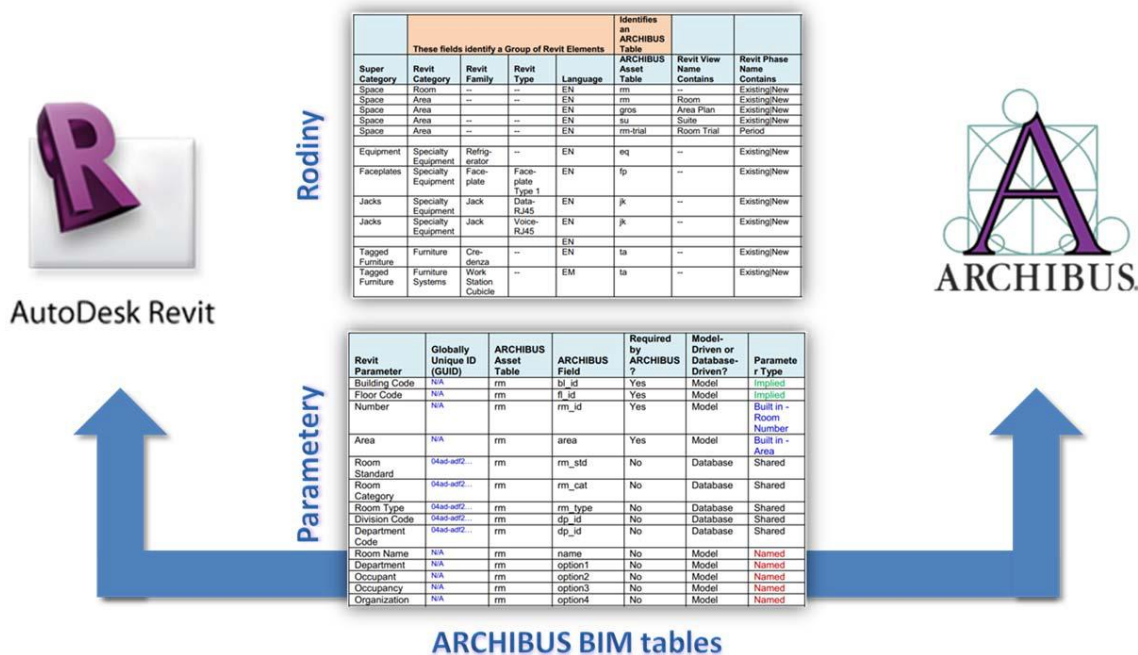


4.5 Uvedení do provozu

Přejímkou budovy a modelu cesta k úspěšnému uvedení budovy do provozu zdaleka nekončí. Data z modelu je nutné synchronizovat do IWMS, využívaného oddělením FM. Jelikož v Česku je použití BIM pro správu budov zatím ojedinělé, je nutné také školení zaměstnanců.

4.5.1 Synchronizace BIM s IWMS

Synchronizace dat mezi BIM (např. Autodesk Revit) a IWMS (např. Archibus) je možná díky tzv. API = Application Program Interface. Jinými slovy se například do zmíněného Revitu nainstaluje plugin Archibusu, který následně umožní synchronizaci a vzájemné propojení dat mezi dvěma softwary. Tato synchronizace není jednostranná, nejedná se o export dat z BIM do IWMS, kde by už dále data nebylo možné editovat. Správně by mělo jít o oboustrannou synchronizaci, při níž se každá úprava modelu, provedená v jednom ze softwarů, projeví i v softwaru druhém.



Obr. 10 – Synchronizace dat mezi Autodesk Revit a Archibus [10]

4.5.2 Školení personálu v BIM

Součástí uvedení budovy do provozu by rozhodně mělo být i zaškolení personálu, respektive zaměstnanců FM oddělení (je vysoce pravděpodobné, že v současné době nebudou mít s prací v IWMS synchronizovaným s BIM modelem zkušenosti).



Toto školení by se nemělo omezit pouze na to, naučit se s modelem pracovat, ale mělo by také vysvětlovat důvody zavedení této metodiky do dané společnosti a objasnění jejích výhod a přínosů, mimo jiné pro samotné zaměstnance.



5 STANDARDIZACE

Z předchozích kapitol vyplývá, že zásadní mezerou v úspěšné implementaci BIM ať už do konkrétních projektů či do celého stavebnictví v ČR, jsou chybějící standardy. Zavedení standardů dat by znamenalo zefektivnění práce s informacemi.

Standardizace se týká jak vytvoření datových standardů pro BIM, tedy vytvoření struktury parametrů, tak vytvoření jednotné národní klasifikace stavebních výrobků a elementů (klasifikačního systému).

5.1 Standardy BIM

Pokud bude existovat jednotná datová struktura, nebude potřeba ji vytvářet individuálně pro každý projekt a nebude docházet k problémům s rozdílnými datovými strukturami při předávání modelu mezi různými účastníky projektu. Nevýhodou jednotné datové struktury může samozřejmě být určité omezení tvůrčích možností – jinými slovy, že v této struktuře parametrů nebudou takové parametry, které budou pro konkrétní projekt zrovna potřeba. Tato datová struktura může být ale použita jako šablona, kterou by používaly všechny firmy, a do které by byly schopné implementovat další chybějící parametry v konkrétním projektu. Takto upravená struktura by pak ale měla být sdílena i s ostatními účastníky projektu.

5.1.1 Standard negrafických informací 3D modelu (SNIM)

Standardy dat BIM již v České republice začínají vznikat. Vycházejí z datového standardu IFC, který, jak již bylo zmíněno, je v současné době nedostatečný. V Česku byla vytvořením standardů pro BIM pověřena Odborná rada pro BIM (CzBIM), konkrétně pracovní skupina 03 BIM & Realizace (PS#03). Jedná se o tzv. Standard negrafických informací 3D modelu (SNIM). V současnosti je k dispozici na webových stránkách CzBIM druhá verze tohoto standardu – jedná se o pracovní verzi, která bude postupně aktualizována i na základě zpětné vazby od projektantů a dalších profesí, kteří standard mohou využít. [33]

SNIM spočívá ve vytvoření strukturované databáze parametrů (negrafických informací) – aby nejen člověk, ale i počítač poznal, která data má přiřadit ke kterým parametrům v jiném SW, než ve kterém byl vytvořen (např. při synchronizaci Revit a Archibus). Tvůrci se při tvorbě inspirovali v zahraničí, zejména ve Velké Británii, kde existuje BIM Library. Z této knihovny převzali a přeložili například názvy parametrů. [34]

Parametry jsou členěny v následující struktuře:

SNIM - kategorie

- podkategorie



- seznam parametrů

Názvy parametrů jsou naprosto klíčové a je nutné je dodržet – jediné tak bude standard fungovat správně. Každý parametr má dále přiřazen datový typ (text/číslo/URL odkaz/rozhodovací parametr), jednotky a další. [34]

Parametry jsou tříděny do jednotlivých složek, tzv. Property Setů. Například parametr Zed' patří do Property Setu „Wall“. Property Sety vytvořené ve SNIM jsou jednotně označeny předponou „CS_“.

SNIM funguje na Dočasném převodovém třídítku (DPT), který byl vytvořen taktéž Odbornou radou pro BIM. Jak název napovídá, jedná se pouze o dočasný klasifikační systém, než bude v ČR zaveden oficiální klasifikační systém.

Vložení parametrů ze seznamu do BIM modelu je možné ručně, nebo například pomocí pluginu (BIM Project). [34]

Na obrázcích 11-13 jsou příklady parametrů ze SNIM, dostupné z webových stránek CzBIM. Zeleně ohraničené jsou ty parametry, které jsou významné pro facility management.

ID	Název	Popis	Příklad	Je v IFC	IFC název	Datový typ	Jednotka	Je list
216	Záruku poskytuje firma	subjekt, který drží záruku, vykonavatel záruky	Montážník & Syn s.r.o.	Je v IFC	PointOfContac...	string	TEXT	ne
217	Konec záruky	Datum, kdy končí záruka	2018-09-01	Je v IFC	WarrantyEndDa...	date	datum	ne
218	Firma pro servis	subjekt, který provádí servis, v době záruky, záruční servis	Servisák & syn, s.r.o.	Je v IFC	Name	string	TEXT	ne

Obr. 11 – Ukázka seznamu parametrů ze SNIM [33]

ID	Název	Popis	Příklad	Je v IFC	IFC název	Datový typ	Jednotka	Je list
219	Konec servisu	doba platnosti servisu subjektu	2017-12-12	Není v IFC	DateOfService...	date	datum	ne
220	Poslední údržba	naposledy provedená údržba, preventivní i mimořádná	2017-06-01	Je v IFC	AssessmentDat...	date	datum	ne
221	Interval údržby	standardní interval údržby v měsících	6	Je v IFC	ServiceLifeDu...	integer	celé číslo	ne
222	Datum plánované údržby	příští naplánovaná pravidelná údržba	2017-09-30	Není v IFC	ServiceNextPl...	date	datum	ne
223	Manuál	odkaz na dokument Manuál výrobku, obsluha, servis	http://www.czvim.org/Manual.pdf	Manuál	ManualLocatio...	url	url	ne

Obr. 12 – Ukázka seznamu parametrů ze SNIM [33]



ID	Název	Popis	Příklad	Je v IFC	IFC název	Datový typ	Jednotka	Je list
229	Revizní zpráva	odkaz na dokument Revizní zprávy	http://www.czibim.org/revize/001RevisionRepor...	Je v IFC	RevisionRepor...	url	url	ne
230	Interval revize	běžný interval pro opakování revize, délka platnosti revize v měsících	12	Není v IFC	RevisionInter...	integer	celé číslo	ne
231	Konec revize	datum konce platnosti revize	2017-10-12	Není v IFC	RevisionEnd	date	datum	ne
232	Návrhová životnost	doba životnosti do okamžiku celkové výměny / obnovy v měsících	14	Je v IFC	MeanTimeBetwe...	integer	celé číslo	ne
233	Návrhová životnost součástí	doba životnosti součástí / komponentu do okamžiku celkové výměny / obnovy v měsících	11	Není v IFC	MeanTimeBetwe...	integer	celé číslo	ne
234	Náhradní díly	soupis poskytnutých nebo požadovaných náhradních dílů při provozu	? (FM)	Není v IFC	SpareParts	string	TEXT	ne
235	Požizovací cena	Orientační cena za výměnu prvku v době pořízení, odvozeno z rozpočtu stavby	1500	Je v IFC	CostValues	number	Kč	ne

Obr. 13 – Ukázka seznamu parametrů ze SNIM [33]

5.2 Klasifikační systémy stavebních výrobků

Klasifikační systém je určen ke členění stavby do částí podle zvoleného klasifikačního systému. Klasifikace produkce obvykle představuje hierarchický stromový systém, který definuje začlenění jednotlivých stavebních prvků. Ve světě neexistuje žádný jediný všeobecně přijatý klasifikační systém stavebních výrobků. Existuje jich velké množství, s čímž je spojena obtížná přenositelnost těchto systémů mezi jednotlivými zeměmi a regiony. Klasifikační systémy mají samozřejmě uplatnění ve velkém množství odvětví a oborů.

Klasifikační systémy tedy zjednodušeně řečeno slouží k roztrídění obrovského množství stavebních výrobků do kategorií a podkategorií, přičemž každý výrobek na konci tohoto větvení má svůj unikátní klasifikační kód.

Klasifikační systémy lze rozdělit do skupin podle prvků, obchodu, produktů a funkcí. Neexistuje jediný „nejlepší“ klasifikační systém, protože každý byl vyvinut k jinému účelu. Pro použití klasifikačního systému v BIM bývá však často zmiňován OmniClass, MasterFormat a UniFormat (všechny vytvořené v USA). [35]



Table 23						
Products						
OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title	Level 5 Title	Level 6 Title
23-11 00 00	Site Products					
23-11 11 00		Ground Anchorages				
23-11 11 11			Retaining Stabilizing Ground Anchors			
23-11 11 11 11				Retaining Stabilizing Ground Components		
23-11 11 11 11 11					Stabilizing Ground Anchor Heads	
23-11 11 11 11 13					Stabilizing Ground Tendons	
23-11 11 11 13				Stabilizing Ground Grouted Anchors		
23-11 11 11 15				Stabilizing Ground Plate Anchors		
23-11 11 11 17				Stabilizing Ground Rock Bolts		
23-11 11 11 19				Stabilizing Ground Rock Anchors		
23-11 11 11 21				Stabilizing Ground Anchor Tiebacks		
23-11 11 13			Earth Reinforcement Anchors			
23-11 11 13 11				Earth Reinforcement Soil Nails		

Obr. 14 – Příklad amerického klasifikačního systému Omniclass [36]

5.2.1 Omniclass

Omniclass je systém navržený v USA. Tento klasifikační systém je navržen k tomu, aby pomohl organizacím s tříděním a vyhledáváním informací o produktech a je vhodný k mnoha použitím při organizaci katalogů a knihoven materiálů, dat o produktech a jejich použití v projektech. Zahrnuje v sobě jiné existující systémy, které jsou používány jako základ mnoha Omniclass tabulek (byly inkorporovány do Omniclass), např. MasterFormat pro práce, Unifomat pro prvky a EPIC (Electronic Product Information Cooperation) pro strukturování výrobku. [35]

Omniclass se stal součástí tzv. National BIM Standards vydaných v roce 2012 organizací BuildingSMART. [35]

5.2.2 MasterFormat

MasterFormat je historicky nejstarší ze specifikací stavebních prací používaných v USA a Kanadě. Vydali je Construction Specifications Institute (CSI) a Construction Specifications Canada (CSC). Specifikace MasterFormat jsou součástí novějšího Omniclass. Obsahuje očíslované tituly klasifikovaných výsledků práce nebo stavebních postupů, sloužících především k organizování specifikací, příruček a detailních informací o projektu, stejně jako umožňují formovat zápis specifikace návrhu. Poskytuje standardizovaný způsob ukládání a načítání seznamu, názvy a čísla oddílů pro organizaci dat o požadavky na konstrukci, data o produktech a aktivitách. To usnadňuje komunikaci mezi architekty, rozpočtáři, smluvními partnery a dodavateli. [35]

5.2.3 UniFormat

UniFormat je metodou, jak uspořádat stavební informace do standardních schémat a sekvencí založených na standardních stavebních elementech (prvcích), včetně prvků individuálně navržených, anebo částí vybavení charakterizované funkcí, bez ohledu na materiály a funkce používané v



konstrukci. Stavební elementy jsou zde nazývány systémy anebo sestavení a tvoří základy tabulky 21 Omniclass klasifikace. [35]

5.2.4 Uniclass

Uniclass je systém klasifikace používaný ve Velké Británii. Od roku 2013 je používaná 2. verze tohoto systému.

5.2.5 Klasifikační systémy v ČR

Na rozdíl od jiných zemí, v České republice žádný oficiální klasifikační systém stavební produkce neexistuje. Existují však některé, které jsou, nebo byly, ve stavební praxi používány.

Jedním z nejznámějších je tzv. **Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP)**, využívaný především pro analýzy cen.

Dalším systémem je **Jednotná klasifikace stavebních objektů (JKSO)**, která se však dnes již tolik nepoužívá. Sloužila zejména pro začlenění stavebních objektů. Tento systém byl již nahrazen, a to systémem **CZ-CC – Klasifikace stavebních děl**.

Všechny tyto systémy se u nás používají (nebo používaly) zejména ke stanovení ceny stavebního díla či pro nákladové analýzy. V ČR je využívá zejména **Cenová soustava ÚRS (CS URS)** společnosti ÚRS Praha, a.s.

[35]

V současné době se hovoří o použití klasifikačního systému na našem území právě pro využití v BIM. Uvažuje se o převzetí některého ze zavedených systémů v zahraničí. Touto problematikou se zabývá **Odbor koncepce BIM** například zpracováním dokumentu **Rešerše klasifikačních systémů v zahraničí**.

5.3 Návrh datové struktury

Za předpokladu existence standardů BIM a klasifikačního systému stavebních výrobků lze mnoho procesů spojených s vkládáním dat automatizovat. Data, která by měla být v modelu obsažena, jsou z velké části definována již zmíněnými standardy.

Princip spočívá v tom, že všechny informace by měly být čitelné počítačem. V současnosti tomu tak není – jedná se zejména o provozní a technické listy k jednotlivým prvkům. Pokud to jsou naskenované dokumenty, nejsou počítačově čitelné vůbec. V případě, že se jedná o PDF dodané v elektronické podobě od výrobce, informace v něm jsou v podobě textu, ale potřebné informace (pravidelná údržba, intervaly atd.) je nutné v textu vyhledat. Proto by měl být v budoucnu nalezen způsob, jaký by měly mít tyto informace formát,



aby se data dala synchronizovat s používanými softwary (ať už se jedná o SW pro modelování BIM, nebo pro správu budov).

Pokud by existovala jednotná databáze příkazů k provedení činnosti a jejich četnosti, přiřadila by se na základě například sériového čísla výrobku (uloženém v BIM modelu) k danému prvku a SW by pak dokázal automaticky vygenerovat příkaz k údržbě, včetně data k jejímu provedení.

V **příloze 3** je znázorněn **Návrh datové struktury**. Tato struktura je založena na příkladu programů Autodesk Revit a Archibus, u jiných softwarů by vypadala obdobně. Uvedený návrh datové struktury je příkladem, jak by jednotlivé databáze, standardy a legislativní požadavky mohly být propojeny. Návrh počítá s tím, že provozovatel (FM) má vytvořenou databázi prvků, pro které je zákonem povinná revize.

5.3.1 Role státu

Stát má zásadní roli ve vytvoření standardů pro BIM a klasifikačních systémů – jejich existence urychlí a usnadní sdílení jednotlivých dat. Standardy BIM by zajistily povinnost zejména projektantů a dalších účastníků zahrnout do modelu požadovaná data. Klasifikační systémy by zase umožnily přiřazení jedinečného kódu ke každému výrobku na trhu.

5.3.2 BIM knihovna

Při zavádění standardizovaných postupů do výstavby pomocí BIM se můžeme inspirovat u Velké Británie, kde existuje tzv. National BIM Library, tedy Národní knihovna BIM. Tato knihovna je databází obsahující stavební dílce. V současnosti jsou do projektu zapojeni i stavební výrobci, kteří zahrnují modely svých výrobků do knihovny. [4] Pokud by se touto cestou vydala i Česká republika, mohla by vytvořením Knihovny BIM prvků usnadnit sdílení dat mezi jednotlivými účastníky. Zapojení výrobců do tohoto procesu by umožnilo definovat požadavky na informace obsažené v těchto objektech. Namísto provozních a technických listů by tak dodavatelé stavebních výrobků do BIM objektů vložili požadované informace (tedy například typ údržby a její četnost) ve formě přesně definovaných parametrů namísto současných textových neuspořádaných dokumentů (provozní a technické listy).

5.3.3 Dodavatelé stavebních výrobků

BIM může sloužit i jako databáze všech dokumentů, které jsou podle současné legislativy povinnou součástí dodávky výrobků. Jedná se kromě provozních a technických listů také o prohlášení o shodě, které se vztahují k některým stavebním výrobkům dodávaných na trh.



Většina těchto dokumentů je však v současné době dodávána v papírové formě. Při využití BIM by bylo mnohem efektivnější, kdyby je stavební výrobci dodávali ve formátu PDF.

6 PROJEKT NOVÉ CENTRÁLY ČSOB

Stavba nové centrály ČSOB v Praze, Radlicích, vznikající v blízkosti stávající centrály, je v současnosti bezesporu jedním z nejzajímavějších projektů u nás. Důvodů je hned několik – jedná se o první budovu v ČR, která bude ke správě budovy využívat BIM. Stavba dále aspiruje na certifikaci LEED Platinum, což je nejvyšší stupeň mezinárodně uznávaného hodnocení pro energeticky úsporné budovy. [37] Novou budovu navrhlo architektonické studio Chalupa architekti. Stavba bude částečně zapuštěna do svahu a střechu stejně jako u stávající centrály v plném rozsahu pokryje vzrostlá zeleň. Původní (NHQ¹²) a nová (SHQ¹³) budova budou navzájem propojeny.



Obr. 15 – Nová centrála ČSOB Radlice (SHQ) [38]

Stavba bude usilovat o získání certifikátu LEED Platinum, který by objekt měl obdržet do půl roku od dokončení stavby. Jedním z klíčových požadavků ČSOB byla totiž nízká energetická náročnost. Banka využije čerpání geotermální energie z vrtů a zemní vzduchotechnický výměník tepla – novostavba bude vytápěna pouze tepelnými čerpadly s výkonem 1300 kW. Objekt je projektován jako bezpodhledový, vlastní stropní deska bude využívána k akumulaci a vytápění/chlazení prostor. Počítá se také s dnes již poměrně běžnými úspornými světelnými zdroji LED a v garážích budou nabíječky pro elektromobily. [38]

¹² NHQ – původně New Headquarters (nové ústředí), nyní North Headquarters (severní ústředí). Stávající budova.

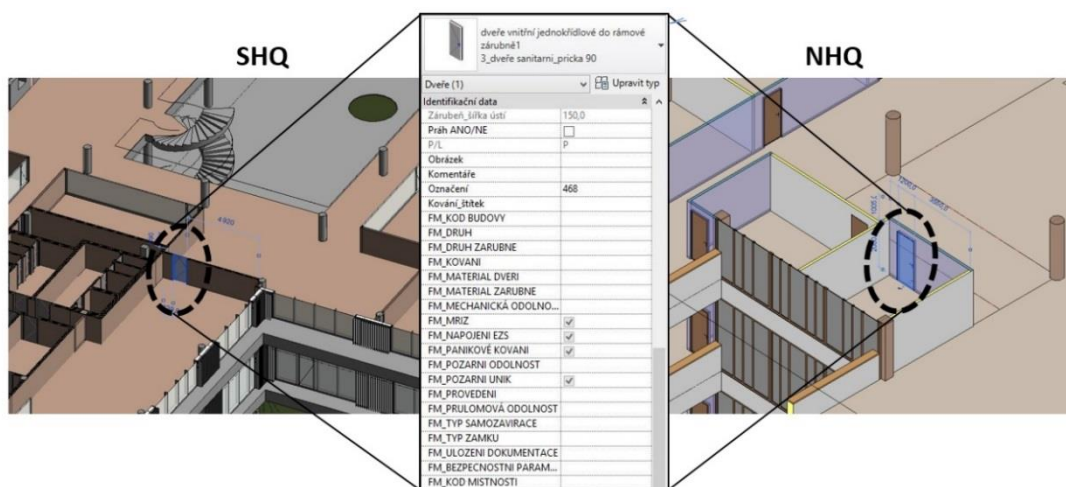
¹³ SHQ – South Headquarters (jižní ústředí). Nová budova.

6.1 BIM a ČSOB

Důvodů, proč se investor, tedy ČSOB, při stavbě nové centrály rozhodl pro využití metodiky BIM, je několik – hlavními motivy jsou úspora nákladů, kvalitnější zpracování projektu i efektivnější správa budovy. V neposlední řadě se jedná i o marketingové důvody a ambice investora být na špičce technologického vývoje, která převážila nad možnými riziky dosud málo využívané nové metodiky.

Pro účely správy budovy v BIM si ČSOB nechala zpracovat **Koncepci zavedení BIM pro ČSOB** (dále jen Koncepce). Koncepce je zpracována z pohledu vlastníka budovy pro účely její správy a provozu. Definované požadavky a principy jsou formulovány za účelem využití BIM pro facility management ČSOB. Koncepce předpokládá využití BIM po celou dobu životního cyklu.

Koncepce obsahuje jak obecné požadavky na model, tak definici požadovaných dat pro FM. V Koncepci je dále stanoven vzor pro kontrolní plán BEP. Součástí Koncepce je také CIC-UK BIM protokol, který stanovuje zodpovědnosti a smluvní vztahy jednotlivých účastníků. Na základě této Koncepce se také zpracoval testovací model BIM stávající budovy.



Obr. 16 – Odsouhlasená množina parametrů pro jednotlivé prvky [39]



Obr. 17 – Model stávajícího ústředí [39]



Datum dokončení stavby je stanoven na 28. 2. 2019, tedy až po termínu odevzdání této práce.

Projekt ČSOB může být inspirací pro další využití BIM v ČR. Zároveň však potvrzuje, že nedostatečná zkušenost s metodikou, chybějící standardy či klasifikační systém může být určitou (ne však nepřekonatelnou) překážkou při implementaci BIM do nových projektů.



ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo specifikovat požadavky a předpoklady k úspěšné implementaci BIM do facility managementu. Diplomová práce vznikala v součinnosti s oddělením facility managementu ČSOB (FAM ČSOB). Na základě konzultací byly stanoveny obecné požadavky na BIM model a předpoklady pro úspěšnou implementaci BIM podle potřeb vzniklých na reálném projektu.

Metodika BIM přináší zásadní změnu v celém procesu dodávky výstavbových projektů. Současný způsob zadávání projektů běžný v České republice, což je DBB (Design-bid-build), založený na dvou hlavních kontraktech mezi investorem + projektantem a investorem + zhotovitelem, je pro projekt řízený v BIM nevyhovující. BIM je informační databáze zahrnující kompletní data vzniklá ve všech fázích životního cyklu budovy. Určitým podílem do této databáze přispívají všichni účastníci projektu. V tom je zásadní rozdíl oproti současnému způsobu zadávání projektů – výsledný model je „živý“, stále aktualizovaný, obsahující relevantní data podle toho, v jaké etapě se projekt zrovna nachází. Slouží také jako platforma pro komunikaci a výměnu těchto dat mezi jednotlivými účastníky. Proto by je i smluvní vztahy měly sdružovat do jednoho svazku, ve kterém má každý účastník díl na cestě ke společnému cíli, tedy realizaci kvalitního a přesto finančně co nejméně náročného díla.

V úvodu diplomové práce byly stanoveny hlavní cíle práce:

1. Popsat přínosy BIM v jednotlivých fázích životního cyklu, nevýhody, respektive případná rizika.

Ve fázi návrhu vidím největší přínosy BIM ve formě snadnějšího nástroje pro navrhování, možnosti detekce kolizí a vytváření simulací materiálových nákladů, které mohou usnadnit rozhodování mezi variantami. Pro rozpočtáře pak BIM znamená velkou úsporu času z důvodu automatického generování výkazu výměr.

Ve fázi realizace je největším přínosem BIM eliminace kolizí, které by byly odhaleny až při výstavbě a které jinak vedou k prodražení a prodloužení projektu. Další výhodou je možnost vizualizace a animace výrobního procesu. Tímto způsobem je možné předcházet logistickým kolizím na staveništi.

Ve fázi užívání stavby je díky přesnějším výkazům výměr či možnost vizualizací možné optimalizovat náklady nebo spotřebu energií. BIM také přináší usnadnění podílení se na předchozích fázích projektu a tím pádem možnost lépe specifikovat požadavky na model.



Obecně lze konstatovat, že předpokladem pro největší přínos a zefektivnění celého procesu je použití metody BIM po celou dobu životního cyklu. Spoluprací všech účastníků již během raných fází projektu je možné najít ideální poměr mezi *náklady* (a to jak počátečními k pořízení stavby, tak náklady vynaloženými během fáze užívání) a na druhé straně někdy opomíjenou *kvalitou*. Druhotný efekt použití BIM může tedy být i ve zlepšení vztahů mezi účastníky, které v praxi často bývají poněkud napjaté.

Rizika související s BIM vyplývají především z neznalosti, nedostatku zkušeností a změny způsobu navrhování, realizace, potažmo celé dodávky výstavbového projektu. Rekvalifikace by proto měla spočívat nejen ve formě naučení se práce s novým softwarem, jak tomu v současnosti často bývá, ale celkovou edukací ve smyslu pochopení celé metodiky, jejích přínosů a rizik.

2. Popsat požadavky na model ze strany facility managementu.

Před zahájením projektu je nutné specifikovat požadavky na model ze strany FM – a to jak požadavky obecné, tak ty na data v modelu obsažená. Mezi obecné požadavky patří zejména stanovení jednotek, LOD (Level of Detail/Development) pro určitou fázi projektu, specifikace názvosloví a definice datového typu parametrů (číselný/textový/hypertextový/rozhodovací atd.).

V modelu by měly být všechny informace, které jsou nutné pro správu budov – jde zejména o data spojená se zákonnými revizemi, pravidelnou údržbou, úklidem a označení RFID čipy. Dále by mělo být v BEP stanoveno, kdo za tato data nese zodpovědnost, resp. kdo je do modelu vloží.

3. Srovnání dvou metod přejímky budovy, potažmo informačního modelu: metoda průběžného vkládání dat do modelu během realizace vs. metoda vložení dat po dokončení stavby.

Jelikož informace je nejjednodušší (a nejlevnější) získat v okamžiku jejich vzniku, měly by být v tomto okamžiku do modelu vloženy. To znamená, že informace, které má k dispozici zhotovitel (např. specifikace konkrétně dodaného výrobku) by měl do modelu vložit v momentě zabudování prvku do budovy. Průběžné vkládání totiž zajistí aktuálnost modelu a data v něm zároveň mohou sloužit i k průběžné přejímce stavby. Tím se eliminuje závěrečné nahromadění pracovní vytíženosti na konci výstavby.

Pokud se na druhou stranu požadovaná data budou vkládat do modelu až na konci výstavby, nebude možné včas převzít ani informační model, ani budovu.

Součástí DP jsou schémata dvou metod přejímky budovy a modelu v přílohách 1 a 2.



4. Stanovení předpokladů pro automatické vygenerování pokynů k provedení údržby/revizí na základě dat vložených do informačního modelu – návrh datové struktury.

Některé požadované informace jsou v současnosti v nevhodném formátu pro použití v BIM. Informace o pravidelné údržbě jsou většinou obsaženy v provozních listech, které dodavatelé výrobků předávají v papírové podobě nebo ve formátu PDF. Zákonem požadované revize jsou zase specifikovány v legislativě.

Návrh datové struktury je znázorněn v příloze 3.

Pro úspěšné zavedení BIM na český trh a automatizaci přenosu dat je nutné vytvoření národních standardů pro BIM data a klasifikačního systému stavebních výrobků (případně převzetí klasifikačního systému ze zahraničí). Po vzoru Velké Británie je také možné vytvořit národní BIM knihovnu stavebních dílců, kde by byly obsaženy všechny stavební výrobky. Dodavatelé stavebních výrobků by pak tato data potřebná pro FM zahrnuli do BIM objektů ve formě předem definovaných parametrů (typ údržby, četnost údržby, typ revize, četnost revize atd.).

5. Projekt nové centrály ČSOB v Radlicích.

Projekt nového ústředí ČSOB je pozoruhodnou stavbou jak z hlediska architektonického, tak z důvodu využití metodiky BIM pro následnou správu budovy jako první v České republice. Chybějící legislativa, standardy i zkušenosti v našem prostředí řadu investorů spíše odrazují. Přestože s sebou z těchto důvodů BIM přináší spoustu rizik, bez prvních projektů se však širšího využití BIM ve stavebnictví nejspíše nedočkáme. A to i přesto, že se ve výsledku nemusí dosáhnout takových přínosů, jaké byly očekávány. Přinesou nám totiž cennou zkušenost, ze které se lze poučit na dalších projektech.



BIBLIOGRAFIE

1. Kuda, František, Beránková, Eva a kol. *Facility management v technické správě a údržbě budov*. Příbram : Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-114-7.
2. Informační model budovy. *Wikipedia*. [Online] [Citace: 1. 10 2018.] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Informacni_model_budovy.
3. What Is BIM. *Autodesk*. [Online] [Citace: 1. 10 2018.] Dostupné z: <https://www.autodesk.com/solutions/bim>.
4. ČERNÝ, Martin a kol. *BIM příručka*. Praha : Odborná rada pro BIM, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5.
5. Korběl, Petr. Průmyslová revoluce 4.0: Za 10 let se továrny budou řídit samy a produktivita vzroste o třetinu. *Hospodářské noviny*. [Online] [Citace: 9. 10 2018.] Dostupné z: <https://byznys.ihned.cz/c1-64009970-prumyslova-revoluce-4-0-za-10-let-se-tovarny-budou-ridit-samy-a-produktivita-vzroste-o-tretinu>.
6. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Iniciativa Průmysl 4.0*. Praha : MPO, 2016.
7. KOVÁŘÍK, Michal. Robotické technologie ve stavebnictví [přednáška]. Praha : ČVUT, Fakulta stavební, 2017.
8. Co je to IoT? *IoT portál*. [Online] [Citace: 28. 10 2018.] Dostupné z: <https://www.iod-portal.cz/co-je-iod/>.
9. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Koncepce zavádění metody BIM v České republice*. Praha : MPO, 2017.
10. Hampl, Milan. Výzvy a důsledky přechodu k digitálnímu modelu budovy (BIM). *IT Systems*. 2013, 4.
11. Kensek, Karen M. *Building Information Modeling*. New York : Routledge, 2014. 978-0-415-71773-1.
12. EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., a LISTON, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 2011. ISBN 978-04-7054-137-1.
13. Matějka, Petr. *Rizika související s implementací Informačního modelování budov (BIM)*. *Disertační práce*. Praha : ČVUT, Fakulta stavební, 2017.



14. Hardin, B. a McCool, D. *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods and Workflows*. Indianapolis : John Wiley & Sons, Inc., 2015. ISBN 978-1-118-94276-5.
15. buildingSMART Finland. [Online] [Citace: 22. Listopad 2018.] Dostupné z: <https://buildingsmart.fi/en/home/>.
16. CzBIM. *O czBIM*. [Online] [Citace: 22. Listopad 2018.] Dostupné z: <http://www.czbim.org/czbim.html>.
17. Löwit, Harry. Dodavatelské systémy. [Online] [Citace: 22. Listopad 2018.] Dostupné z: <https://docplayer.cz/123392-Uvod-a-rozdeleni-dodavatelskych-systemu-tradicni-system-design-bid-build-investorsky-zpusob-vystavby-alternativni-system-design-build-stavby-na-klic.html>.
18. The American Institute of Architects. *Integrated Project Delivery: A Guide*. Washington, D.C. : AIA, 2007.
19. ČSN EN 15221-1-2007. *Facility Management - Definice a terminologie*. Praha : CEN, 2014.
20. Facility Management. *Wikipedia*. [Online] [Citace: 28. 10 2018.] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Facility_management.
21. Vyskočil, Vlastimil K. a Štrup, Ondřej. *Facility Management - metoda řízení podpůrných činností*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1569-5.
22. Štrup, Ondřej. Úvod do FM, strategie, zajištění potřeb [přednáška]. *Řízení správy, provozu a údržby budov*. Praha : České vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2017.
23. Hampl, Milan. Softwarová podpora facility managementu. *IT Systems*. 2016, 6.
24. IKA DATA, spol. s r. o. *Archibus*. [Online] [Citace: 30. Listopad 2018.] Dostupné z: http://www.ikadata.com/archibus_r_4674.
25. Teicholz, Eric. *Facility Design and Management Handbook*. New York : McGraw-Hill Professional, 2001. 978-0071353946.
26. BIMfo - Co je COBie? [Online] [Citace: 7. Prosinec 2018.] Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Co-je-COBie.aspx>.
27. Mýty o BIM: Co je a co není IFC? [Online] [Citace: 7. Prosinec 2018.] Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Myty-o-BIM-Co-je-a-co-neni-IFC.aspx>.



28. Český úřad bezpečnosti a práce a Český báňský úřad. *Vyhláška 19/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti*. Praha : Český úřad bezpečnosti a práce, Český báňský úřad, 1979.
29. Meadati, Pavan, Irizarry, Javier a Akhnoukh, Amin K. *BIM and RFID Integration: A Pilot Study*. 2002.
30. Jak fungují RFID čtečky. *ESP holding*. [Online] [Citace: 9. Prosinec 2018.] Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/funguji-rfid-ctecky>.
31. Košatka, Tomáš a Hochová, Daniela. *Specifikace požadavků FM v projektu řízeném v BIM*. Praha : ČVUT, Fakulta stavební, 2017.
32. Emingr, Lukáš. Commissioning - nová metoda pro uvádění budov a TZB systémů do provozu. *TZB-info*. [Online] [Citace: 22. Prosinec 2018.] Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/7532-commissioning-nova-metoda-pro-uvadeni-budov-a-tzb-systemu-do-provozu>.
33. CzBIM. *Standardizace negrafických informací 3D modelu*. [Online] [Citace: 4. Leden 2019.] Dostupné z: <http://www.czvim.org/standardizace-negrafickych-informaci-3d-modelu.html>.
34. Vokoun, Petr a CzBIM, PS#03. *Standardizace negrafických informací 3D modelu*. Ostrava : BIM Open 2018.
35. Hampl, Milan. *BIM - náklady a klasifikace*. 2015.
36. OmniClass. [Online] [Citace: 2018. Prosinec 29.] Dostupné z: <http://www.omniclass.org/>.
37. ČSOB. *Představení nové budovy ČSOB*. [Online] [Citace: 4. Leden 2019.] Dostupné z: <https://www.csob.cz/portal/documents/10710/15066213/tz180424-fact-sheet.pdf>.
38. Stavbaweb. *Nová budova ČSOB v Radlicích*. [Online] [Citace: 4. Leden 2019.] Dostupné z: <https://stavbaweb.dumabyt.cz/nova-budova-sob-v-radlicich-18697/clanek.html>.
39. IKA DATA, s r.o., a další. *Koncepce zavedení BIM pro ČSOB*. 2014.



SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Životní cyklus stavby

Tab. 2 – Úrovně vývoje (Level of Development)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Diagram znázorňující čtyři industriální revoluce

Obr. 2 – Design-bid-build

Obr. 3 – Design-Build

Obr. 4 - Distribuce úsilí tradičních a moderních metod ve vztahu k změnám projektu

Obr. 5 – Náklady životního cyklu budovy

Obr. 6 – Úrovně součinnosti a jejich časová působnost

Obr. 7 – Výše nákladů životního cyklu, o kterých bylo rozhodnuto

Obr. 8 – RFID technologie

Obr. 9 – Commissioning ve vztahu k fázím životního cyklu

Obr. 10 – Synchronizace dat mezi Autodesk Revit a Archibus

Obr. 11 – Ukázka seznamu parametrů ze SNIM

Obr. 12 – Ukázka seznamu parametrů ze SNIM

Obr. 13 – Ukázka seznamu parametrů ze SNIM

Obr. 14 – Příklad amerického klasifikačního systému Omniclass

Obr. 15 – Nová centrála ČSOB Radlice (SHQ)

Obr. 16 – Odsouhlasená množina parametrů pro jednotlivé prvky

Obr. 17 – Model stávajícího ústředí

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Schéma vkládání dat pro FM do BIM – průběžné vkládání

Příloha 2 – Schéma vkládání dat pro FM do BIM – vložení po dokončení výstavby

Příloha 3 – Návrh datové struktury BIM