

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Implementace metody BIM do
prostředí letiště**

**Bc. Petr Tesař
2019**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ondřej Štrup

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

V Praze

.....

Bc. Petr Tesař

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Ondřeji Štrupovi za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Tesař	Jméno: Petr	Osobní číslo: 423772
Zadávající katedra: K122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství		
Studijní obor: (3607T045) Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Implementace metody BIM do prostředí letiště	
Název diplomové práce anglicky: Implementation of BIM methods into the airport environment	
Pokyny pro vypracování: Práce bude obsahovat následující tématické bloky: - Teorie metody BIM a legislativa v ČR spojená s BIM - Přínosy zavedení metodiky BIM pro Letiště Praha - Výstupy metody BIM - Pravomoci, cíle v čase a rizika implementace - Kroky k úspěšné implementaci metody BIM	
Seznam doporučené literatury: BIM pro veřejné zadavatele; Dufek, Koukal, Vyhnálek, Remeše, Jedlička, Drochytka, Bydžovský Rizika související s implementací Informačního modelování budov; Matějka BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors; Chuck Eastman Paul Teicholz Rafael Sacks Kathleen Liston	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Štrup Ondřej, IFMA Fellow	
Datum zadání diplomové práce: 10.10.2018	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)
-----------------------	---------------------

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou implementace metody BIM do prostředí letiště. Obecně popisuje informační modelování včetně softwarových nástrojů a vysvětluje současný stav české legislativy v souvislosti s BIM. Práce poukazuje na cíle, užití a přínosy zaměřené na prostředí letiště. Analyzuje výstupy této nové metody a navrhuje jednotlivé kroky implementace z pohledu investora.

KLÍČOVÁ SLOVA

3D model, BIM, BIM koordinátor, facility management, projektová dokumentace
projektový management, letiště

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the implementation of the BIM method in the airport environment. It generally describes information modeling including software tools and explains the current state of Czech legislation in the context of BIM. The work emphasises the aims, uses and benefits of the airport environment. The thesis analyzes the outputs of this new method and proposes individual implementation steps from an owner perspective.

KEYWORDS

3D model, BIM, BIM coordinator, facility management, plans, project management, airport

OBSAH

ÚVOD	9
1 PROBLEMATIKA BIM	11
1.1 Informační modelování budov	11
1.2 Historie a používání BIM ve světě	14
1.3 Pojem 7D	19
1.4 Klasifikační systémy	21
1.5 BIM protokol, Informační požadavky a Plán realizace BIM	23
1.6 Společné datové prostředí CDE	24
1.7 Legislativa v ČR spojená s BIM	27
1.8 Nástroje, softwary a formáty	29
2 UŽITÍ, CÍLE A PŘÍNOSY BIM PRO LETIŠTĚ	32
2.1 Faktory	34
2.2 Cílové skupiny	35
2.3 Metrické a klíčové výkonnostní ukazatele	36
2.4 Šest základních užití metody BIM z pohledu investora	37
2.5 Přínosy ve fázi návrhu	39
2.6 Přínosy ve fázi realizace díla	42
2.7 Simulace nad modelem	47
2.7.1 Exteriérové	47
2.7.2 Interiérové	49
2.8 Užití ve facility managementu	51
2.8.1 Role FM v BIM projektu	53
2.9 Přínosy pro oblast bezpečnosti	55
2.9.1 Evakuace v krizových situacích	55
2.9.2 Havarijní plánování	55
2.9.3 Detekce chování osob	56
2.10 Náklady spojené s BIM	56
3 BIM A VÝSTUPY	57
3.1 Model terénu	57
3.1.1 Možnosti zaměření terénu	57
3.1.2 Model terénu jako součást modelu stavby v BIM	58
3.1.3 Model terénu Letiště Praha	59
3.2 Modely staveb	61
3.2.1 Pozemní stavby	61
3.2.2 Stavby dopravní a technické infrastruktury	62
3.3 Databáze	63
3.3.1 Negrafické informace modelu	63
3.3.2 Připojené dokumenty	63
3.3.3 Fotodokumentace	64
3.3.4 Ekonomická data	64
3.3.5 Časové informace	64
4 RIZIKA IMPLEMENTACE	66
4.1 Rizika v projekční a realizační fázi	66
4.2 Rizika systému řízení organizace	69
4.3 Kyberbezpečnost	71

4.3.1	Důvěrnost	73
4.3.2	Integrita	74
5	KROKY IMPLEMENTACE	75
5.1	Určení horizontu benefitů a užití BIM	77
5.2	Personální a technické požadavky	77
5.3	Blízké cíle	78
5.3.1	Vytvoření zadávacích dokumentů	78
5.3.2	Mapování terénu	85
5.3.3	Pilotní projekty	86
5.4	Střednědobé cíle	87
5.4.1	Pasportizace styčných objektů	87
5.4.2	Práce s modelem skutečného provedení	90
5.4.3	Vizuální plánování rozvoje	93
5.5	Dlouhodobé cíle	95
5.5.1	Facility management	95
5.5.2	Jednotný systém řízení	98
	ZÁVĚR	100
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	102
	SEZNAM ZKRATEK	104
	SEZNAM OBRÁZKŮ	106

ÚVOD

BIM je metoda, která zavádí nové procesy vytváření a správy dat o budovách během celého životního cyklu. Model představuje databázi informací o objektu sloužící pro fázi návrhu, výstavby, provozování a obnovy až po demolici.

Účelem této diplomové práce je představit implementaci nové metody BIM, a to konkrétně do prostředí letiště. Tato metoda se v poslední době stává nedílnou součástí projektového řízení výstavby, dostává se do veřejných zakázek formou legislativních změn a je dalším dílem do skládky v problematice digitalizace stavebnictví. Pro investora, v tomto případě organizaci letiště, je důležité pochopit celý proces této metody dříve, než se pustí do prvních projektů, a to hned z několika důvodů. Těmito důvody a jednotlivými kroky implementace se zabývá podrobně tato práce v několika kapitolách. Pochopení metody včetně historie vzniku, jejích přínosů, rizik a souvisejících dokumentů dává investorovi klíč k úspěšnému zavedení a následnému přenesení nových procesů do praxe.

První kapitola se věnuje teoretickému popisu problematiky BIM. Je zde vysvětlen pojem BIM, který se běžně označuje jako informační modelování budov a nejvýznamnější okamžiky historie vzniku. Kapitola, přibližuje pojem 7D, který se hojně vyskytuje v člancích určených široké veřejnosti, poukazuje na důležitost dokumentů BIM protokol, na informační požadavky a plán realizace BIM v souvislostech na společné datové prostředí a s BIM spojené softwary a formáty. BIM se dostává i do české legislativy, a proto se tato kapitola zabývá i tímto důležitým bodem, který může být pro mnoho společností rozhodujícím faktorem pro přístup ke změně ve vlastním stavebním procesu.

Kapitola druhá již přibližuje přínosy, cíle a užití metody BIM, konkrétně zaměřené na společnost provozující letiště a letištní aktivity. Nejdříve jsou obecně vysvětleny faktory a cílové skupiny přínosů a metrické a klíčové výkonnostní ukazatele. Dále se kapitola věnuje samotným přínosům, a to jak pro fázi návrhu, realizace, tak pro následné užívání budovy. Jsou zde zmíněny jednotlivé simulace, které je možné provádět na základě dat z informačního modelování, přínosy pro oblast bezpečnosti, která je pro prostředí letiště kritickou, a nakonec se zmiňuje také o nákladech spojených s implementací BIM.

Třetí kapitola je věnována výstupům. Výstupem jsou myšleny jednotlivé typy dat, které jsou rozděleny na modely terénu, modely staveb a databázi informací. Popsány jsou například možnosti zaměrování terénu tak, abychom získali použitelný digitální terén. Dále je poukázáno na rozdílnost BIM projektů pozemních staveb a staveb dopravní a technické infrastruktury. Hlavním důvodem, proč má informační modelování uplatnění ve všech fázích projektu včetně užívání, jsou k modelu připojená data. Jedná se o naplněnost prvků modelu negrafickými informacemi a ostatní data v různých formách.

Další část, tedy kapitola čtvrtá, se věnuje rizikům implementace, která mohou negativně ovlivnit nejen zavádění metody BIM, ale také současné fungující procesy společnosti. Jedním z témat je zde řešená kyberbezpečnost, která se díky digitálnímu rozhraní nových metod stává čím dál více aktuálnější a důležitější.

Závěrečná kapitola řeší kroky implementace, které jsou vysvětleny na konkrétních zkušenostech organizace Letiště Praha, a.s. Společnost přijímající informační modelování za své prochází kroky, kterými jsou určení horizontu benefitů, personální a technické požadavky, vytvoření zadávacích dokumentů, až se dostane k pilotním projektům a následně k realizování dlouhodobých cílů. Mezi výhledové cíle řadíme řízení podpůrných služeb za pomoci BIM a jednotný systém řízení. Tato část práce by měla objasnit složitost implementace a nastínit možné varianty řešení.

1 PROBLEMATIKA BIM

V úvodu práce je nutné uvést několik teoreticky zaměřených pasáží, které přiblíží význam problematiky BIM. Teoretické vysvětlení problematiky je zpracováno do takových podrobností, které jsou dostačující pro pochopení dalších částí této diplomové práce věnovaným přínosům, rizikům a samotné implementaci.

Americká komise pro standardizaci BIM¹ definovala pojem BIM. Dá se přeložit následovně:

Informační model stavby je digitální reprezentací fyzických a funkčních charakteristik prostoru, stavby a vybavení. BIM je sdílený zdroj informací o stavbě vytvářející spolehlivý základ pro rozhodování během životního cyklu stavby a je definován od raného počátku záměru až po její odstranění. [1]

1.1 Informační modelování budov

Integrovaný návrh projektu v BIM představuje novou evoluční kapitolu ve stavebnictví. Vůbec poprvé mohou všichni účastníci, kteří jsou zapojeni do projektu, pracovat koordinovaně a společně na jediném 3D modelu se sdílenými daty, čímž minimalizují chyby návrhu v nejranějších fázích a zahrnují všechny prvky, které se na návrhu podílejí.

Projekční činnost založená na CAD systému je pouze digitální adaptací tradičního ručního rýsování a kopírování. Zakreslují se čáry, oblouky a další grafické náležitosti, o kterých víme, jak interpretovat prvky budov v důsledku našeho know-how. V systému BIM, lépe řečeno v metodách BIM, nezakreslujeme čáry a linky, ale navrhujeme koncepčně stěny, dveře, pilíře atd. Stavební objekty nejsou pouhými reprezentacemi na papíře, nyní jsou také kvantifikovatelnými součástmi. Každý navržený objekt má přidružený vlastnosti typu materiál, tepelné vlastnosti, akustické údaje, fáze provádění, výrobce a jiné údaje, které by mohly být pro projekt zajímavé a přínosné.

V libovolné konstrukční fázi je možné mít k dispozici mnoho řezů, elevačních diagramů, detailů a tabulek, aniž bychom tím ztratili mnoho času. Navíc lze vše v průběhu projektu aktualizovat v reálném čase. Automatizace je jedním

¹ BIM je zkratkou z anglického Building Information Modeling, v českém překladu Informační modelování budov. Můžeme se také setkat s označením Building Information Management.

z velkých výhod této metody proto, že zkracuje čas potřebný pro celý životní cyklus projektu.

Metoda BIM hraje důležitou roli při navrhování udržitelných budov, neboť umožňuje, aby člověk získal hodnocení energetické náročnosti již od počáteční fáze a jednoduše analyzoval dopad každé změny přijaté během celého procesu projektu.

V případě letišť jsou zřejmé významné klady na celý komplex, a to jak v souvislosti s náklady na údržbu, tak s udržitelností životního prostředí. V tomto případě jsou nástroje spojené s metodou BIM cennou volbou pro podstatné zlepšení konstrukčních charakteristik a mají k dispozici důležité informace o životním cyklu letiště.

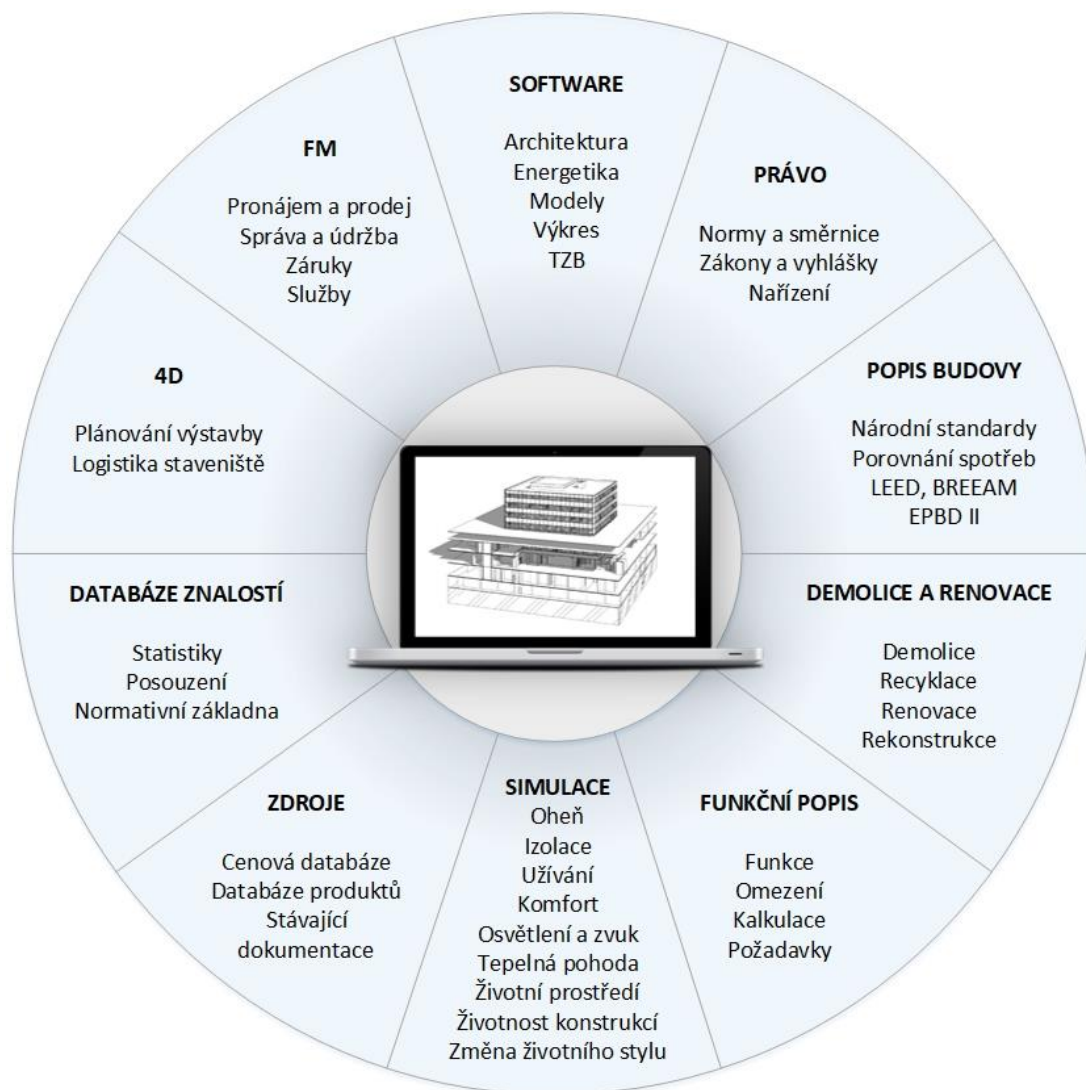
Vzhledem k faktu, s jakou rychlostí postupuje vývoj technologií, nebude dlouho trvat než se koncepce, jako je rozšířená a virtuální realita, stanou každodenními pojmy ve stavebnictví. Díky tomu, že bude k dispozici digitální model stavby, je možné reálné prostředí překrýt digitální budovou se všemi výhodami, které přináší.

BIM je dalším vývojovým krokem navrhování ve stavebnictví.

Pro provozovatele letišť je v současnosti k dispozici minimum informací, jak implementovat metodu BIM od koncepce projektu přes plánování, návrh, stavbu, uvedení do provozu, údržbu až po demolici. Ačkoli již několik letišť využilo nástroje a procesy související s BIM ve svých programech rozvoje, je z těchto projektů nedostatek dokumentací a získaných zkušeností.

Mezi letiště, která více či méně úspěšně nasadila metodu BIM, můžeme zahrnout Denver, Los Angeles, Boston Logan, Abu Dhabi, Istanbul a LaGuardia v New Yorku.

V současné době se hojně využívá výhod metody BIM ve fázi projekční, ale již méně se organizace věnují výhodám plynoucím z využívání BIM ve stavební fázi a v provozním cyklu.



Obr. 1 – Diagram informačního modelování [Archiv autora]

Současné nedostatky související s BIM:

- Chybějící komplexní strategie správy infrastruktury s podporou metody BIM
- Prokazatelné klíčové ukazatele výkonnosti pro BIM (KPI)
- Přesvědčivá kalkulační návratnosti investic do BIM

Uživatelé BIM v organizaci jsou klasifikováni podle disciplíny a fáze životního cyklu zařízení, pro kterou vkládají nebo čerpají informace z BIM. Životní cyklus projektu začíná ve fázi záměru, plánování a vývoje a typické zainteresované strany zde mohou zahrnovat vlastníka, plánovače, architekty a konstruktéry. Druhá fáze, tedy projektování a realizace, může zahrnovat vlastníka, projektanty, inženýry, odhadce nákladů, konzultanty, generální dodavatele, subdodavatele, výrobce, správce facility a zřizovatele provozních systémů. Provoz a údržba jsou třetí fází

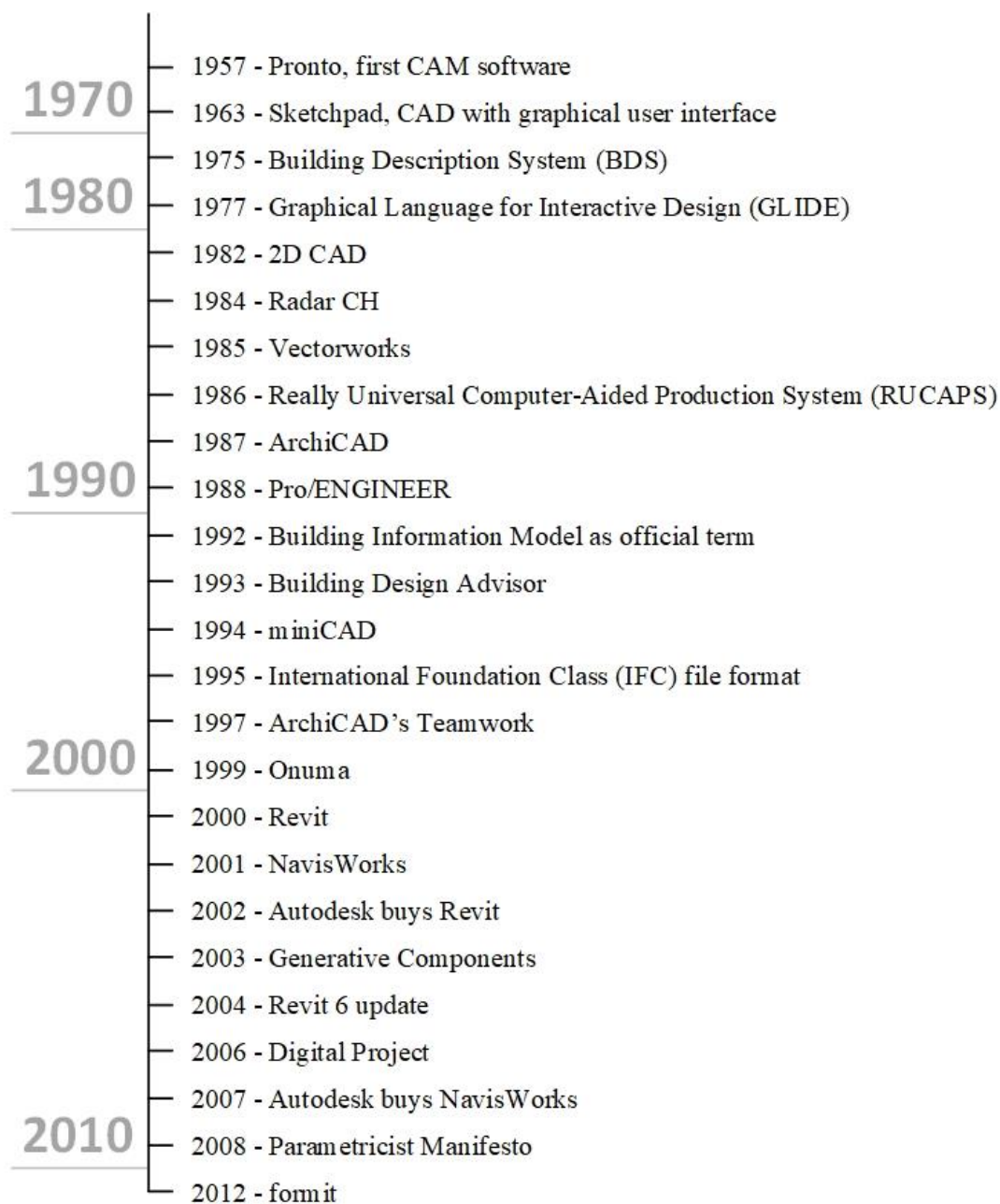
životního cyklu projektu a mohou zahrnovat majitele, správce zařízení, pracovníky údržby, obyvatele objektu, správce prostor, správce bezpečnosti, správce sítě a veřejnost. Nedílnou součástí je obnova, která zahrnuje vlastníka, demoliční firmu a archiváře.

1.2 Historie a používání BIM ve světě

V poslední době vytváří informační modelování budov doslova revoluci ve stavebnictví. Pro mnohé se může zdát tato metoda jako nová, ale ve skutečnosti se myšlenky a technologie související s BIM vyvíjejí již více než padesát let. Koncepce BIM není myšlenka jedné osoby, ale je bohatou historií inovací sahající od Spojených států, přes střední a severní Evropu, až po Japonsko.

Stavebnictví je bohužel posledním oborem, do kterého vstupuje moderní digitalizace, a to z mnoha důvodů. Rozdíl oproti strojírenství je například v tom, že se každý výrobek vytváří na jiném místě nebo že má každá výstavba jiné klimatické podmínky apod.

Na Obr. 2 je časové schéma vývoje historie inovací v metodě BIM a v textu níže jsou popsány nejvýznamnější období, společnosti a produkty, které BIM nejvíce ovlivnily.



Obr. 2 – Časová osa historie BIM [Archiv autora]

Abychom mohli nahlížet do historie BIM, je nutné začít u počátků výpočetní techniky. Počítačem podporované projektování (CAD z anglického překladu Computer Aided Design) a počítačem podporované obrábění (CAM z anglického překladu Computer Aided Manufacturing) se vyvíjely jako dvě samostatné technologie zhruba ve stejné době, a to od 60. let 20. století. V té době se však nepředpokládalo, že by CAD a CAM změnily průmyslový svět.

V roce 1957 vyvinula společnost Pronto první komerční počítačem podporovanou výrobu (CAM) doktorem Patrickem J. Hanrattym. Jednalo se o technologii numericky řízeného obrábění, která se později rozrostla na výrobu

počítačů. Krátce poté začal Hanratty pracovat s počítačem generovanou grafikou a v roce 1961 vyvinul DAC (Design Automated by Computer), který se stal prvním systémem CAM/CAD, využívající interaktivní grafiku a byl následně využit pro komplexní formy General Motors. Po několika neúspěších, které byly v podstatě způsobeny nepopulárním programovacím jazykem, řekl Hanratty:

Never generate anything closely coupled to a specific architecture. And make sure you keep things open to communicate with other systems, even your competitors. [2]

V překladu: Nikdy nevytvářejte nic, co je úzce spojeno s konkrétní architekturou a ujistěte se, že budete mít otevřené možnosti komunikovat s jinými systémy, dokonce i se systémy vašich konkurentů.

V roce 1962 napsal Douglas C. Englebart článek nazvaný "Augmenting Human Intellect". V něm představil myšlenku budoucího architekta, navrhovaného objektového návrhu, parametrické manipulace a relační databáze.

V této době také pracovalo několik výzkumných pracovníků na technologii odpovídající geografickým informačním systémům (GIS z anglického Geographic Information Systems). Skupina počítačových vědců pracovala na objektově orientovaném programování, avšak bez grafického rozhraní, tudíž nemohla být tato koncepce realizována. Jedním z průkopnických výzkumníků té doby byl například Christopher Alexander.

V roce 1963 bylo v laboratoři Lincoln Labs MIT vyvinuto první počítačem podporované projektování (CAD) s grafickým uživatelským rozhraním "Sketchpad" od Ivana Sutherlanda. Celkově bylo průkopníkem cesty interakce člověk-počítač a významným průlomem ve vývoji počítačové grafiky. V sedmdesátých a osmdesátých letech se zrodily dvě hlavní metody: Vektorové modelování geometrických objektů (CSG z anglického Constructive solid geometry) a hraniční reprezentace (brep z anglického Boundary representation). Celý proces návrhu vyžadoval intuitivní spojení s návrhovým médiem a představil výzvu k ovládnutí počítače jednoduchým způsobem.

V roce 1975 Charles Eastman publikoval článek popisující prototyp nazvaný Building Description System (BDS). Jednalo se o myšlenky parametrického návrhu, vysoce kvalitních výpočetních 3D reprezentací s "jednotnou integrovanou databází

pro vizuální a kvantitativní analýzy". Eastman v podstatě popsal BIM, jak ho známe teď. Navrhl program, který umožnil uživateli přístup k setříděné databázi, kde lze informace kategoricky získat pomocí atributů (včetně materiálu a dodavatele). Používal také grafické uživatelské rozhraní, ortografické a perspektivní pohledy. BDS byl jedním z prvních projektů v historii BIM, který úspěšně vytvořil tuto databázi budov a popsal jednotlivé prvky knihovny, které lze načíst a přidat do modelu. Eastman dospěl k závěru, že BDS by zlepšil efektivitu návrhu a snížil náklady na projekci o více než padesát procent. BDS byl experiment, který identifikoval nejpodstatnější problémy architektonického projektování pro příštích pět desetiletí. V roce 1977 vytvořil Charles Eastman v laboratoři CMU GLIDE (grafický jazyk pro interaktivní design) a ukázal většinu vlastností moderní platformy BIM.

Tak došlo k tomu, že se v 80. letech rozvíjelo několik systémů. V rámci průmyslu získaly značnou popularitu a některé byly dokonce uplatněny i na stavební projekty. V roce 1986 byl RUCAPS (Really Universal Computer Assisted Production System) použit při obnově Terminálu 3 letiště Heathrow. Jednalo se o první CAD program v historii BIM, který se měl využívat pro montované stavby. Je považován za předchůdce dnešního softwaru BIM.

Největší a nejrychlejší vývoj probíhal v tomto směru ve Spojených státech a v Anglii, ale v téže době se do komunistického Maďarska nelegálně pašovaly počítače Apple přes železnou oponu a vyvinuli zde software, který později změnil průběh trhu s konceptem BIM. V roce 1982 totiž zahájil Gábor Bojár vývoj ArchiCADu. ArchiCAD je prvním softwarem dostupným v osobním počítači (Apple Lisa). Ve stejné době dokončila také Tekla svou kombinovanou grafickou a relační databázi pro svou systémovou verzi BIMu. V roce 1985 se v USA vyvíjel software Vectorworks, představil ho Diehl Graphsoft, a jednalo se o první meziplatformní CAD aplikaci. Později Irwin Jungreis a Leonid Raiz založili společnost Charles River Software a do roku 2000 představili program nazvaný Revit. Revit způsobil revoluci v BIM svou schopností parametrického měniče umožněného pomocí objektově orientovaného programování.

V roce 1995 byl vytvořen formát souboru International Foundation Class (IFC), který umožňuje datům procházet přes platformy a v podstatě vytváří soubor kompatibilní s různými programy BIM. ArchiCAD vydal v roce 1997 své první

řešení Teamwork založené na výměně souborů. Tato revoluce vedla k týmové spolupráci a umožnila více architektům pracovat současně na jediném modelu budovy. Aktualizace týmové práce později umožnila vzdálený přístup ke stejnému projektu přes internet a umožnila spolupráci a koordinaci projektu ve větším měřítku. V roce 1999 v Japonsku Onuma umožnil virtuálním týmům pracovat na BIM prostřednictvím internetu a vytvořil databázový BIM plánovací systém, který připravil cestu pro budoucí bezproblémovou meziplatformovou integraci softwaru BIM a parametrických technologií. V roce 2001 společnost NavisWorks vyvinula a uvedla na trh program JetStream 3D, který nabídl soubor nástrojů pro 3D CAD navigaci, spolupráci a koordinaci. JetStream v podstatě koordinoval různá data formátu souboru a umožnil konstrukční simulaci a detekci problémů. Když Revit vydal svou aktualizaci Revit 6 v roce 2004, umožnil spolupráci pro větší týmy architektů a inženýrů v jednom integrovaném modelovém softwaru. Vzhledem k tomu, že společnost Autodesk chtěla na vrchol trhu v koncepci BIM, získala v roce 2002 společnost Revit, v roce 2007 společnost NavisWorks a také jiné "menší" systémy související s BIM. Koncem roku 2012 vyvinula společnost Autodesk formit. Formit je aplikace umožňující koncepci modelu BIM v mobilním zařízení.

Za zmínku stojí také společnost Bentley systems, která vyvinula v roce 2003 Generative Components (GC). GC je platforma BIM zaměřená na parametrickou flexibilitu a tvarovací geometrii a mimo jiné podporuje NURBS (nerovnoměrné racionální B-křivky z anglického non-uniform rational B-spline). S nadsázkou tedy BIM brzy oslaví 40 let od vzniku koncepce a technologie. [2]

Historicky zanechal BIM stopu také na území České republiky. Porevoluční projekt domu Tančící dům, který je velmi známý u široké veřejnosti, byl navržen architekty Vladem Miluničem a Frankem O. Gehrym. Právě Frank O. Gehry má zásluhu na propojení Tančícího domu s metodou BIM. Gehry totiž při návrhu domu složitých tvarů využil software CATIA, který se využíval v automobilovém průmyslu, a tak se stal tento projekt v roce 1994 první budovou, která byla odevzdána ve 3D formě namísto 2D dokumentace. [3]

BIM má svou historii i při plánování a výstavbě řady letišť. BIM bylo například použito na letišti v německém Frankfurtu, které odbaví přibližně 65 milionů cestujících za rok. Implementace proběhla v roce 2003. Odborníci letiště Frankfurt vyvinuli centralizovanou databázi pro podporu řízení zařízení a umožnili

inženýrským týmům, náboru, provozu, údržbě, bezpečnosti a pohotovosti rychle získávat informace o kritických objektech prostřednictvím interaktivních map zařízení a minimalizovali provozní prostoje.

Londýnské letiště Heathrow, které odbaví přibližně 73 milionů cestujících za rok, nasadilo také BIM, a to roku 2004. V roce 2008 byla provedena případová studie o jeho využití během projektu letištního terminálu. Studie ukázala vysokou míru úspor, která přímo souvisí s nasazením metody BIM.

Další londýnské letiště, které zavedlo BIM, je Gatwick (přibližně 38 milionů odbavených cestujících za rok). Aby podpořilo svůj program zvyšování kapitálu po přechodu do soukromého vlastnictví, implementovalo BIM v roce 2010. Cílem bylo integrovat BIM do stávajících procesů a implementovat BIM do všech fází životního cyklu. Ačkoli není implementace úplně dokončena, letiště uvádí, že BIM změnilo správu majetku na letišti. Účinné řízení informací o zařízeních od návrhu až po demolici pro všechny budovy a systémy je základním prvkem provozu a údržby.

Mezinárodní letiště v Denveru (přibližně 53 milionů odbavených cestujících za rok) začalo s implementací metody BIM také v roce 2010, a to konkrétně na projektech hotelu a tranzitního centra. Od té doby dokázali vnést BIM do celé organizace a rozšířili jeho využívání do všech fází životního cyklu svého majetku. Očekávají, že jejich dlouhodobá strategie přinese ekonomické výnosy.

1.3 Pojem 7D

- 3D – Parametrická data ve sdíleném modelu

BIM je o integrovaném datovém modelu, který mohou využívat architekti, projektanti, stavební inženýři, stavební firmy, investoři, provozovatelé a další, na projektu spolupracující osoby. Mohou generovat pohledy a získávat informace z modelu dle svých potřeb. Funkce 3D vizualizace BIM umožňuje zúčastněným osobám nejen vidět objekt trojrozměrně předtím, než je postaven, ale také automaticky aktualizuje vzhled v průběhu životního cyklu projektu od počátku koncepce až po demolici. 3D BIM pomáhá efektivně koordinovat spolupráci mnoha profesí při navrhování a analyzuje komplexní prostorové a technologické problémy, jako třeba kolize. Navíc, protože přesné údaje mohou být shromažďovány v celém průběhu životního cyklu projektu a mohou být uloženy v informačním modelu

budovy, může být k prediktivním modelům přidána nová hodnota, která umožňuje aktivně řešit problémy.

- 4D – Časové plánování

4D BIM odkazuje na inteligentní propojení jednotlivých prvků modelu s informacemi o čase. Termín 4D odkazuje na čtvrtý rozměr, tedy 3D s přidáním časového plánu. Výstavba s pomocí 4D modelů umožňuje účastníkům stavebního procesu vizualizovat průběh stavebních činností během doby trvání projektu. Tento BIM přístup k řízení stavebních projektů má velmi vysoký potenciál pro zlepšení projektového řízení dodávky stavby jakékoli velikosti a složitosti. Použití systému 4D umožňuje lepší kontrolu nad realizací investičního procesu, mimo jiné díky schopnosti odhalit kolize, efektivnímu řízení změn a rizik nebo podpoře komunikace mezi účastníky celého procesu. Časový plán neboli harmonogram je zpravidla plně kompatibilní s 3D modelem.

- 5D – Náklady

Modelování nazývané jako 5D se používá pro účely finančního řízení, sledování rozpočtu a činností související s analýzou nákladů. Pátá dimenze informačního modelování spojená s 3D a 4D umožňuje vizualizovat průběh činností včetně čerpání nákladů v průběhu času. Použití technologií v rámci páté dimenze BIM vede k větší přesnosti a předvídatelnosti odhadů nákladů projektu, změn rozsahu, změn materiálů a zařízení nebo pracovních sil. Poskytuje metody pro extrakci a analýzu nákladů, hodnocení variant a dopadů změn. 5D BIM tedy umožňuje jednotlivým účastníkům investičního procesu navrhnout plán svých prací v úzkém vztahu k objektovému modelu s přihlédnutím k podmínkám prováděcího procesu a také náklady spojené s realizací.

- 6D – Udržitelnost, energetická náročnost

Šestá dimenze metody BIM spočívá v provádění analýz spotřeby energie. Vede k úplnějšímu a přesnějšímu odhadu energie již ve fázi návrhu. Umožňuje měření a ověřování v průběhu užívání a tyto postupy využívá pro shromažďování zkušeností využitelných ve vysoce výkonných zařízeních. Usnadňuje provádění energetické analýzy budovy. Využití 6D BIM tedy vede k celkovému snížení spotřeby energie budovy a umožňuje rychlé porovnávání velkého množství variant již ve fázi návrhu.

- 7D – Facility management

Sedmou dimenzi BIM využívají manažeři při provozu a údržbě budovy během jeho životního cyklu, především ve fázi užívání. Umožňuje účastníkům získat a sledovat příslušná data o majetku jako je stav komponentů, specifikaci, příručky pro údržbu nebo provoz, záruční lhůty apod. Využití 7D technologie vede ke snadnějšímu a rychlejšímu nasazení dílů, optimalizovaného souladu a efektivnímu řízení životního cyklu v průběhu času. Poskytuje procesy pro správu údajů od dodavatelů a o komponentech jednotlivých zařízení po dobu jeho životnosti. Integrace modelu BIM se simulačními nástroji 7D optimalizuje správu majetku od návrhu až po demolici. Takový přístup k procesu řízení facility managementu nejen že zlepšuje celý proces, ale také zlepšuje výslednou kvalitu služeb v této oblasti. [4]

1.4 Klasifikační systémy

Abychom mohli efektivně pracovat s informacemi z modelu k oceňování staveb, musíme se zabývat především problematikou klasifikačních systémů a specifikací. Jedná se o ucelený, obvykle stromový model, který stavby dělí do ucelených jednotek elementů a umožňuje stavbu strukturovat. Informace o množství a výměrách se zpracovávají do reportů nazvaných výkaz výměr, který je v anglickém prostředí znám pod názvem Quantity Take Off (zkráceně QTO). Klasifikační systémy umožňují, vzhledem ke své struktuře, strojově a automatizovaně třídit prvky tak, aby byla práce s daty efektivnější. Dovoluje také provádět opakované úkony na velkém množství dat.

Zavedené klasifikační třídíky stavebních prací a materiálů neobsahují cenové informace, ale umožňují třídění prací a dodávek, které využijeme pro porovnatelnost nabízených cen. Pro metodu informačního modelování budov není ustálen žádný konkrétní klasifikační systém, ale je volitelnou součástí při práci s modelem. Definovat klasifikaci produkce je důležité, protože díky ní můžeme provádět nákladové a další analýzy v různých etapách tvorby modelu.

V klasifikaci (taxonomii) se používá systém kódování, který je přirozený pro práci s informačními technologiemi. Toto kódování přiděluje každé kategorii kód, který musí být jedinečný, nikoli však výhradně numerický. Klasifikační systém provádí agregaci z hlediska různých hierarchií, a tak se při oceňování nemusíme starat o umístění, geometrii a vazby prvků v BIM modelu. Takovýto systém

statisticky klasifikuje výstavbu, která se vyznačuje individualitou projektů, a to členěním do opakovatelných částí dle účelu a dalších hledisek.

V České republice se řadí mezi nejznámější klasifikační systémy Třídník Stavebních Konstrukcí a Prací (TSKP), který se skládá z číselného kódu s hierarchickým členěním, kdy celý kód obsahuje 5 číslic (v některých případech, kde není třeba podrobnější dělení, kód obsahuje pouze 4 číslice) s následujícím významem: číslice na prvním místě udává základní dělení na zemní práce, vodorovné konstrukce a další. Kód začínající číslicí 7 vyjadřuje konstrukce a práce PSV (Pomocná Stavební Výroba), kódy začínající jinou číslicí definuje konstrukce a práce spadající do HSV (Hlavní Stavební Výroba). Číslice na druhém až pátém místě dělí dále stavební konstrukce a práce dle předepsaného stromu. Veškerým takto zatříděným konstrukcím či pracím je přiřazena měrná jednotka, která jasně definuje, jakým způsobem se má více či méně agregovaná jednotka vykazovat. Na Obr. 3 je ukázka třídění v systému TSKP.

Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP)	
0:	<u>Vedlejší rozpočtové náklady</u>
1:	<u>Zemní práce</u>
2:	<u>Zakládání, zpevnování hornin</u>
3:	<u>Svislé a kompletní konstrukce</u>
31:	<u>zdi pozemních staveb</u>
32:	<u>konstrukce přehrad a opěrné zdi</u>
33:	<u>sloupy, pilíře a rámové konstrukce</u>
331:	<u>hranaté sloupy a pilíře</u>
3311:	<u>z prefabrikovaných dílců</u>
3312:	<u>zděné a ukládané</u>
33120:	bez ohledu na materiál
33121:	z kamene a lomařských výrobků
33122:	z kamenických výrobků
33123:	z cihel a tvárnic pálených
33127:	z cihel a tvárnic nepálených
33129:	z výrobků žáruvzdorných
3313:	<u>betonové monolitické</u>

Obr. 3 – Ukázka klasifikačního systému TSKP [5]

V současnosti je dle Českého statistického úřadu platný jediný třídník a tím je Klasifikace stavebních děl, vedená pod zkratkou CZ-CC. Aktuální verze třídníku je platná od roku 2009. Třídník CZ-CC je rozdělen do dvou sekcí a každá položka

obsahuje 6 číslic, které udávají konkrétní zařazení. Sekce 1 řeší budovy a dále je dělí na budovy bytové (11) a nebytové (12). Sekce 2 řeší inženýrská díla a dále je rozděluje na díla dopravní (21), vedení trubní, telekomunikační a elektrická (22), soubory staveb pro průmyslové účely (23) a ostatní inženýrská díla (24). V obdobném duchu se hierarchicky dělí, každá podsekce je popsána číslem. Ukázka dělení klasifikace stavebních děl CZ-CC je na Obr. 4. Tato klasifikace má však nevýhodu v tom, že dělí stavební díla pro potřeby statistik, a tak není dostatečně podrobná, aby byla použitelná např. pro rozpočtářské činnosti.

Klasifikace stavebních děl CZ-CC	
1:	<u>SEKCE 1 - BUDOVY</u>
11:	<u>Budovy bytové</u>
111:	<u>Budovy jednobytové</u>
1110:	<u>Budovy jednobytové</u>
111011:	Budovy jednobytové
111012:	Budovy jednobytové se služebním vybavením
111021:	Chalupy pro rekreaci jednobytové
111022:	Chaty pro rekreaci jednobytové
111091:	Oplocení budov 1110
112:	<u>Budovy dvou a vícebytové</u>
113:	<u>Budovy bytové ostatní</u>
12:	<u>Budovy nebytové</u>
2:	<u>SEKCE 2 - INŽENÝRSKÁ DÍLA</u>

Obr. 4 – Ukázka klasifikačního systému CZ-CC [5]

V prostředí problematiky BIM v České republice je snaha o vytvoření třídíku, který bude přizpůsobený pro projekty v metodě BIM. Tento problém řeší Odborná rada pro BIM (CzBIM), která vytvořila Dočasný převodový třídík (DPT). DPT je, na rozdíl od TSKP a CZ-CC, tvořen alfanumerickým systémem značení. První dvě pozice kódového značení představují písmena, poté následuje tečka a za ní jsou tři pozice určené číselnému třídění. DPT je vytvořen tak, že musí existovat společně se Standardem negrafických informací 3D modelu, který je také výsledkem czBIM.

1.5 BIM protokol, Informační požadavky a Plán realizace BIM

Metoda BIM přináší pro investora mnoho nového, avšak s sebou přináší také řadu nových procesních povinností. Jednou z nich je potřeba vytvořit dokumenty, které slouží k zadání projektu v metodě BIM a to tak, aby byly přizpůsobené prostředí, ve kterém se společnost investora nachází a kde bude následně informační

model využíván. Mezi dokumenty, o kterých se hovoří napříč světem, patří BIM protokol a Informační požadavky.

BIM protokol, jehož název vychází z překladu anglického označení známé jako BIM Protocol. Tento dokument je vytvořen členy projektového BIM týmu investora a zavádí konkrétní povinnosti, závazky a související omezení týkající se používání modelu. Protokol se využívá také pro vyžadování přijetí konkrétních způsobů práce, jako je definování jednotného pojmenování, dále pak definuje náležitosti předávání dat skrze Společné datové prostředí a procesy v něm. V neposlední řadě v něm definujeme členy týmu a zavádíme nové pracovní pozice a role. BIM protokol by měl být neměnný dokument, který bude použitelný nejen pro všechny fáze konkrétního projektu, ale také pro další projekty podobného typu (různý pro pozemní stavby, dopravní stavby a stavby technické infrastruktury).

Informační požadavky vznikly překladem z anglického označení Employer's information requirements (EIR). Dokument je přílohou BIM protokolu a je dopracován a přizpůsoben konkrétnímu projektu. Informační požadavky blíže stanoví minimální požadavky na dodavatele, nástroje, požadovanou podrobnost modelu a jeho členění. Nedílnou součástí Informačních požadavků je Datový standard, který jasně udává podrobnost negrafických informací. Datový standard předepisuje jednotlivé parametry všech prvků a říká, ve které fázi projektu mají být do modelu zaneseny.

Plán realizace BIM vznikl překladem z anglického BIM Execution Plan (BEP). Pro úspěšný BIM projekt je BEP nezbytný dokument, který je přímou odpovědí na Informační požadavky. Vyvíjí se před i po podpisu smlouvy s dodavatelem a upřesňuje detaily procesů tvorby modelu a požadavky na výměnu informací. Nese v sobě informace o kontaktech na konkrétní odpovědné osoby projektu, identifikaci cílů a popis, jak budou vyhotoveny požadavky stanovené v dokumentu Informační požadavky.

1.6 Společné datové prostředí CDE

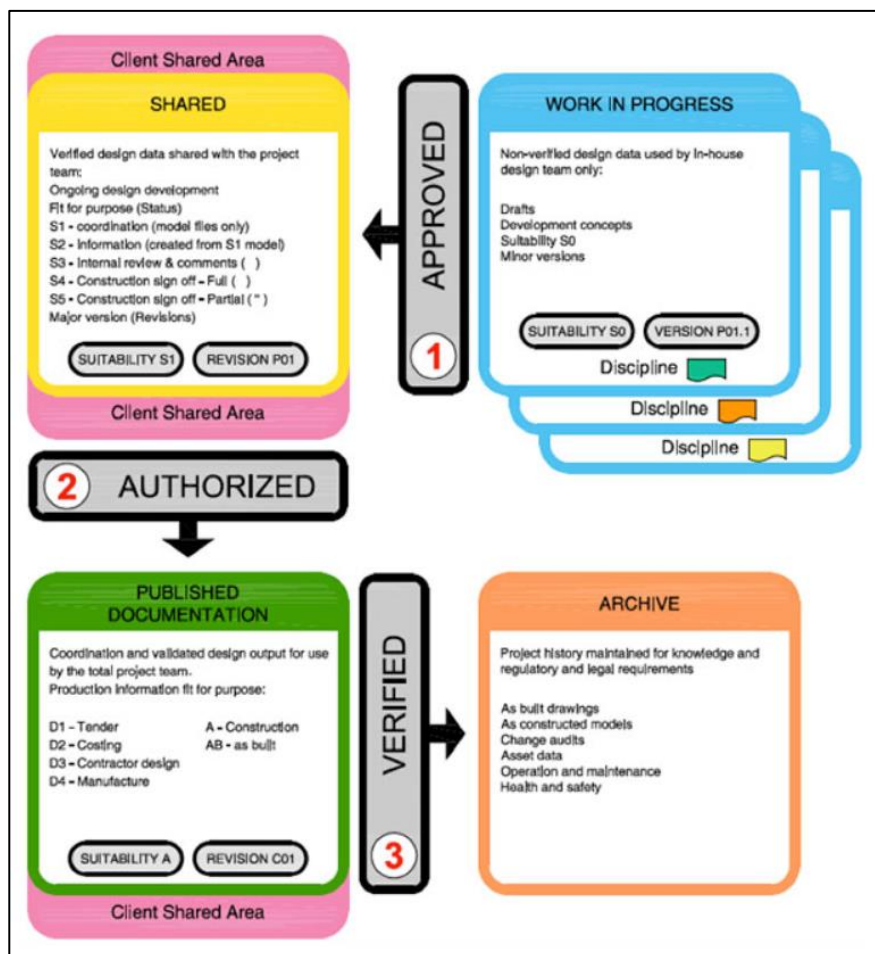
Společné datové prostředí, jinak známé pod zkratkou CDE (Common Data Environment) je jediný zdroj informací používaný ke shromažďování, správě a šíření dokumentace, grafického modelu a negrafických dat. Vytvoření tohoto jediného

zdroje informací usnadňuje spolupráci mezi členy projektu a pomáhá vyhnout se duplicitě a chybám.

Zavedení CDE by mělo být hlavní softwarovou prioritou v organizaci. Může mít podobu projektového serveru, extranetu nebo souboru založeného na vyhledávání. Avšak je nutné, aby byl digitální. Britské normy zavádějí pojem CDE jako proces výměny dat, nikoliv však jako definování požadovaných funkcionalit softwarů a úložišť.

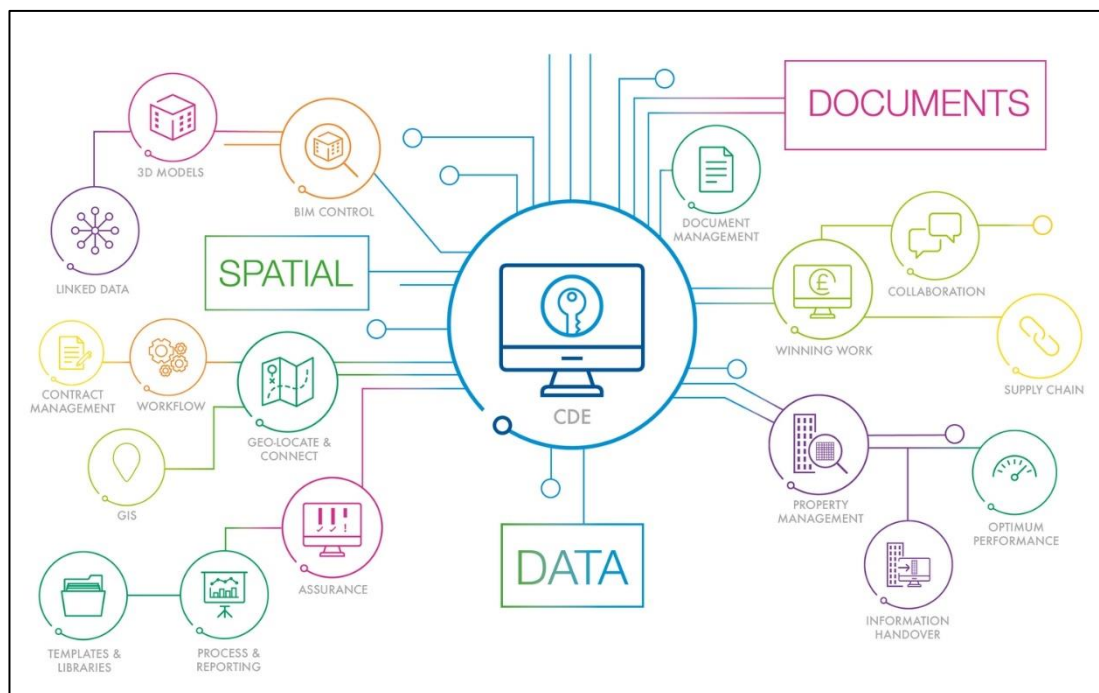
Hlavním benefitem je efektivní práce s informacemi a transparentnost. Díky nastaveným procesům CDE, které využívá společné prostředí pro předávání dat, lze zvýšit transparentnost projektu, a to díky archivaci veškeré komunikace v rámci projektu. Jednotný zdroj dat a informací snižuje množství chyb při koordinaci a správě informací a také urychluje její výměnu a vyhledávání. Pro potřeby metody BIM je vhodné, pokud zvolené CDE dokáže prohlížet grafické formáty (IFC), disponuje funkcemi pro připomínkování dokumentace a vede veškerou komunikaci nad modelem včetně její archivace. Dále je možné definovat různá workflow pro správu dokumentů.

Samostatnou kapitolou při výběru vhodného CDE hraje kyberbezpečnost. Prostředí by mělo optimálně disponovat prokazatelnou certifikací udávající míru bezpečnosti uchovávání a předávání dat v online prostředí.



Obr. 5 – Schéma CDE [6]

Na Obr. 5 je znázorněno schéma procesu CDE, který je takto definovaný v britské normě PAS1192 – Process and Workflows within the Common Data Environment (CDE). Modrá fáze Work In Progress je prostředí, ve kterém pracuje pouze dodavatelská společnost (projektant). Žlutá fáze Shared značí procesy, kde se dokumentace publikuje k následnému připomínkování a poté, co dokumentace projde procesem projektování a připomínkování, se provede autorizace (schválení). Ve fázi zelené Published Documentation je již sdílená dokončená dokumentace pro konkrétní účel. Po ukončení činností se dokumentace převede do archivace. Tento proces se opakuje s každým stupněm projektové dokumentace a následnou realizací, tedy dokumentací skutečného provedení.



Obr. 6 – Schéma idealizovaného CDE [7]

Obr. 6 vyobrazuje všechny složky a procesy, které by mělo ideální Společné datové prostředí obsahovat. Momentálně je tvorba CDE, který by splňoval alespoň základní procesy DMS² a BIM, na začátku a žádný z komerčních produktů ho nespĺňuje. Proto je vhodné zvolit CDE jako kombinaci několika nástrojů, které spolu budou navzájem kooperovat. Ideální CDE by mělo fungovat jako společné datové prostředí ve všech fázích investičního stavebního projektu.

1.7 Legislativa v ČR spojená s BIM

O BIM v prostředí české legislativy se mluví jako o Koncepci zavádění metody BIM v ČR schválené vládou.

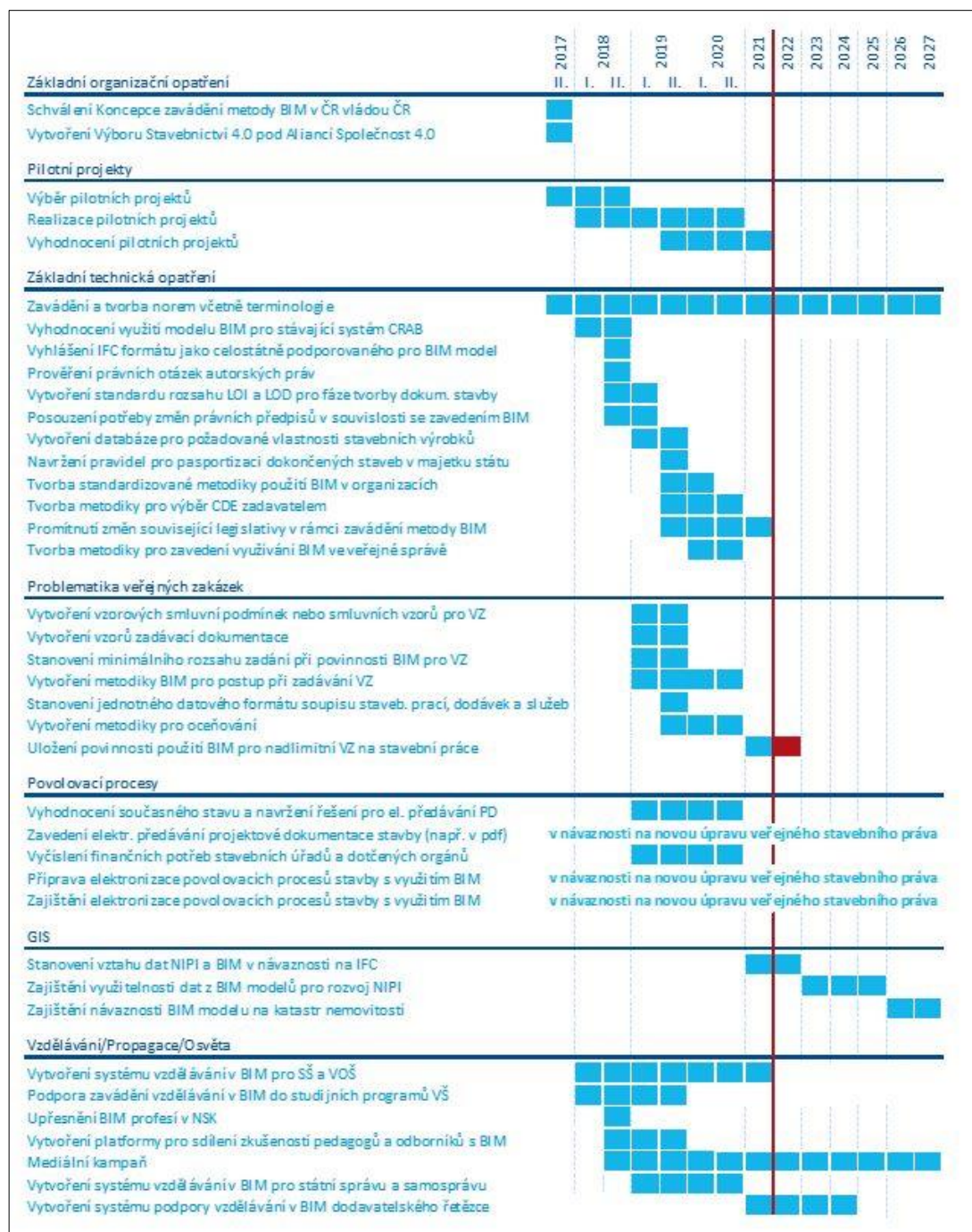
Dne 25. září 2017 vláda ČR svým usnesením č. 682 schválila materiál Koncepce zavádění metody BIM v České republice. [8]

Tento materiál byl vypracován Ministerstvem průmyslu a obchodu (MPO) ve spolupráci se Statním fondem dopravní infrastruktury (SFDI) a Odbornou radou pro BIM (CzBIM). Koncepce uvádí několik termínů a tím hlavním je rok 2022, od kterého bude uložena povinnost použití BIM pro nadlimitní zakázky na stavební

² DMS je zkratkou anglického Document Management System, který představuje systém řízení dokumentů

práce financované z veřejných rozpočtů, včetně zhotovení přípravné a projektové dokumentace. [8]

Koncepce zavádění metody BIM nese, v rámci jedné z příloh, plánovaný harmonogram postupných kroků. Harmonogram v upravené grafické podobě je vidět na Obr. 7.



Obr. 7 – Harmonogram zavádění metody BIM v ČR [9]

V návaznosti na schválenou koncepci zřídilo MPO odbor Koncepce BIM, který byl pověřen realizací opatření specifikovaných v Koncepci zavedení metody BIM v České republice. Odbor Koncepce BIM vznikla pověřením ministra průmyslu a obchodu dne 7. prosince 2017 a spadá pod Českou agenturu pro standardizaci (ČAS). ČAS je státní příspěvková organizace zřízená Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) a od 1. 1. 2018 přebírá všechny činnosti související s technickými normami. Odbor Koncepce BIM agentury ČAS navrhuje standardy, metodiky a návody a pomocí pracovních skupin podporuje pilotní projekty. Dále agentura ČAS pořádá semináře a workshopy pro odbornou veřejnost, aby se nová koncepce efektivně začlenila do běžné praxe. [10]

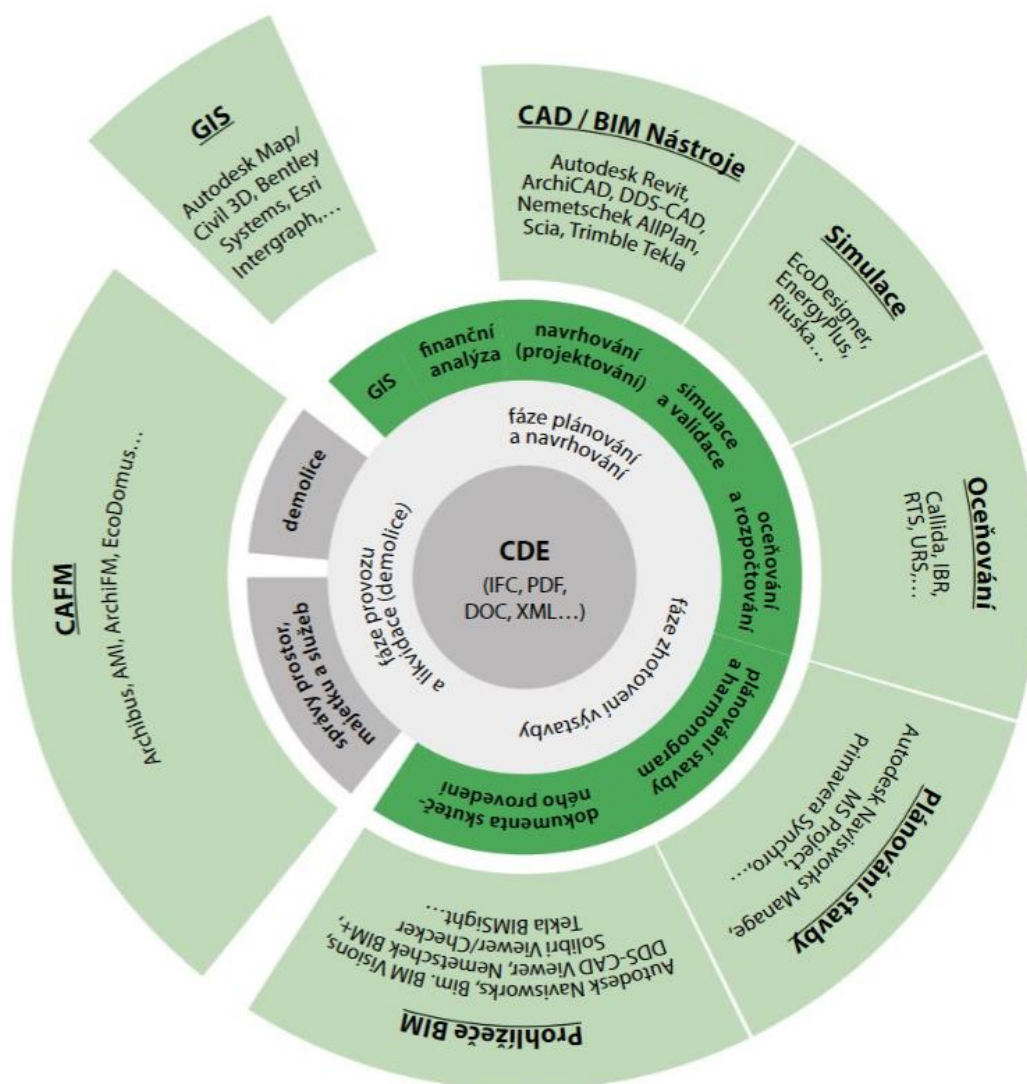
1.8 Nástroje, softwary a formáty

Softwarové aplikace jdou cestou vyšší efektivity a transparentnosti. Ve skutečnosti se softwarová řešení pro informační modelování budov stávají povinnými pro stavební projekty na zakázkách ve vládních organizacích po celém světě. Stávají se komerčně cenově dostupnější a jsou častěji představovány studentům vysokých škol. Funkce softwarových řešení metody BIM přesahují funkcionalitami klasické CAD softwary.

BIM disponuje v současné době velkým množstvím nástrojů, které představují pomocníky v nejrůznějších fázích projektu. Je nutné chápat BIM softwarová řešení jako nástroje pro konkrétní činnosti, nikoliv jako jeden program, který zastane celý životní cyklus. Nástroje dělíme dle využití na modelovací, simulační, oceňovací, plánovací, prohlížečské, nástroje pro facility management a v neposlední řadě na programy GISové. Výčet dostupných nástrojů dle etap životního cyklu je vyobrazen na Obr. 8.

Nejdůležitější mezi nástroji je bezesporu výběr vhodného programu pro samotné modelování. Zde můžeme uvést softwarové řešení firmy Nemetschek AllPlan, dále ArchiCAD a jako dominantního hráče na trhu Revit společnosti Autodesk. Společnost Autodesk má dominantní postavení především proto, že disponuje širokým záběrem nástrojů pro nejrůznější problematiky nejen pro metodu BIM, kdy většina těchto nástrojů spolu dobře spolupracuje právě díky jedné společné platformě.

Modelování dopravních staveb, především těch liniových, je samostatná kapitola, kde v současné době neznáme vhodné řešení, které zastane všechny funkcionality potřebné k navrhování metodou BIM. Mnoho projektů dopravních staveb je i přes tento problém realizováno, a to díky využití kombinace několika nástrojů. Můžeme využít opět nástroje společnosti Autodesk, kterými mohou být Civil 3D, Revit a Inroadworks. V oblasti dopravních staveb je rovnocenným konkurentem také software Microstation společnosti Bentley Systems.



Obr. 8 – Dostupné nástroje pro celý životní cyklus stavby [11]

Pro investora (zadavatele projektu) se může zdát vhodným řešením zvolení výměnného formátu IFC, kdy se tak může zprostit volby konkrétního formátu, ve kterém chceme model dostat od dodavatele. IFC je zkratka z anglického The Industry Foundation Classes a jde o otevřený souborový formát, který umožňuje sdílení BIM

dat mezi jednotlivými softwarovými BIM nástroji. IFC je vyvíjeno od roku 1994 a od roku 2016 známe verzi IFC4 Add2. Vývoj a publikování IFC má na svědomí společnost, která nese v současné době³ jméno buildingSMART.

Formát IFC je podporován okolo 150 aplikacemi a buildingSMART vydává certifikaci pro export a import, kterou se pyšní okolo 60 aplikací. Formát IFC je ukládán formou textového souboru, s čímž se nese nevýhoda velké náročnosti na objem dat. IFC dokáže mezi jednotlivými softwary přenášet geometrii a data, je však pravdou, že míra přenesených informací a geometrie je u různých aplikací odlišná. Proto je vhodné nechávat tento formát jako výměnný, ale spíše jako koordinační (snaha o bezztrátový přenos je velká a v budoucnu jistě reálná).

I přes snahy vhodně namapovat export do IFC, je zde riziko ztráty důležitých dat a funkčnosti. Povídání o IFC jsem začal slovy „Pro investora se může zdát“ a zde doplním myšlenku. Může se zdát vhodný a v mnoha případech vhodný být může, ale je podstatné si určit, jak chceme dále s daty nakládat. Pro společnost, která spravuje letiště, bude jistě vhodné zvolit pro odevzdávání nativní⁴ formát. Důvodů je celá řada, mezi ty hlavní patří fakt, že se přenáší geometrie, nikoli však její parametrické chování. Důvod je prostý, každá aplikace používá jiné mechanismy vytváření 3D geometrie včetně parametrizace. Dále ztrácíme vazbu mezi modelem a 2D výkresovou dokumentací.

Tyto skutečnosti neznamenaají, že není vhodné požadovat data ve formátu IFC. IFC je jasně definovaný standard a norma, ale spolu s ním je dobré požadovat také model v nativním formátu autorské aplikace. Pro společnost rozsahu letiště je vhodné, aby se zvolila konkrétní platforma, díky které bude možné efektivněji zanášet změny v průběhu provozování budovy.

³ IFC vznikl v roce 1994 konsorciem Industry alliance for Interoperability založené společností Autodesk, v roce 1997 se ale změnil název na International Alliance for Interoperability a až od roku 2005 nese jméno building SMART

⁴ Nativní formát představuje formát souboru, který je mateřským formátem zdrojové aplikace

2 UŽITÍ, CÍLE A PŘÍNOSY BIM PRO LETIŠTĚ

Prvním krokem organizace v implementaci metody BIM by mělo být jasné určení jejích konečných cílů a účelu použití BIM. Dalším krokem je určit, které procesy a nástroje BIM nejlépe umožní organizaci dosáhnout těchto cílů.

BIM může být použito ke shromažďování informací o zařízeních pro následující účely:

- Zachycení aktuálního stavu zařízení a jeho prvků
- Kvantifikaci části prvku zařízení
- Sledování výkonu prvků a systémů zařízení
- Stanovení statusu prvků

BIM může být použito ke generování informací o zařízeních pro následující účely:

- Dle potřeby lze vybrat konkrétní prvky zařízení
- Definování lokace a umístění zařízení
- Stanovení velikosti a rozměrů zařízení

BIM může být použito k analýze informací o zařízení pro následující účely:

- Koordinace vzájemných vztahů prvků vůči sobě
- Předvídaní budoucího výkonu zařízení
- Ověření přesnosti a správnosti informací o zařízení

BIM může být použito pro účely sdělení informací o prvcích:

- Zobrazení realistického pohledu zařízení a jeho prvků
- Transformuje informace a předkládá je k jiným procesům
- Definuje symbolické znázornění zařízení
- Dokumentuje informace o zařízení včetně informací nezbytných pro přesné určení prvků

BIM může být použito pro účely realizace zařízení využívajících informací:

- Výroba součástí zařízení
- Sestavení jednotlivých částí zařízení
- Ovládání provozu fungujících zařízení
- Regulace provozu zařízení

Po vymezení cílů implementace BIM se používají v rámci každého účelu specifikované oblasti použití:

- Plánování údržby
- Asset management
- Space management
- Plánování katastrof
- Plánování využití místa
- Plánování konstrukčního systému
- Digitální výroba
- 3D řízení a plánování
- 3D koordinace designu
- Autorizace návrhu
- Analýza energie
- Strukturální analýza
- Analýza osvětlení
- Další inženýrské analýzy
- Hodnocení LEED
- Kódová validace
- Programování
- Hodnocení recenzí
- 4D modelování / plánování
- Cost management
- Modelování stávajících podmínek
- Strategické plánování
- Business Case – plánování návratnosti
- Testování proveditelnosti

Každé použití BIM se týká konkrétní fáze životního cyklu zařízení. Pro fáze projektování a realizace stavby umožňuje BIM generování informací, analýzy a komunikace. Během fáze provozování, plánování a vývoje poskytuje BIM informace o aktuálním stavu zařízení a lze generovat nejrůznější informace pro mnoho druhů analýz.

2.1 Faktory

Všechny projekty zahrnující implementaci nových metod nebo procesů spojuje problematika určení přínosů, které jsou ovlivněny třemi faktory. Tento jev nastává u projektů různého zaměření a v různých odvětvích a nejedná se tedy o faktory specifické pro zavádění metody BIM. Mezi tyto tři základní faktory přínosu řadíme peníze, čas a snížení rizik.

- Peníze

Faktor peněz lze chápat jako přínos v podobě snížení finanční náročnosti současných procesů. Můžeme zde najít například snížení finančních nákladů vlivem omezení počtu zaměstnanců, snížení vynaložených nákladů na pořízení nebo pronájem softwaru z důvodu sloučení funkcionalit do menšího počtu softwarových nástrojů nebo naopak zvýšení příjmu, který přichází z nejrůznějších důvodů (vyšší prodej, kvalitnější výrobky či služby, větší produkce práce apod.)

- Čas

Dalším faktorem, který promlouvá do cílů a následných přínosů implementace nového procesu či metody, je veličina času. Čas úzce kooperuje s faktorem peněz například v případech, kdy snížení časové náročnosti vede ke snížení finančních nákladů. Kupříkladu, pokud zavedený nový proces zefektivní nebo usnadní práci zaměstnancům, čímž práci urychlí nebo omezí počet potřebných pracovníků, snížíme tím pochopitelně i náklady na mzdy. Faktor času však hraje roli i v jiných případech, kterým může být například urychlený přístup k požadovaným informacím.

- Snížení rizik

Důležitý vliv v rámci posuzování efektivnosti implementace je snížení rizik z nejrůznějších hledisek. Důležité je pochopit přínos tohoto faktoru, spočívá ve snížení pravděpodobnosti nebo úplné omezení současného rizika, které ohrožuje danou organizaci. Například riziko vzniku nehody můžeme omezit tím, že aplikujeme bezpečnostní opatření. Typickým rizikem v oblasti letecké dopravy je riziko zpoždění letu a zavedení nových procesů může významnou měrou snížit vznik takovéto kritické situace.

2.2 Cílové skupiny

V rámci posuzování výhodnosti a návratnosti implementace metody BIM a také v rámci rozhodování směru a rozsahu zavádění nových procesů, je důležité definovat cílové skupiny, kterých se implementace týká. Cílovým skupinám by se měly definovat konkrétní cíle užití, aby bylo patrné, zda má v dané oblasti implementace smysl či nikoli. Organizace letiště může definovat užití a jejich přínosy v následujících skupinách:

- Organizace

Jednou z cílových skupin může být firma. Konkrétní vlivy budou pozitivně působit na vedení společnosti, na její řízení a tím pádem na celou oblast managementu firmy. Významným přínosem z hlediska zavádění metody BIM bude efektivnější správa budov a ostatních nemovitostí, anebo například lepší koordinace rozvoje za pomoci nových nástrojů a metod.

- Zaměstnanec

Cílové skupině zaměstnanec lze přiklonit nemalé množství přínosů souvisejících s mnoha užitími BIM, které bude sám využívat. Zařadit sem můžeme využívání BIM ve fázi projektu a realizace staveb, a to například kontrola kolizí nebo orientace v modelu, ale také využití dat o budově zaměstnanci údržby jednotlivých technologických zařízení. Pro všechny zaměstnance, kteří se zapojí do procesů metody BIM, je bezesporu výhodou dat, která jsou spravována a ukládána uceleně a na jednom místě. Využíváme tedy jeden zdroj pravdy.

- Zákazníci

Zákazníci jsou cílovou skupinou hlavní činnosti podnikání, a proto jsou zařazeni i do hledáčku cílových skupin při hledání přínosů metody BIM. Pokud se mají přínosy BIMu promítnout do styku se zákazníky, je nutné, aby byla vyřešena všechna možná rizika, která by mohla překazit nebo zhoršit obchod. Na první pohled se může zdát, že BIM se k zákazníkům v žádné fázi nedostane. Opak je však pravdou. Pokud pomineme vnitřní prostředí budov, které je novou metodou ovlivněno, přináší BIM přínosy například ve formě navigace uvnitř budov. Datová základna se využije jako podklad pro přehledný model budovy, který se za pomoci

specializovaných softwarů může stát navigací pro zákazníky, která je snadno dovede do cíle cesty.

- Třetí strana

Třetí stranou jsou myšleny společnosti nebo osoby, kteří se dostávají do kontaktu s budovou v metodě BIM. Jedná se například o nájemce pronajímaných prostor. Nájemci mohou čerpat informace z databáze informačního modelu při zařizování obchodů nebo kanceláří nebo model slouží jako podklad pro nejrůznější analýzy (rozmístění reklam, dohled kamer apod.)

- Stát

Projekty realizované v BIM v prostředí letiště mají na stát vliv převážně v oblasti bezpečnosti a dopravní infrastruktury státu, krajů a obcí. Na základě informačních modelů lze provádět analýzy pro potřeby snížení rizika terorismu. BIM bude sloužit jako rychlý zdroj správných informací v krizových situacích (využití pro složky integrovaného záchranného systému, policii, celní správu, armádu). Data mohou být také použita pro plánování rozvoje na státní úrovni, jako je plánování dopravní infrastruktury (letový provoz, městská hromadná doprava apod.).

2.3 Metrické a klíčové výkonnostní ukazatele

Klíčové výkonnostní ukazatele (KPI) odkazují na použití speciálních dat pro měření výkonnosti poskytovaných služeb v porovnání s dříve definovanými metrikami. KPI se liší dle odvětví a sektoru. Například šest primárních KPI používaných ve stavebním průmyslu je kontrola kvality, splnění termínu, cena, bezpečnost, cena za jednotku a cena za hodinu práce. Stavební organizace obvykle používají tytéž KPI, ať již měří tradiční procesy nebo procesy BIM. Naopak KPI, které se používají pro správu a údržbu majetku, se liší, jelikož účelem stanovení metriky je měřit výkonnostní údaje ve vztahu k stanoveným podnikatelským cílům a požadavkům podniku. Jednotliví správci zařízení musí vytvořit vlastní KPI založené na klíčových obchodních cílech, kterých se jejich organizace snaží dosáhnout.

Stručný seznam možných KPI pro správu a údržbu majetku:

- ROI – Návratnost investice
- Ztráta v hlavním podnikání způsobená selháním facility managementu

- Bezpečné prostředí
- Efektivní využití prostor
- Plnění milníků
- Opravy vad
- Správa informací o budovách
- Energetická náročnost
- Reakční doby a ukončení práce
- Nápravná a preventivní údržba

Seznam možných KPI pro organizaci letiště:

- Omezení chybovosti a nekompletnosti projektové dokumentace
- Snížení potřeby RFI v průběhu realizace stavby
- Snížení počátečních nákladů
- Snížení nákladů v průběhu životního cyklu
- Zkrácení doba výstavby
- Porovnání výkonnosti minulých projektů BIM se současnými projekty BIM.

Zavedení ROI pro BIM může být trochu složité, zvláště pokud organizace historicky sledovala nesprávné klíčové výkonnostní ukazatele pro výpočet návratnosti. Přesto, že klíčovou součástí BIM je sběr dat, největší výzvou je nedostatek platných historických údajů.

2.4 Šest základních užití metody BIM z pohledu investora

Metody BIM přináší mnoho přínosů pro organizaci provozující letiště. Některé užití BIM jsou pro letiště významnější a jiné méně, avšak toto prostředí je rozmanité a zahrnuje nejrůznější profese a všechny fáze životního cyklu projektu. K užítku jsou v podstatě všechny obecně známé přínosy BIM. V této kapitole jsou popsány nejdůležitější varianty užití a jejich přínosy pro organizaci provozující letiště.

Mezi nejčastěji zmiňované použití BIM patří 6 základních problematik, mezi které patří 3D koordinace, odhad nákladů, analýzy konstrukcí, model současného stavu, systémové analýzy budov a plánování údržby. Dále jsou tyto přínosy stručně popsány.

- 3D koordinace

Software pro detekci kolizí je využíván během koordinačního procesu k určení konfliktů porovnání 3D modelů stavebních systémů. Cílem zjišťování kolizí je odstranění hlavních systémových problémů před instalací.

- Odhad nákladů

Model nabízí možnost zjištění přesného výkazu výměr a odhad nákladů včas, již ve fázi návrhu. Tento proces umožňuje projektantům včas vidět náklady na provedené změny v návrhu, což může přispět k omezení nadměrného překročení rozpočtu v důsledku změn v projektu. Model poskytuje investorovi možnost kontroly rozpočtu od projektanta nebo zhotovitele, a to porovnáním přesného výkazu výměr z modelu s rozpočtovými kubaturami a výměrami.

- Analýzy konstrukcí

Inteligentní modelovací software používá model BIM k určení nejdůležitějších technických postupů založených na konstrukčních specifikacích. Model je možné použít pro výpočet stavební části projektu, tedy ke statickým výpočtům stavby. Další analytické nástroje a simulace chování mohou výrazně zlepšit návrh technologických zařízení a snížit spotřebu energie během životního cyklu budovy.

- Model skutečného provedení

Projektový tým provozovatele budovy požaduje modelaci BIM modelu současného stavu, včetně zařízení nebo model pouze vymezené části. Tento model je možné vytvářet různými způsoby v závislosti na tom, co se od něj očekává a co je nejdůležitější. Pokud máme model zkonstruovaný, můžeme z něj vyčíst informace pro facility management nebo ho použít jako podklad pro novou výstavbu či modernizaci.

- Systémové analýzy budov

Tyto analýzy měří, jak je budova použitelná pro konkrétním návrhem. Zahrnuje to fungování mechanického systému a množství využití energie budovy. Další aspekt může být studie provětrávání fasády, analýza osvětlení, ventilace vzduchu, evakuace cestujících a solární analýza.

- Plánování údržby

Funkčnost konstrukcí budovy (stěny, dveře, střecha apod.) a technologických zařízení (mechanické, elektrické, klempířské atd.) se udržuje po dobu životnosti. Optimální nastavení plánu údržby zlepší výkonnost budovy, sníží počet oprav a sníží celkové náklady na údržbu.

2.5 Přínosy ve fázi návrhu

- Kontrola kolizí

Jednou z klíčových výhod BIM je schopnost odhalit kolize již v počáteční fázi projektu, kde je jejich náprava jednodušší, levnější a méně náročná. Nástroje pro zjišťování kolizí jsou čím dál více sofistikované, což uživateli umožňuje kontrolovat střety v rámci konkrétních podmnožin a vyobrazovat je. Nástroje umožňují nastolit pravidla, která výčet kolizí omezí o geometrické kolize, které nejsou reálnými kolizemi na stavbě (zapuštěné stropní osvětlení, potrubí ve stěně, izolace trubního vedení apod.).

- Vzájemná spolupráce profesí

Navrhování na základě modelu má tu výhodu, že jednotlivé profese dokáží kooperovat během celé fáze projektování. CDE jim přináší jednotný sdílený prostor, který umožňuje přístup k aktuálním verzím modelů ostatních účastníků.

- Usnadnění tvorby dokumentace

Nástroje pro tvorbu modelu metodou BIM umožňují generovat 2D projektovou dokumentaci přímo z modelu, za pomoci drobných úprav projektanta. Lze snadno vytvářet řezy, pohledy nebo nejrůznější konstrukční půdorysy na pár kliknutí tlačítka myši.

- Elektronická komunikace nad projektem

Mezi funkcionality společného datového prostředí CDE patří elektronická komunikace, která probíhá přímo nad publikovanými daty. Tento proces velkou měrou zrychluje komunikaci tím, že omezuje používání ostatní komunikačních prostředků (email, sms apod.) a veškerá komunikace je vedena v prostředí CDE. Komunikace může být přímo svázána s konkrétními prvky v modelu, což napomáhá pochopení připomínek. Takováto dokumentace je zaznamenávána, archivována a lze nastavit například i automatickou notifikaci nové zprávy nebo připomínky.

- Předávání dat pomocí CDE

Využívání společného datového prostředí CDE zefektivní předávání dat. Zamezí se tím duplicitám a využije se principu jednoho zdroje pravdy. Dále díky CDE omezíme používání přenosných datových médií (CD, flash disk apod.) a veřejných cloudových úložišť typu „Letecká pošta“ či „Uložto“.

- Náklady a výkazy výměr

Využití informačního modelu pro získání přesných informací o nákladech, je hlavní myšlenka 5D BIM.

Úvahy mohou zahrnovat kapitálové náklady (náklady na nákup a instalaci součástí), související provozní náklady a náklady na obnovu/výměnu. Nákladové výpočty lze provádět na základě údajů a souvisejících informací spojených s konkrétními komponentami v rámci grafického modelu. Tyto informace umožňují správcům snadno extrapolovat množství daných součástí v projektu a uplatňovat cenové sazby na takto vyčíslené množství, čímž dosáhnou celkových nákladů.

Přínosy kalkulovaného přístupu k modelu zahrnují schopnost snadno vidět náklady ve 3D formě, získat informace při změnách a automatické počítání součástí/systémů připojených k projektu. Nejsou to však pouze rozpočtáři, kteří mají prospěch z řešení nákladů v rámci procesu BIM. Za předpokladu, že jsou k dispozici 4D údaje, můžeme snadno sledovat předpokládané a skutečné výdaje v průběhu projektu. To umožňuje pravidelné vykazování nákladů a rozpočtování, aby se zajistila efektivita realizace a samotný projekt zůstal v tolerancích rozpočtu.

Přesnost výpočtů nákladů je samozřejmě závislá na datech vytvořených více týmy a sdílených v rámci společného datového prostředí. Pokud jsou tyto informace nepřesné, tak se to odrazí i na výpočtech. V tomto ohledu se rozpočtování pomocí BIM neliší od tradičních způsobů práce. Právě z tohoto důvodu mají cenový manažeři a rozpočtáři stále důležitou roli nejen při kontrole správnosti informací, ale také při pomoci interpretace a doplňování chybějících informací. Mnoho prvků projektu bude stále modelováno ve 2D nebo vůbec ne. Je také pravděpodobné, že mezi modely budou rozdíly v tom, jak jsou prvky klasifikovány a rozpočtář bude muset objasnit a pochopit společný vztah mezi tím, co se na první pohled zdá jako prvky nesourodé.

Jednou z výhod extrapolace nákladů z informačního modelu je skutečnost, že data mohou být kdykoli během projektu měněna a informace, které jsou k dispozici, jsou pravidelně aktualizovány. Tento plán "živých" nákladů pomáhá týmům vytvářet rozpočet, a protože rozpočtáři jsou zapojeni od začátku projektu, umožňuje to rychlejší a přesnější vykazování nákladů v raných fázích projektu.

Cenový manažer může začít pracovat dříve a více iterativně než v tradičním procesu, ale má stejně důležitou roli při celkovém poskytování projektů.

- Data na jednom místě

CDE nám umožňuje zachovávat veškerou dokumentaci, a to nejen 3D modely, ale také 2D dokumentaci a připojené dokumenty, elektronicky na jednom místě. Společné datové prostředí napomáhá koordinaci celého projektu a omezuje chybovost způsobenou nedostatkem informací z ostatních profesí. Modely všech profesí budou uloženy ve společném prostředí a je možné je kdykoli vyvolat ve společném zobrazení.

- Plynulý přechod mezi stupni dokumentace

Metoda BIM využívá plynulého přechodu mezi jednotlivými stupni projektové dokumentace, a to způsobem zpřesňování modelu. Lze využít již model z fáze studie, který se bude dále zpřesňovat, doplňovat a upravovat s rostoucími nároky navazujících stupňů. Odpadá tak povinnost zpracovávat výkresy od nuly s každým stupněm, pokud pomineme využívání předchozích výkresů jako referenčního podkladu.

- Virtuální a rozšířená realita

Virtuální realita (VR⁵) ponoří uživatele do plně umělého digitálního prostředí. Rozšířená realita (AR⁶) překrývá virtuální objekty v reálném prostředí. Smíšená realita (MR⁷) nejen překrývá, ale ukotví virtuální objekty do reálného světa. Tyto nové metody zobrazování digitální reprezentace modelu umožňují účastníkům spatřit virtuálně reálně navrhovaný stav objektů dříve, než se uskuteční výstavba. Rozšířená a smíšená virtuální realita nám může pomoci například při navrhování rekonstrukcí,

⁵ VR je zkratkou Virtual Reality

⁶ AR je zkratkou Augmented Reality

⁷ MR je zkratkou Mixed reality

zařizování interiérů stávajících prostor nebo při osazování stavebních prvků na stavbě.

- Modelování staveniště a organizace výstavby

K modelu stavby je možné modelovat také zařízení staveniště. Podle potřeby lze vymodelovat zařízení staveniště do největších detailů, záleží tedy pouze na požadavcích investora a definovaných cílech. Model staveniště nám může odhalit předpokládané potřeby rozsahu záborů, dosahy jeřábů apod.

- Modelování plánu BOZP

Obdobně jako zařízení staveniště, lze modelovat také prvky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Lze tak efektivně naplánovat rozmístění všech bezpečnostních prvků a odhalit tak případné nedostatky, například v dosahu vázacích prostředků osobní ochrany. Pokud model BOZP propojíme s harmonogramem, lze tento výstup použít pro kontrolu naplánované bezpečnosti v průběhu všech fází projektu. Takto vytvořený model BOZP je lépe kontrolovatelný než výkresy vytvořené klasickou formou řešící tuto problematiku.

- Vytváření variant

Pokud se metoda BIM využije již od prvotních záměrů, tedy od fáze studie, lze efektivně porovnávat namodelované varianty a po výběru jedné z nich lze hladce přejít k modelování fází dalších. Pokud požadujeme více variant, lze na nich provádět nejrůznější analýzy a porovnávat jejich efektivnost.

2.6 Přínosy ve fázi realizace díla

- Elektronická komunikace

Obdobně jako ve fázi návrhu projektu, využíváme i při realizaci díla elektronickou komunikaci, která je vedena skrze společné datové prostředí CDE. Veškerá komunikace je tak tedy zaznamenávána a výhodou je i to, že správce CDE nastaví komunikační strom účastníků tak, aby komunikace tekla předem definovaným lidem. Lze tímto zamezit přeposílání mailů osobám, kterým nejsou určeny a zbytečně je zahlcují.

- Sledování připomínek při výstavbě

Během výstavby je skrze CDE k dispozici model se všemi navázanými dokumenty, a tak je možné porovnávat skutečný stav stavby s navrženým digitálním modelem. Připomínky k vadám a nedodělkům lze přidružit přímo k řešeným prvkům v modelu a při následném prohlížení připomínky druhou osobou lze snadno zobrazit ve 3D modelu řešený prvek v konkrétním místě. K dané připomínce nebo vadě můžeme připojovat nepřeberné množství parametrů dle šablon a případně lze přiložit fotografii. Připomínky můžeme vytvářet přímo na místě stavby, a to za pomoci mobilních aplikací v mobilních telefonech a tabletech. Tím se velkou měrou zrychlí celý proces komunikace.

- Časové plánování (4D vizualizace)

Časové plánování přidává další dimenzi do informačního modelování 3D modelu ve formě plánovacích (časových) dat. Tato data se připojují k prvkům, které chceme vizualizovat v postupu výstavby a následně je využijeme k ukázce, jakým způsobem se bude projekt rozvíjet.

Časové informace týkající se konkrétního prvku mohou zahrnovat informace o době realizace, jak dlouho trvá instalace/konstrukce, čas potřebný k uvedení do provozu/tvrdnutí/vytvrzení, pořadí, v jakém by měly být komponenty nainstalovány a závislosti na dalších oblastech projektu.

S časovými informacemi sdruženými v nástrojích pro plánování sdílených informačních modelů bychom měli být schopni vytvořit přesný harmonogram projektu. S daty spojenými s grafickým zobrazením komponentů/systémů je snadné pochopit a vyhledat informace o projektech a je také možné ukázat, jak se bude postupně vyvíjet stavba s tím, jak bude struktura vizuálně zobrazena v každé fázi.

Práce v tomto směru je nesmírně užitečná, pokud jde o plánování práce, aby bylo zajištěno, že je bezpečně, logicky a efektivně uspořádána. Umožnit vytvořit prototyp, jak proběhne výstavba předtím, než se tzv. kopne do země. Umožňuje zpětnou vazbu již v počáteční fázi a zabraňuje zbytečnému a nákladnému návrhu koordinace a přepracování na místě. Vizuální ukázka, jak budou projekty realizovány, je také užitečná, když budete spolupracovat se zainteresovanými stranami, dáváte každému jasný obrázek o plánovaných dílech.

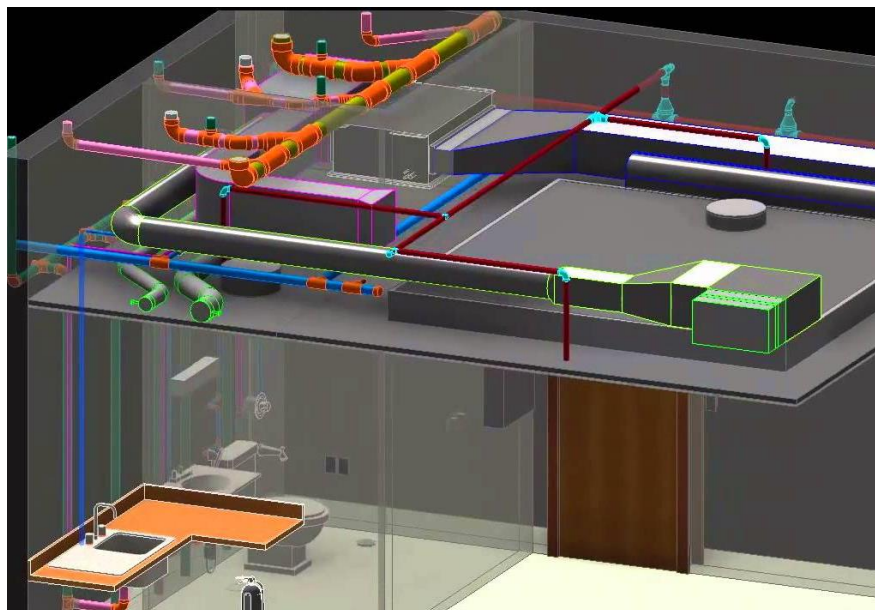
Přidávání sekvenčních informací může být mimořádně užitečné nejen ve fázi návrhu, ale i dříve, což umožňuje prověřit proveditelnost záměru. Ve fázi výběrového řízení mohou tyto informace umožnit zkoumání a sdělování počátečních konceptů, aby ukázaly uchazečům o realizaci díla, že jsou schopni splnit předpokládaný koncept. Je důležité si uvědomit, že práce s časovými informacemi nevyklučuje potřebu pracovníků přípravy a plánování, kteří zůstávají nedílnou součástí projektového týmu.

- Využívání tabletů a mobilních telefonů

V době moderních technologií a chytrých telefonů se stane nezbytnou součástí stavbyvedoucích a ostatního managementu stavby využívání chytrých mobilních telefonů a moderních tabletů. Pracovníkovi umožní okamžitý přístup k projektové dokumentaci a také všem ostatním dokumentům právě díky použití společného datového prostředí. K dokumentům a modelům můžeme přistupovat kdykoli online nebo případně offline (nastavení automatické synchronizace nebo stažení konkrétních souborů do paměti telefonů a tabletů). Tímto odpadá povinnost nosit po staveništi papírovou projektovou dokumentaci a snižuje se riziko nedohledání potřebných dokumentů.

- Vizualizace pro výstavbu

3D model může sloužit pro vizualizaci problematických míst stavby a tím zamezit nepochopení dokumentace technickými pracovníky. Složitá místa, kde se setkává například několik technologií, mohou být ve 2D dokumentaci nesrozumitelná a mnohdy je na fantazii techniků, jak s daným detailem naloží. Pokud ale použijeme 3D vizualizaci daného místa, je na první pohled patrné, jak se má problém vyřešit. Ukázka 3D koordinace profesí je znázorněna na Obr. 9.



Obr. 9 – Ukázka 3D koordinace profesí [12]

Například si vytisknu 3D obrázek kde jsou znázorněny složité části konstrukcí jako je místo s křížením několika profesí.

- Projektová dokumentace na jednom místě

Za pomoci sdíleného datového prostředí, které pracuje online (lze i offline pokud se synchronizuje projekt se zařízením), máme veškerou dokumentaci na jednom místě a můžeme ji bez větších problémů procházet včetně vyhledávání dle metadat.

- Řízení BOZP dle namodelovaného plánu

Model bezpečnostních prvků výstavby můžeme propojit s harmonogramem plánu BOZP. Dokážeme tak efektivně plánovat a následně realizovat bezpečnostní opatření v takové kvalitě, která uspokojí nejen bezpečnostní techniky a koordinátory, ale hlavně zaručí bezpečnost všech pracovníků na stavbě.

- Řízení stavebních strojů (robotizace)

Na základě modelu lze řídit a navigovat stavební stroje. To přináší výhody převážně pro zemní práce, ale může se v budoucnu uplatnit i v realizaci budov. Nové trendy přináší například asistované roboty, 3D tisk nebo drony.

- Možnost prefabrikace a QR kódů

Příprava stavební komponenty nebo sestavy pro výrobu je časově náročný proces, který závisí na četnosti složitých faktorů. BIM usnadňuje řadu souvisejících projektových/stavebních činností, včetně digitální výroby a výkresů stavebních komponentů. BIM umožňuje vytvářet pracovní postupy digitálního návrhu a výroby pro všechny obory budov.

- Management kvality

Použití systému BIM v oblasti řízení kvality ve stavebním projektu poskytuje kvalitní informace, protože ukazuje skutečnou strukturu včetně množství, jako je plocha, výška, tloušťka, materiál, struktura a další vlastnosti. Kombinace různých modelů z různých oborů poskytuje důležité detaily stavebních prvků, kvalitu použitých materiálů a řízené postupy. Přiřazení odpovědnosti může být také definováno jasným způsobem a může být zahrnuta do 3D modelu podle jednotlivých disciplín. To usnadňuje komunikaci mezi disciplínami v otázkách týkajících se projektu a zajišťuje plynulý pracovní postup umožňující dosažení požadované kvality. Veškerá tato komunikace a výměna dat je zaměřena na zlepšení kvality BIM prostřednictvím sdílení souborů.

- Rozšířená realita

Během výstavby mohou pracovníci přistupovat k modelům BIM v rozšířené realitě a ta jim ukáže, kde by měly být položeny materiály, kde by měly stát stěny a kde by měly být umístěny dveře. Projekty mohou pomoci s profesemi jako jsou rozvody vzduchotechniky, vodovodní potrubí a elektrické vedení. Rozšířená realita může pomoci snížit chyby při instalaci, vést k rychlejšímu provádění úloh a usnadnit identifikaci potenciálních chyb návrhu pomocí přímého vizuálního překrytí návrhů nad stávajícími konstrukcemi.

- Management dodávek stavby

BIM software může být aplikován na logistiku výstavby mnoha způsoby. 3D platformy umožňují rychlé a jasné sdělování komplexních logistických strategií. Přidání časových dat ve formě 4D BIM umožňuje správu a manipulaci s volným prostorem pro pohyb a skladování materiálu, koordinaci instalací a odstraňování zařízení, které mají být efektivně řízeny.

- Internet věcí

3D geometrie je sama o sobě méně důležitá pro Internet věcí než data pocházející z modelu, která jsou velmi podobná datům sloužícím pro celý životní cyklus včetně prostorových dat a dat o majetku. Oba dva tyto typy údajů poskytují rámec pro organizaci a analýzu dat internetu věcí způsobem, který je smysluplný pro stavební činnosti, a proto poskytuje základ pro posouzení BIM jako potenciální složky Internetu věcí.

- Laserové skenování a světelný paprsek

Laserové skenování lze využít i pro modelování budov, včetně samotného finálního modelu. Přesná prostorová informace a modelování informací o budovách (BIM) jsou nezbytnou součástí každé nové výstavby nebo rekonstrukce. Laserové skenování umožňuje přesně zachytit aktuální stav budovy ve velmi krátkém čase.

2.7 Simulace nad modelem

Informační model může sloužit jako výchozí zdroj dat pro mnoho druhů simulací. Záleží na několika faktorech, jak se ovlivní výsledky a užitná hodnota dané analýzy. Mezi tyto faktory řadíme podrobnost modelu, informace o materiálech, klimatické podmínky vnitřního a vnějšího prostředí objektu, konstrukční řešení a uspořádání vnitřních prostor a prostředí, ve kterém je budova umístěna.

Simulace lze rozdělit například dle fáze životního cyklu nebo dle typu. Základním dělením je ale varianta simulace interiérové a exteriérové.

2.7.1 Exteriérové

Exteriérové analýzy nám napomáhají s výběrem účelu stavby, s umístěním do okolní zástavby nebo například s rozložením dispozic daného objektu. Vstupními parametry mohou být, kromě samotného modelu stavby, klimatické podmínky, vliv okolí, přilehlá veřejná doprava apod.

- Akustika

Akustická simulace se zabývá negativním vlivem ruchu z okolí na objekt nebo naopak ruchy vzniklé objektem na okolí. Typickým příkladem mohou být zdroje ruchů jako doprava, rušná ulice, hlučné agregáty na střechách apod. Definujeme hodnoty decibelů jednotlivých zdrojů a sledujeme jakou intenzitou se hluk šíří.

- Zastínění a oslunění

Vyprojektovaný model lze umístit do virtuálního prostředí okolní zástavby, které se simuluje s co největší přesností tak, abychom mohli provést analýzu zastínění námi navrhovaného objektu. To nám napomáhá ke zjištění, v jakém rozsahu je stavba zastíněna.

- Šíření požáru a kouře

Simulace šíření požárů a kouře v exteriéru lze uplatnit pro predikci plošného šíření lesních požárů nebo proudění kouře mezi městskou zástavbou.

- Pohyb osob

BIM přináší simulování pohybujících se osob a silničního provozu. Díky této analýze můžeme odhalit problematická místa s vysokým provozem, který může být rizikový vůči bezpečnosti osob. Dále lze modelovat a definovat docházkové vzdálenosti k občanskému vybavení a městské hromadné dopravě.

- Simulace dopravy

Počítačové programy dokáží na navrženém modelu simulovat tok dopravy. Do simulace vnášíme reálné hodnoty hustoty provozu a na jejich základě dokážeme odhalit riziková místa, kde mohou nastat dopravní zácpy. Typickým příkladem je modelace křižovatek, kde můžeme díky simulaci zjistit, zda je výhodnější světelná křižovatka nebo okružní křižovatka. Obdobné simulace lze provádět na specializovaných typech dopravy ve městech, jako je například svoz odpadu.

- Proudění vzduchu

Na základě vyhotovených hmotových modelů staveb v určité oblasti, případně i v celém regionu, lze provést pomocí softwarových nástrojů simulace proudění vzduchu zvolenou zástavbou na základě definovaných hodnot. Tento druh simulace odhaluje šíření zápachu, znečištění, kouře nebo pylu a přesně identifikuje trajektorii pohybujících se nežádoucích částic.

- Teplota

Speciální typ simulace, využívající 3D model, dokáže predikovat akumulaci tepla, které vzniká uvnitř zahuštěných částí měst. Simulace vyčísluje únosné hodnoty

akumulace tepla a na základě těchto výsledků lze navrhnout opatření k eliminaci tohoto jevu.

- Zápavy

S využitím záplavových map lze simulovat přírodní katastrofu, kterou je záplava. Dokážeme simulovat rozlévání vody z vodních toků a nádrží a na základě toho stanovujeme krizové oblasti nebo navrhujeme různá odvodnění, retenci a jiná opatření.

2.7.2 Interiérové

Interiérové simulace nám pomáhají při navrhování stavby a stanovují podmínky pro projekt, statiku, materiály apod. V dnešní době se již mnoho z nich hojně využívá, avšak je mnoho dalších typů simulací, které se používají ojediněle, ale díky využití BIM mají velký potenciál v různých fázích životního cyklu budov.

- Tepelná technika

Mezi klasické a obecně známé simulace patří analýza prostupu tepla konstrukcemi. Simulace je závislá na materiálových charakteristikách, které díky BIM modelu můžeme snadněji zadávat jako vstupní parametry. Simulace využívající BIM model mají hlavní výhodu, a to takovou, že lze přesněji definovat okrajové podmínky a simulaci provádět v kterémkoli místě konstrukce.

Simulace řešící problematiku tepelné techniky lze provádět již v raných fázích návrhu, kde můžeme porovnávat varianty, i když není model vymodelován z podrobných prvků. Využívá se zde pouze objem budovy a definování vstupních parametrů, jako například procento prosklené plochy, orientace ke světovým stranám apod.

- Tepelný komfort

Simulace využívající 3D model dokáže předpovídat proudění vzduchu a vizualizovat šíření tepla s definováním chladných a naopak teplých míst v místnostech. Simulace se provádí na základě známé geometrie místnosti, klimatických podmínek místnosti a namodelovaných zdrojů tepla (například otopná tělesa). Na základě výpočtů dokážeme například určit, za jak dlouhou dobu bude v celé místnosti požadovaná teplota.

- Akustika

Vzhledem k faktu, že model je složen z jednotlivých prvků obsahujících informace o materiálu a fyzikálních vlastnostech, dokážeme simulovat šíření hluku v místnosti, ale také šíření kročejového hluku konstrukcemi. Takovéto simulace můžeme využít pro navrhování místností s požadavkem na dobrou akustiku, jako jsou posluchárny a divadelní sály, nebo dokážeme simulovat šíření hluku mezi jednotlivými byty a domovními chodbami.

- Statika

Z navrženého modelu je možné selektovat nosné prvky konstrukce a statick tak může provádět statické analýzy i u složitých konstrukcí. Za pomoci softwarových nástrojů a modelu současného stavu dokážeme přesně určit chování stávající konstrukce při dodatečném zatížení nebo při změně typu zatížení, na který nebyla budova navrhována.

- Šíření požáru a kouře

Obdobně jako u exteriérových simulací dokážeme simulovat šíření požáru a kouře i uvnitř budov. Na základě provedené simulace můžeme efektivněji plánovat únikové cesty, rozmístění hasicích přístrojů a hydrantů nebo požárně dělit prostory na úseky. Šíření kouře nám pomáhá v navrhování vzduchotechniky a v problematice odvodu tepla a kouře a například můžeme zadáním vstupních parametrů jednotlivých armatur sledovat, jakým způsobem ovlivníme šíření kouře a hoření.

- Vzduchotechnika

Geometrie modelu nám umožňuje provádět simulace reálné výměny vzduchu, a to využít pro navrhování vzduchotechnických systémů. V rozsáhlých objektech, kde jsou vzduchotechnické systémy složité, je takováto simulace nad modelem velice efektivní a rychlá. Dokáže určit například čas, za jaký se v místnostech obnoví vzduch nebo naopak, kde hrozí koncentrace vzduchu nevětraného.

- Osvětlení a proslunění

Model může, obdobně jako u předchozích simulací, sloužit jako podklad pro simulaci osvětlení místností. Na základě toho můžeme určovat, které místnosti jsou dostatečně osvětleny denním přirozeným světlem a které tyto požadavky nespĺňují. Simulace můžeme ale provádět i s využitím zdrojů umělého osvětlení, a tak měřit

například světelný komfort v místnostech určených pro výuku. Pomocí této simulace můžeme velice snadno a rychle určit jaká plocha podlahové plochy je prosluněna, a tak zjistit, zda splní místnost požadavky české legislativy.

2.8 Užití ve facility managementu

Řízení facility managementu využívá organizační strukturu lidí, procesů a technologií. BIM se používá ve FM ke zvýšení efektivity provozu, šetření finančních prostředků během životnosti zařízení a případné prodloužení životnosti zařízení. BIM model by mohl výrazně zefektivnit proces FM s komplexními informacemi o zárukách, běžné údržbě a odhadované životnosti hlavních prvků stavby. Ovládací prvky nejrůznějších systémů budov mohou být navíc integrovány s BIM, aby mohly sledovat výkon zařízení.

Modely použité pro návrh budou základem informačního zdroje pro činnosti řízení životního cyklu. BIM zvýší a zefektivní využití zdrojů a nákladů tím, že poskytnou možnost:

- Zjednodušit cestu k potvrzení stávajících podmínek
- Aktualizovat dokumentaci tak, aby odpovídala stávajícím podmínkám
- Usnadnit koordinaci mezi jednotlivými profesemi a organizacemi
- Zefektivnit kontrolu návrhu
- Efektivněji odhadnout náklady pro všechny fáze životního cyklu projektu
- Zkvalitnit bezpečnostní analýzy
- Sledovat soulad s národní bezpečností
- Ověřit aktiva po katastrofických událostech
- Sledovat aktiva během jejich životního cyklu pro hodnotu při prodeji

Přesná reprezentace vlastností nemovitostí v reálném BIM modelu může snížit informační mezery mezi typickými tabulkovými údaji. Vytváření geograficky umístěných informací umožňuje sledování, analýzu a prognózu využití prostor při správě majetku. Nástroje geografického informačního systému (GIS) zajišťují propojení mezi systémy. Obousměrné propojení systému řízení zařízení s modelem záznamů údržby poskytne pro správu nezbytné informace pro finanční rozhodování, krátkodobé a dlouhodobé plánování a plánování pracovních úkolů.

Studie naznačují, že více než 90 % nákladů na celkovou životnost budov souvisí s údržbou a provozem. Facility manažeři mají rostoucí tendenci k požadování řízení systémů a celkového provozu budov za pomoci metody BIM.

Některé z nejdůležitějších aspektů využití 7D BIM patří:

- Preventivní plánování údržby: BIM lze používat pro plánování a sledování činností údržby proaktivně a přiměřeně pomocí informací o struktuře budovy a zařízeních používaných v objektu. Tento typ činností preventivní údržby pomůže zlepšit výkonnost budov, snížit náklady na opravy a zvýšit produktivitu pracovníků údržby.
- Analýza udržitelnosti: BIM integrovaný s dalšími analytickými a hodnotícími nástroji se používá ke sledování údajů o výkonnosti budovy, které lze porovnávat se specifickými standardy udržitelnosti pro identifikaci nedostatků v systémech budov.
- Správa budov: aktiva budovy sestávají z fyzické budovy, jejích systémů, vybavení a okolního prostředí. Správa budovy je nezbytná pro krátkodobé a dlouhodobé plánování správné údržby stavebních prvků. Obousměrná integrace modelování budov (BIM) do softwaru pro správu nemovitostí může pomoci lépe vizualizovat majetek při údržbě a provozu zařízení.
- Řízení využití prostor (space management): Profesionální pracovníci řešící využití prostor mohou využít BIM k efektivnímu řízení, sledování a distribuci vhodných prostor a souvisejících zdrojů v rámci nemovitosti. Aplikace BIM pro správu prostor je přínosná při plánování projektů renovace a budoucích potřeb, přidělování prostor pro správné využití každého místa budovy a sledování dopadu navrhovaných změn.
- Havarijní plánování: BIM může poskytnout kritické informace o budovách, aby se zlepšila účinnost plánů reakce na katastrofy a minimalizovalo se riziko vzniku kritických situací. Systém BIM může být integrován se systémem automatizace budov (BAS), který zobrazuje, kde havarijní situace nastala a vizualizuje její umístění v budově. Přínosem BIM může být hledání možné cesty k postižené oblasti a lokalizace další nebezpečné oblasti v budově během takovýchto nouzových situací.

2.8.1 Role FM v BIM projektu

Role facility managementu v průběhu BIM projektu se dá rozdělit dle fází projektu. Činnosti, kterými se FM zapojuje do projektu, můžeme popsat pro fázi před zahájením projektu, v průběhu projektování, v průběhu výstavby a při dokumentaci skutečného stavu.

Model s informací, který vznikne při výstavbě, obsahuje informace pro výstavbu a informace ze skutečného stavu (revize, datum instalace apod.). Zbývají procesní data, která budou vnášena do databáze ve fázi užívání.

Poté, co je vyhotoven model skutečného stavu, provede facility manažer kontrolu předávaných dat. Je vhodné, aby kontrolu prováděl facility manager a byl tímto pověřen ve svém smluvním vztahu. Provede ověření dat a následně garantuje dodržení právnosti. Facility manažer nebo facility tým následně nastaví další činnosti, které se budou provádět s určitou pravidelností (například záruční povinnosti).

- Role FM před zahájením projektu
 - Strategické finanční analýzy
 - Analýzy obsazenosti
 - Stanovení požadavků na obsah dat v modelu pro jednotlivé fáze projektu
 - Analýzy a simulace technicko-ekonomické, energetické spotřeby, hospodaření s vodou a oslunění
 - Lokalizační úlohy a demografické analýzy
- Role FM v průběhu projektování
 - Spolupráce na tvorbě BEP
 - Tvorba a kontrola zadání
 - Analýzy a zkoušky uspořádání v prostoru
 - Analýzy stěhování a přeuspořádání (práce s „posádkou“)
 - Experimenty s technologiemi (přístup do budovy, parkování, inventury)
 - Zásady klasifikace prvků a konstrukcí, kategorií a číselníků, zásady rezervací
 - Číslování stavebních prvků, označování areálů, budov, podlaží a pracovních míst
 - Zásady mobility a flexibilního pracovního místa, sharedesk, homeworking

- QTO – výkazy výměr, rozpočty, reporting a vykazování
- Role FM v průběhu výstavby
 - Příprava na uspořádání provozu
 - Simulace a řešení constructability
 - Simulace maintenanceability
 - Výběrové řízení poskytovatele FM
 - Plochy, jejich kategorie a skladby, požadavky na úklidy – SLA, KPI
 - Požadavky na revize a pravidelnou údržbu, reporty lze použít k VŘ na poskytovatele technického FM
 - FM úlohy
 - Pracovní místa, sharedesk,
 - Rezervace zasedacích místností
 - Stěhování (relokace)
 - Přístup do budovy
 - Integrace s BMS
- Role FM při dokumentaci skutečného provedení
 - Přebírání dokumentace, kontrola kompletnosti, prohlášení o shodě
 - Kontrola modelu (BIMCHECK)
 - Kontrola se skutečností, kontrola označení
 - Kontrola funkčnosti, doklady o zkouškách, prohlídka a kontrola ovládacích zařízení, kontrola revizí
 - Kontrola kompletnosti dohodnutých zadání sdílených parametrů instancí a rodnin

Za zmínku stojí také role Commissioning agenta. Commissioning agent je pověřen průběžným ověřováním kvality návrhu a instalace systémů do objektu a jejich následné správné uvedení do provozu. Tato role systematicky zkouší a dokumentuje vybrané části v průběhu celého projektu, což vede ke správnému návrhu instalovaných systémů. Commissioning je také jednou z povinných úkonů pro úspěšné získání certifikace LEED. Je vhodné tuto roli zahrnout do projektového týmu v rámci BIM projektů proto, že spolupráce s odborníkem na uvádění technologických systémů do provozu přináší mnoho poznatků a odhalují se tak případné budoucí komplikace.

2.9 Přínosy pro oblast bezpečnosti

2.9.1 Evakuace v krizových situacích

Při posuzování možné evakuace osob nejen pro požárně-bezpečnostní řešení stavby lze rozlišovat mezi dvěma modely evakuace. Deterministický model se využívá například v národních normách, je založený na vytvoření stejného výsledku a na základě vědecké báze používá znalost stejného souboru hodnot vstupních parametrů. Naproti tomu metody stochastické umožňují řešit složitější komplexy a dokáží reagovat na nejrůznější vstupní data. Stochastické metody využívají informační modely budov a automatizují výpočty.

Při využití informačního modelu se do výpočtu dostávají přesnější data a tím se stává i výpočet přesnějším a lze dále provádět podrobné evakuační analýzy a softwarové simulace. Při využití vhodných softwarů lze pomocí metody BIM získat mnoho posouzení, kterými mohou být například:

- Intenzita požáru v čase
- Šíření požáru
- Šíření zplodin hoření
- Podmínky evakuace a zásahu
- Posouzení bezpečné evakuace při požáru
- Vizualní simulace směru a rychlosti evakuace osob
- Evakuace osob v dalších krizových situacích (teroristický útok, zemětřesení)

2.9.2 Havarijní plánování

Metoda BIM a nástroje s ní spojené řeší prevenci vzniku krizové situace, následně zvládání jejího průběhu a nakonec eliminaci ztrát při návratu do normálního stavu. Nejdůležitější součástí havarijního plánování je rychlý přístup k informacím o stavu a rozmístění havarijních systémů a dalším datům, které se využijí v problematice následujících bodů:

- Evidence PBZ (EPS, PER, kamery, požární uzávěry, hydranty, hasicí zařízení a jiné)
- Informace o umístění a obsahu skladů s nebezpečnými látkami
- EKV (elektronická kontrola vstupu)
- Plány evakuace a PO

- Únikové plány a informace o přístupových komunikacích
- Kontrola revizí bezpečnostních prvků
- Aktivní a reaktivní údržba bezpečnostních zařízení budov
- Přístup k technické dokumentaci jednotlivých zařízení a celého komplexu

2.9.3 Detekce chování osob

Informační model budovy dodává přesnější a aktuálnější data včetně informací o typu ploch a zařízení, které napomáhají k efektivnějším přístupům k detekci osob a určování nebezpečného chování. Pomocí softwarového řešení můžeme identifikovat nejrůznější objekty a rozpoznat jejich typ, dále lze odhalit jakýkoliv pohyb ve sledované zóně a také můžeme odhalit zvláštní či podezřelý pohyb osob (úrazy, postávání, nervózní změny směru).

Software pro takovéto detekce samozřejmě funguje i bez BIM a využívá systém kamer. Metoda BIM však tyto problematiky sdružuje a tím zpřesňuje vstupní data a využívá jeden zdroj informací.

Dalšími přínosy detekce je například odhalování podezřelého chování a přestupky automobilů (vychází z trajektorie pohybu vozidel). Dále detekování zneužití kamer, počítání objektů a statistiky, zabezpečení majetku. Lze provádět analýzy dopravních situací, marketingové průzkumy a pokročilé metody biometrické identifikace a dohledávání. [13]

2.10 Náklady spojené s BIM

Náklady spojené s BIM se objevují při rozhodnutí o implementaci, během implementace a při použití této metody. Počáteční náklady zahrnují:

- Školení personálu
- Ztrátu produktivity během školení
- Náklady na software
- Náklady na hardware
- Personální nároky

Většina počátečních nákladů se bude opakovat, protože organizace udržuje/aktualizuje software, hardware a bude nadále rozšiřovat využívání BIM. V průběhu času se ale počáteční náklady vracejí, protože interní procesy BIM jsou standardizovány a organizace pocítuje výhody z implementace BIM.

3 BIM A VÝSTUPY

3.1 Model terénu

Trojrozměrný digitální model terénu (dále jen DMT) je výsledkem prostorového měření lokality. DMT je reprezentací reálného povrchu simulovaný pomocí 3D modelu a skládá se z reálných prostorových naměřených dat a interpolačních metod. Tento model dále tvoří významnou část dokumentace zemních prací. Výsledný model má za úkol přiblížit grafickou prezentaci vybrané části světa.

Model terénu rozdělujeme do tří druhů:

- Digitální model reliéfu (DMR)

Model reliéfu reprezentuje zemský povrch v digitální formě a zaměřuje se na průběh topografických ploch. Generování probíhá z dat zaměřeného povrchu a za pomoci interpolačního algoritmu odvozuje výšky ostatních mezilehlých bodů. DMR má význam hlavně v problematikách aplikace GIS. Ze zaměřeného povrchu jsou odstraněny veškeré nadbytečné prvky, které s terénem nesouvisí, jako například zeleň a budovy.

- Digitální model povrchu (DMP)

Model povrchu reprezentuje věrnou kopii zaměřeného povrchu. Je konstruovaný pomocí automatických prostředků tak, že je průběh georeliéfu doplněn o všechny přírodní i umělé prvky, které můžeme na terénu najít. Využívá se k tomu například obrazová korelace ve fotogrametrii.

- Digitální výškový model

Digitální výškový model představuje nejsvrchnější objekt na zemském povrchu s využitím výhradně nadmořských výšek jednotlivých bodů.

3.1.1 Možnosti zaměření terénu

- Laserové skenování

Laserové skenování umožňuje zaměření velkého množství bodů za velmi krátkou dobu observace, avšak body zachovávají minimální rozestup. Pomocí laserscanningu dokážeme skenovat až 100 000 bodů za sekundu. Model je po

zaměření tvořen mračnem bodů, které je přeneseno do počítače a dále se zpracovává, identifikuje a vektorizuje.

Laserové skenování se může doplnit o další část a tou je snímkování digitální kamerou. Tyto dvě metody se propojí a fotografie tak obarví body v mračnu nebo se přenesou na stěny skenovaných objektů.

Toto skenování lze provádět několika způsoby. Statické pozemní skenování využívá statického skeneru, který má vysokou míru automatizace a výstupy lze pak využít pro mnoho úkonů včetně 3D vizualizace terénu užitečného pro BIM. Další metodou je mobilní pozemní skenování, které přináší oproti statické metodě mnoho výhod. Metoda mobilní pozemní využívá mobilní skener připevněný na vozidlo, který je opatřen několika senzory a rychlost při skenování může být mezi 80 až 120 km/h. Tato metoda je nejvíce vhodná pro skenování stávajícího terénu v rámci liniových staveb, kde by bylo měření statickou metodou velice časově náročné. Poslední metodou je letecké laserové skenování, kde se laserový skener umístí na létající stroj vybavený přesným přijímačem GPS a navigačním systémem. Využívá krátké laserové impulsy, které vysílá vysokou rychlostí pod různými úhly k zemskému povrchu a následně je zachytává citlivým detektorem. Letecké laserové skenování je možné využít pro dokumentování krajiny, památek a neznámých lokalit.

- **Letecká fotogrammetrie**

Fotogrammetrie zpracovává informace na fotografiích a díky tomu rekonstruuje tvary, rozměry a polohu předmětů. Fotogrammetrii rozlišujeme na leteckou, pozemní, blízkou a družicovou. Pro DTM se nejčastěji využívá letecká fotogrammetrie s metodou digitálního ortofota. Pro takovéto 3D zpracování musíme vyhotovit nejméně dva snímky, které se navzájem překrývají a měří se snímkové souřadnice bodu a horizontální paralaxa⁸.

3.1.2 Model terénu jako součást modelu stavby v BIM

Terén může být v terénu vymodelován pomocí metod zmíněných v předchozím článku na základě skutečných dat (vrstevnic nebo výškových bodů), může být vymodelován pomocí objemových prvků nebo lze model naznačit pouze

⁸ Horizontální paralaxa udává rozdíl snímkových souřadnic téhož bodu na levém a pravém snímku stereodvojice ve směru fotogrammetrické základny

v řezech. Jednu z těchto variant vybereme na základě účelu, kterému bude model sloužit.

Z hlediska práce s BIM modelem je vhodné vytvářet terén jako samostatný model v samostatném souboru. Poté co dostaneme terén do softwaru podporující BIM, můžeme ho dále upravovat, rozdělovat, tvořit stavební jámy nebo popisovat vrstevnice.

V projekčním softwaru Revit společnosti Autodesk lze terén vytvořit třemi způsoby. První možností je zadání terénu pomocí výškových bodů, tento způsob je vhodný pro tvorbu okolí staveb, u kterých není požadavek na přesnost s realitou (jednotlivým bodům jsou ručně zadávány výšky dle různých podkladů). Další možností je vytvoření modelu terénu pomocí souboru s vrstevnicemi vytvořeném v jiném softwaru, který je k takovému účelu uzpůsobený. Takovýto soubor může být vytvořený geodety například pomocí softwaru AutoCAD, může být ale složité se vyznat ve struktuře geodetických dat. Poslední možností je tvorba terénu s využitím textového souboru, který obsahuje souřadnice výškových bodů. Takovýto textový soubor může být například ve formátu typu CSV.

3.1.3 Model terénu Letiště Praha

Leteckým laserovým skenováním byl proveden sběr dat, která jsou uložena ve formě mračna bodů. Mračno bodů je, za pomoci speciálních výpočetních metod, očištěno od objektů, které nepředstavují terén (budovy, stromy, mosty, lampy, stožáry, ploty atd.). Mračno je znázorněno na Obr. 10.



Obr. 10 – Mračno bodů terénu [Archiv autora]

Dále se mračno bodů využívá takovým způsobem, který náleží následnému využití. Například může být nahráno do softwaru Civil 3D (nebo do obdobných softwarů jiných softwarových firem) a vytvoří se terén. Další možností je vytvoření terénu pomocí nástrojů typu Infracore, který slouží pro urbanistické plánování.

Následně je možné s terénem dále pracovat. V projekčních nástrojích slouží jako současný terén pro navrhování budov a úprav terénu. Vytvořený terén má další využití ve vizuálním plánování výstavby a rozvoje letiště. Pro tento účel je vhodné namapovat na terén ortofoto mapu, což lze provést například v již zmíněném softwaru Infracore. Terén s namapovanou ortofotomapou je znázorněn na Obr. 11.



Obr. 11 – Terén s ortofotomapou [Archiv autora]

3.2 Modely staveb

BIM model je digitální prezentace fyzické anebo funkční části projektované stavby ve strukturované formě (podobné struktuře podle ČSN EN ISO 16739). Může obsahovat grafické a technické či další negrafické údaje potřebné pro přípustné účely použití. Model je součástí projektové dokumentace BIM. [11 str. 81]

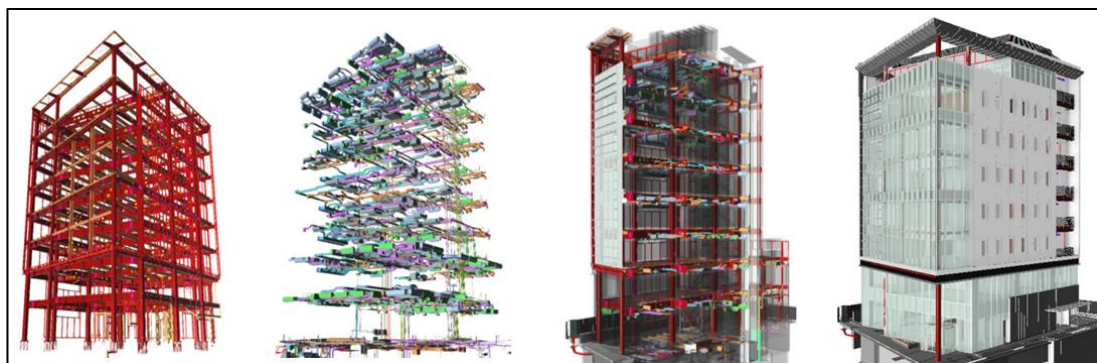
Pro BIM problematiku letišť lze modely staveb rozdělit do tří druhů, které se v rámci prostoru letiště mohou vyskytnout. Jedná se o modely pozemních staveb a modely staveb dopravní a technické infrastruktury.

3.2.1 Pozemní stavby

Model pozemní stavby je soubor digitálních informací, které jsou vzájemně propojeny. Obsahují jednotlivé 3D elementy, negrafická data a 2D grafické záznamy. Pozemní stavby jsou typické složením několika modelů dle profese. Základem je model architektonicko-stavební části a stavebně-konstrukční (statické) části, kterou je většinou pouze převedená nosná konstrukce pro potřeby statického výpočtu, nejedná se tedy o plnohodnotně využitelný samostatný model. Dalšími jsou modely technologických profesí, kterými jsou vzduchotechnika, elektroinstalace, zdravotnické instalace, plynovod a dále mohou být samostatnými modely některé specifické části konstrukce, jako například lehký obvodový plášť. Pozemní stavby obsahují největší množství na sebe navázaných modelů a největší počet jednotlivých

elementů a k nim navázaných negrafických informací. Modely se mohou naplno využít ve všech částech životního cyklu stavby od studie záměru přes realizaci a užívání, až po rekonstrukci a demolici.

Ukázka, jakým způsobem je projekt rozdělen na modely dle jednotlivých profesí, je znázorněn na Obr. 12.



Obr. 12 – Složení BIM z více modelů [14]

3.2.2 Stavby dopravní a technické infrastruktury

Stavby dopravní a stavby technické infrastruktury včetně podzemních objektů se modelují, obdobně jako pozemní stavby, jako samostatné modely dle technologických celků. Dopravní stavby je vhodné dělit na modely, které odpovídají skupinám ve vyhlášce o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb. Mohou to být: objekty přípravy staveniště, objekty pozemních komunikací, mostní objekty a zdi, vodohospodářské objekty, elektro a sdělovací objekty a další. Stavby technické infrastruktury včetně podzemních objektů (kolektory apod.) je vhodné dělit na jednotlivé modely dle profesí (stavební, vodovody, kanalizace atd.).

Takovéto stavby se zpravidla projektují v jiných softwarech než stavby pozemní, a to v takových, které jsou k tomu určeny. Například stavby pozemních komunikací nebo železnic je možné navrhovat v programech Autodesk Civil 3D, Bentley MicroStation nebo v obdobách jiných softwarových firem. Ovšem některé části těchto projektů je vhodnější modelovat v softwarech určených pro pozemní stavby, a tak ve výsledku vzniká koordinační model složený z několika modelů z různých softwarů. Typickým příkladem mohou být kolektory, tunely, části mostů nebo opěrné zdi.

3.3 Databáze

BIM obsahuje kromě 3D modelů také databázi negrafických dat, kterými jsou negrafické informace prvků a další připojené dokumenty.

3.3.1 Negrafické informace modelu

Negrafické informace prvků jsou tvořeny a vkládány do modelu v rámci projektování, tedy vytváření 3D modelu. Dále je možné vkládat informace do databáze prostřednictvím CAFM softwaru. (problematika BIM ve facility managementu jsou uvedeny v kapitole 2.8). Negrafická data lze exportovat do tabulkových procesorů, databázových programů nebo do již zmíněných softwarů pro podporu facility managementu.

3.3.2 Připojené dokumenty

Součástí databáze BIM projektu jsou další specifické informace, které jsou obsaženy v datově uspořádaných XLS tabulkách, které musí mít vazbu na jednoznačné kódové značení elementů stavby.

Dále jsou součástí databáze BIM projektu provozní dokumenty. Jedná se o 2D výkresy (např. detaily), schémata, technické zprávy, revize, předávací protokoly a další dokumenty související se stavbou. Tyto součásti projektu musí být vedeny v elektronické podobě a soubory musí mít jednoznačný kódový název, aby bylo možné provázat dokumenty s jednotlivými elementy stavby pomocí odkazu.

Dokumenty, které nejsou součástí jednotlivých BIM modelů:

- Technické zprávy
- 2D výkresy detailů
- 2D dokumentace profesí, které nelze modelovat 3D
- Technická schémata
- Geodetická dokumentace
- Geometrické plány
- Vyjádření, stanoviska a rozhodnutí DOSS
- Technické listy
- Provozní revize
- Manuály k zařízení
- Záruční listy

- Certifikáty
- Revizní a zkušební protokoly
- Vzorkovací protokoly
- Schvalovací protokoly
- Návod k použití
- Provozní řady
- Montážní návody
- Manuál budovy

3.3.3 Fotodokumentace

Stejně tak jako připojené dokumenty bude součástí projektu také fotodokumentace, která se řídí obdobnými pravidly. Fotografie pořízené například při realizaci stavby bude uložena s takovým pojmenováním, které dodržuje předem danou strukturu pojmenování tak, aby se fotografie daly filtrovat, vyhledávat a připojovat k prvkům modelu. Při pořizování fotografie lze zaznamenat polohu a směr.

V průběhu projektu se zaznamenávají fotografie následujícího charakteru:

- Připomínky při realizaci
- Údržba
- Detaily pro rekonstrukci

3.3.4 Ekonomická data

Pomocí metody BIM lze získat podrobný a přesný výkaz výměr, který bude sloužit pro následné rozpočtování stavby. Lze ho z modelu exportovat různými způsoby a v různých formátech. Díky tomu lze přesněji určit náklady na realizaci v průběhu plánování a ve fázi realizace lze získat objektivní data o skutečné prostavěnosti sloužící pro finanční otázky realizace díla.

Dalším podkladem, který je součástí procesu BIM, je kompletní harmonogram čerpání finančních prostředků během výstavby.

3.3.5 Časové informace

Jako součást výstupu projektanta lze požadovat harmonogram výstavby, který lze vizualizovat ve 4D simulaci. Využívá se zde 3D modelu a harmonogramu a díky

propojení vzniká přehledný průběh výstavby celé stavby nebo technologicky náročné části.

Výstupy 4D vizualizace mohou být ve formátech softwarů určených k této problematice, jako například Navisworks od firmy Autodesk, nebo může být výstup předán pouze jako video.

4 RIZIKA IMPLEMENTACE

4.1 Rizika v projekční a realizační fázi

- Absence standardu negrafických informací

Pokud si objednatel projektové dokumentace zpracovávané metodou BIM nedefinuje informační podrobnost modelu, tedy nevytvoří datový standard, bude model, s největší pravděpodobností, zpracován v nízké podrobnosti a tím se stane neefektivní pro další nakládání s ním. Pokud se absence datového standardu řeší konzultacemi s projektantem v průběhu vypracování PD, vzniká riziko, že budou v modelu data, která nevyplývají z potřeb objednatele. Projektant nemůže svými zkušenostmi plně nahradit průzkum potřeb jednotlivých profesí, jejichž zařízení jsou následně spravována vlastníkem letiště.

- Absence technických požadavků

Technické požadavky na zpracování modelu by měly být součástí dokumentu Informační požadavky. Pokud nejsou technické požadavky stanoveny, nejsou specifikovány náležitosti týkající se požadavků modelování. Rizikem může být například nevhodné členění modelů dle profesí a s tím spojené značení modelů (vhodné pro vyhledávání). Dále budou chybět požadavky na dělení pater a další obdobné technické náležitosti, které usnadňují spravování modelu v následujících fázích.

- Obtížná kontrola správnosti a kompletnosti dat

Informační model je třeba při odevzdání kontrolovat. Jedná se o kontrolu zejména naplněnosti dat. Negrafické informace, které definujeme v datovém standardu, je nutné ověřit, zda v modelu existují a také zda jsou vyplněny ve správném formátu. Bez odborné znalosti práce s modelem a informacemi v něm je velice obtížné takovou kontrolu provést a tím vzniká riziko, že dodaný model bude vykazovat řadu chyb a nekompletností, které se mohou projevit v pozdějších fázích projektu.

- Nekompatibilní formáty a platformy

Problematika formátů a nástrojů je blíže popsána v kapitole 1.8.

- Absence LOD – grafická podrobnost

Z hlediska grafické podrobnosti vznikají dvě rizika. Buď bude grafická podrobnost modelu příliš nízká nebo naopak vysoká. Obě tyto varianty mohou být kritické při dalším nakládání s modelem. Nízká grafická podrobnost může mít za následek nevyřešení některých detailů nebo nevytvoření 2D dokumentace z modelu a příliš vysoká podrobnost zase vytváří nepřiměřené nároky na výkon informační techniky a na velikost prostoru úložiště.

- Nevhodně nastavený BIM protokol, případně jeho absence

BIM protokol je důležitou součástí smluvního vztahu mezi objednatelem a dodavatelem. Pokud bude vypracován nekvalitně, hrozí riziko, že nebudou správně definovány role a jejich povinnosti a pravomoci, nebo nebude pochopeno zadání požadovaného informačního modelu (formáty, výstupy, komunikace).

- Ztráta dat

Riziko ztráty dat je blíže přiblíženo v kapitole 4.3.

- Nespecifikovaná autorská a vlastnická práva

Pokud nespecifikujeme autorská a vlastnická práva, mohou vzniknout komplikace například při vymáhání nároku na model včetně všech prvků a informací v něm obsažených.

- Absence BIM koordinátora

BIM koordinátor, myšleno na straně objednatele, je osobou, která přebírá odpovědnost za technické náležitosti z hlediska nových softwarových BIM procesů. Jeho absence je tedy vyloučena, a to proto, že by objednatel neměl kontrolu nad dodávanými daty, nemohl by provádět kontrolu obsahu apod.

- Absence dokumentu BEP

Riziko spojené s absencí dokumentu BEP spočívá v nejasném definování nebo nepochopení informačních požadavků či jiných dokumentů souvisejících s BIM projektem. Vzhledem k faktu, že BEP je odpověď dodavatele projektové dokumentace a také dodavatele realizace díla na požadavky objednatele, vzniká zde rizika nevyjasnění zadání a cílů mezi oběma stranami. Bez tohoto dokumentu je vysoká pravděpodobnost vzniku modelu, který nebude odpovídat představám

objednatel, anebo může vzniknout problém s nevyjasněním odpovědností členů projektového týmu za předávání dat.

- Nevhodně nastavené požadavky na ukládání a předávání dat

BIM protokol a Informační požadavky dále definují, jakým způsobem budou předávána data mezi objednatelem a dodavatelem. Jedná se o problematiku CDE, u které musí být jasně popsány a vysvětleny procesy definující datový tok. Jejich chybné nastavení může způsobit problémy při průběžné kontrole, připomínkování (nebo průběžné připomínkování úplně vyloučit), archivaci apod. V požadavcích na předávání dat je mimo jiné definována frekvence publikování projektované dokumentace.

- Nedostatečná nebo chybějící specifikace systému kontroly

V požadavcích objednatele je vhodné neopomenout specifikaci systému kontroly. Lze definovat, jakým způsobem bude dodavatel odevzdávat výkaz kolizí a vad modelu i v průběhu projektování. Pokud tyto požadavky nevzniknou, anebo vzniknou s nedostatečným definováním, může to přinést objednateli větší nároky na personální kapacitu.

- Absence šablon

Informační protokol a Datový standard jasně definují technické požadavky na tvorbu modelu. Tvorba šablon však může výrazně snížit chybovost a zvýšit efektivnost při provádění kontrol. Jedná se například o šablony určené pro specializované softwary, kterými mohou být šablony parametrů (sady parametrů nebo sdílené parametry modelu), šablony pro grafické zobrazení profesí, šablony pro filtrování dle klasifikace nebo šablona dokumentu BEP.

- Propojení přidružených modelů neodpovídá souřadnému systému

V případě, že model nebude usazen v souřadném systému (definováno v informačních požadavcích), nastává problém s následnou koordinací jednotlivých profesí. Nelze jednotlivé modely prohlížet současně a například při práci v CDE tím vzniká riziko nefunkčnosti některých funkcionalit. Dále může vzniknout riziko nepřesného osazení do prostředí širších souvislostí, jako třeba při propojení do GIS rozhraní. Dále je zde, v případě nesprávného osazení do souřadného systému, nemožnost propojit do modelu mračno bodů, jako výsledek laserového skenování.

- Moc podrobné objekty v modelu (overmodelling)

Takzvané přemodelování vzniká, pokud jsou jednotlivé prvky modelu vytvořeny s příliš velkou přesností a jsou složeny z mnoha částí (ploch, objemů). Pokud je model složený z takovýchto prvků, je zde velké riziko, že vzniknou vysoké nároky na výkon výpočetní techniky, a to až do takové míry, která úplně znemožní následnou práci s modelem ve všech fázích projektu. Následná oprava, která spočívá v nahrazování novými prvky, vyžaduje vysoké náklady s ní spojené a také nemalé nároky na časovou a personální kapacitu.

- Absence klasifikačního systému

Bez předem definovaného klasifikačního systému nastává později problém s tříděním a agregací jednotlivých položek modelu. V oceňování staveb se zpravidla na velkou část produkce klasifikační systémy používají. Pro metodu BIM není žádný takovýto systém ustálený, avšak je nezbytný. Pokud se tedy obě strany (objednatel a dodavatel) nedohodnou na jednotném klasifikačním systému, není zajištěno logické členění všech prvků a nelze pak stanovit cenový odhad, případně rozpočet.

- Absence BIM knihovny prvků

V pokročilém stádiu implementace metody BIM se stane důležitou součástí projektování knihovna prvků. Knihovny prvků by měli vycházet ze strany objednatele, který ji vytvoří na základě úspěšně absolvovaných projektů v metodě BIM. Jejich absence v době, kdy je v BIM projektováno více staveb, může přinést konflikt takový, že stejný prvek bude, v různých projektech projektovaných odlišnými projektanty, vypadat odlišně.

- Nepotřebná data v modelu

Zanedbání povinnosti vytvořit kvalitní Datový standard vede k riziku, že budou modely obsahovat přebytečná data. Takováto data budou muset být, v průběhu životnosti stavby, spravována (udržována aktuální) i přesto, že nebudou využívána. To vede ke zvýšení nákladů, které nepřináší žádný prospěch.

4.2 Rizika systému řízení organizace

Příklady rizik, které vedou k negativním výsledkům v případě implementace metody BIM, je celá řada, avšak není známa pravděpodobnost vzniku a míra následků. Toto je způsobeno faktem, že organizace tato negativa tají z obchodních

důvodů a nechtějí upozorňovat na chyby ve vlastním systému řízení. Je proto složité popsat jednotlivá rizika včetně jejich důsledků, ale můžeme si představit jejich výčet. Rizika, obdobně jako u výčtu rizik v projekční a realizační fázi, mohou napomoci při implementaci tím, že organizace provede maximální opatření k jejich eliminaci.

Jako u přínosů implementace vytváříme analýzu benefitů a návratnosti, je stejně vhodné sestavit i pro rizika analýzu následků. Z předešlého odstavce je patrné, že nelze analýzu sestavit z dosud získaných veřejných zkušeností, ale je třeba analyzovat rizika na základě fungování organizace a definovat dopady na konkrétní systémové procesy. Na rizika, související se systémem řízení organizace, je nutné klást zřetel, protože mohou negativně ovlivnit nejen samotnou implementaci BIM, ale jejich následky mohou v určitých případech ovlivnit i fungování podniku.

Výčet rizik vhodných k analýze je následující:

- Nepochopení problematiky BIM
- Nekvalifikovaní pracovníci
- Chybně nastavené potřeby účastníků
- Nepřijetí automatizace procesů v organizaci
- Nepřijetí změn způsobu práce
- Nevyužití požadovaných dat
- Neschopnost udržovat požadovaná data aktuální
- Absence softwarových nástrojů
- Neznalost použitelných metod
- Nspecifikované cíle a užití projektu
- Nspecifikované nebo nevhodně nastavené cíle implementace
- Nevhodná organizace projektového týmu BIM
- Neprovádění nebo nevhodné provádění měření přínosů
- Nezahrnutí všech budoucích účastníků metody BIM do procesu
- Nedostatečná IT podpora
- Vysoké náklady na pořízení softwaru a hardwaru
- Vysoké náklady na školení
- Nezahrnutí metody BIM do interních standardů a obchodních podmínek
- Problematické pojištění
- Znehodnocení dat neodbornou manipulací

- Nevhodně nastavené role a pravomoci
- Nenastavení šablon pro převod mezi DSPS a FM

4.3 Kyberbezpečnost

Kyber zabezpečení ovlivňuje jak technologické, tak i procesní prvky BIM. Očekává se, že informace budou aktualizovány se změnami v životním cyklu aktiva a že údaje o výkonu a využití budou přidány do modelů. Aby BIM usnadnila spolupráci, předpokládá využití společného datového prostředí. Kyberbezpečnost je více než o technologii, zahrnuje otázky lidí, procesů a řízení a jejich vzájemné vztahy. Vzhledem k tomu, že BIM zahrnuje komplexní interakci mezi řízením, lidmi, procesem a technologií, je důležité, aby všichni účastníci zapojení do projektu BIM pochopili důsledky kybernetické bezpečnosti.

Pro porozumění problematiky je vhodné rozlišovat dva následující pojmy:

- "kybernetické prostředí", které zahrnuje efektivně propojené sítě elektronických, počítačových a bezdrátových systémů; a
- "organizace a prostředky uživatelů", které zahrnují propojená výpočetní zařízení, personál, infrastrukturu, aplikace, služby, telekomunikační systémy a veškeré přenášené, zpracované a/nebo uložené údaje a informace v kybernetickém prostředí.

Kyber prostředí tedy zahrnuje internet, telekomunikační sítě, počítačové systémy, vestavěné procesory a řídicí systémy a širokou škálu snímačů, paměťových a řídicích zařízení. Přestože výše uvedená definice kybernetického prostředí se vztahuje pouze na systémy, zahrnuje také informace, služby, spolupráci a obchodní funkce, které existují pouze v kybernetickém prostoru. Zkušenost ukazuje, že jsou ohroženy i samostatné systémy a izolované sítě, a to jak z útoků uživatelů se zlými úmysly, tak i ze zavedení škodlivého softwaru prostřednictvím vyměnitelných médií nebo zařízení pro ukládání informací. Rozsáhlé používání internetu a e-mailu již změnilo způsob, jakým fungují organizace. Při implementaci BIM bude stavební průmysl více využívat tyto technologie k podpoře spolupráce a výměny informací. Proto musí pochopit, jak chránit své informace a operace v kybernetickém prostoru. Tato ochrana klíčových informací modelů, včetně plánů, obchodních případů, návrhů, výběrových specifikací, finančních modelů a smluv, je zásadní pro udržení udržitelného a konkurenceschopného podnikání.

Obecně můžeme definovat následující bezpečnostní cíle:

- Důvěrnost, včetně kontroly a povolování přístupu k informacím nebo údajům;
- Integrita, která zahrnuje důvěryhodný provoz elektronických a počítačově založených systémů, jejich software, veškeré přidružené obchodní procesy, záruku a pravost údajů nebo informací, platnost a zachování transakcí včetně jejich ověřování a neodvratnosti;
- Dostupnost dat, informací, systémů a procesů potřebných pro bezpečný a spolehlivý návrh, dodávku a provoz budovy nebo zařízení. To zahrnuje jak spolehlivost, tak odolnost, tj. potřebu zvládnout a zotavit se z řady chyb.

Bezpečnostní hrozby ovlivňují CDE a všechny systémy, které se k němu připojují.

Budou potenciálně pocházet ze tří skupin:

- Externí hrozby
- Interní hrozby
- Systémové chyby a chyby v podnikání

Externí hrozby jsou způsobeny lidmi škodícími z venčí, kteří nejsou spojeni s budovou nebo strukturou a profesemi, které se podílejí na jeho návrhu, dodávce nebo provozu. Bude se jednat o teroristy a zločince, kteří hledají přístup k údajům BIM pro průzkumné účely, např. při plánování teroristických útoků nebo zločinů od konkurentů a hackerů, kteří se snaží ukrást duševní vlastnictví, získat neoprávněný přístup k systémům a proniknout nebo zveřejnit citlivé důvěrné informace.

Interní hrozbou jsou zasvěcení, tj. osoby spojené s budovou nebo strukturou a odborníci, kteří se podílejí na jeho návrhu, dodávce nebo provozu. Škodlivý zasvěcený uživatel může zneužívat svůj privilegovaný nebo oprávněný přístup k údajům BIM, např. k odcizení nebo úniku citlivých komerčních dat, poškození dat BIM nebo narušení provozu.

Neškodný zasvěcenec může prostřednictvím chyb, opomenutí, nevědomosti nebo nedbalosti způsobit bezpečnostní incident, např. chyby operátora nebo uživatele mohou vést k poškození nebo ztrátě dat BIM a ovlivnit pokrok během fáze návrhu a výstavby nebo podkopat monitorování výkonu během provozní fáze.

Systémové chyby a chyby podnikání mohou vzniknout z řady příčin. Jednou z příčin je příroda, kterou v našich zeměpisných podmínkách může představovat

například povodeň, požár nebo jiné meteorologické narušení, což má za následek selhání nebo značné poškození systémů používaných k ukládání, zpracování nebo správě údajů BIM. Další příčinou je selhání systémů, např. selhání paměťových zařízení vedoucí ke zničení nebo zneprístupnění kritických systémů používaných k ukládání, zpracování nebo správě dat BIM špatnou údržbou nebo nedostatečnou odolností při podpoře IT infrastruktury. Možnou příčinou jsou také bankroty a selhání podniku, které mají vliv na dostupnost nebo přístup k datům BIM nebo k systémům používaným k ukládání, zpracování nebo správě dat BIM.

Požadovaná úroveň ochrany kybernetické bezpečnosti bude záviset na hrozbách a rizicích, které budou následně ovlivněny řadou faktorů, včetně:

- Umístění budovy nebo zařízení
- Profilu a atraktivity cíle útoku
- Povahy útočníků/uživatelů
- Organizace, které potřebují přístup k údajům BIM
- Složitosti a kritičnosti stavebních systémů
- Stupně/úrovně integrace systémů a konvergence připojení stavebních systémů k systémům mimo budovu

Posouzení hrozeb bude třeba rozvíjet a aktualizovat v celém životním cyklu budovy s přihlédnutím ke změnám v příslušných faktorech. Posouzení hrozeb bude řídit potřebu konkrétních bezpečnostních politik, procesů a technických řešení. [15]

4.3.1 Důvěrnost

Z hlediska důvěrnosti může mít slabá kybernetická bezpečnost řadu dopadů:

- Kompromitování obchodní důvěryhodnosti výběrového řízení. To může znevýhodnit organizaci nebo skupinu organizací, které se ucházejí o projekt. Riziko se zvýší, jelikož více organizací přispívá nebo má přístup k modelu během fáze nabídkového řízení projektu.
- Zveřejnění informací o uspořádání budov a jejich využití během procesu územního plánování a schvalování. Může k tomu dojít, pokud je poskytnut přístup k detailním modelům nebo plánům, které obsahují informace o přidělení a použití prostoru.
- Zneužití zabezpečení budov, poté co je nasazen, prostřednictvím neoprávněných osob získajících přístup k informacím BIM. Například

jednotlivec může být schopen provést nepřátelské průzkumy, aniž by musel navštívit místo nebo získat vstup do zařízení zkoumáním informačních modelů a dat o bezpečnostních prvcích a poplachových systémech.

- Ztráta nebo krádež cenného duševního vlastnictví (IP). Adresa IP může být součástí podrobného návrhu nebo může být obsažena v elektronických dokumentech a informacích uložených v informačních modelech. V těchto dokumentech mohou být například informace o nových konstrukčních technikách, podrobných výpočtech vyžadujících odborné znalosti nebo o návrhu vlastnických systémů.

4.3.2 Integrita

Z hlediska integrity je klíčovým problémem zachování integrity modelů a všech souvisejících objektů a dat. Na velkém stavebním projektu mohou být tisíce lidí, kteří potřebují přístup k informacím BIM.

Z hlediska integrity je důležité zvážit možný dopad škodlivého kódu. Byly identifikovány dvě instance malwaru zaměřené na softwarovou platformu BIM. Zdá se, že malware usnadňuje krádež práv duševního vlastnictví nebo poskytuje funkčnost trojských koní, tj. umožňuje vzdálený neoprávněný přístup k počítači nebo síti. Pokud by měl malware funkci výkupného, schopnost zachovat integritu údajů BIM by se stala obchodním kritickým problémem.

5 KROKY IMPLEMENTACE

Fáze implementace začíná poté, co se organizace rozhodne používat BIM. Úvodní implementace však nevede k plné podpoře ze strany zúčastněných stran v rámci organizace. Pro začátek je vhodné začít informační kampaní napříč firmou a zajistit tak prostředí pro účinnou implementaci této změny (BIM). Je nezbytné ve firmě objasnit smysl, cíle a benefity, které tato změna přináší. Poté je dobré začít s určitou technologií, kterou může být například 3D laserové skenování a s touto technologií spojené užití BIM (např. model současného stavu budovy). Implementace může být také zahájena pro konkrétní obchodní procesy (např. správa majetku) nebo pro funkční oblasti (např. údržba zařízení) v rámci organizace. Přijetí BIM může být zaměřeno na projekty v závislosti na strategii, může to být odhadování nákladů, strategické plánování rozvoje a výstavby nebo asset management.

Strategie přijetí metody BIM řeší migraci z tradičních obchodních procesů do procesů BIM metodickým způsobem, který zohledňuje jak interní, tak externí zúčastněné strany, kterých se implementace týká. Podrobný plán implementace zahrnuje měřitelné cíle, které přidávají hodnotu, například snížení nákladů během životního cyklu.

Celková implementace BIM může trvat od jednoho do deseti let. Dále jsou uvedeny aktivity a přidružené úkony, které podporují úspěšné plánování implementace.

Zřízení implementačního týmu:

- Určení členů implementačního týmu
- Stanovení rolí a odpovědností
- Zapojení konzultanta, aby pomohl při implementaci

Navržení integrovaných procesů:

- Dokumentování organizační struktury
- Dokumentování aktuálních procesů
- Identifikace a návrh cílových procesů
- Formování jasných úkonů pro přechod
- Vytvoření celkového plánu přechodu pro organizaci

Požadavky na model a negrafická data:

- Definování požadavků na vlastnictví modelů (právní smluvní aspekty)
- Určení potřebných informací
- Definování struktury rozdělení prvků modelu (klasifikační systém)
- Určení potřeby modelu
- Určení úrovně podrobnosti
- Určení potřeby zařízení
- Seskupení informací dle potřeb organizace

Definování potřebného vybavení:

- Výběr softwaru
- Výběr hardwaru

Vzdělávání a odborná příprava:

- Vytvoření vzdělávacího programu
- Vypracování strategie odborné přípravy

Při implementaci metody BIM se mohou objevit některé překážky. Všechny tyto problémy jsou neodmyslitelné pro posun paradigmatu související s nově vznikajícím technologicky náročným přístupem této metody. Dále jsou uvedeny některé z těchto překážek, které jsou přičítány přijetí BIM.

- Nedostatek organizační připravenosti ke změně
- Nedostatek podpory vedení
- Nedostatek zkušeností a odbornosti
- Nedostatečná interoperabilita systému
- Nedostatek průmyslových standardů
- Legislativní problémy
- Nadměrná byrokracie
- Vrstvení historických systémů

Dále navazující podkapitoly definují cíle při implementaci BIM konkrétní společnosti Letiště Praha, a.s. Dále jsou zde zpracovány postupy pro úspěšné plnění stanovených cílů přizpůsobené prostředí letiště. Seznam těchto cílů a jejich postupy řešení mohou sloužit jako osnova při zavádění metody BIM pro letiště o velikosti do 20 milionů odbavených cestujících za rok. Letiště s vyšší kapacitou disponují

většinou mnohem větší infrastrukturou co do složitosti budov i procesů v nich probíhajících. Tento postup zavádění lze také využít pro některé druhy společností, které disponují větším počtem budov ve vlastnictví.

5.1 Určení horizontu benefitů a užití BIM

Poté co je zřízen implementační tým je dalším krokem definování cílů a užití, na základě kterých určíme horizont benefitů. Určení horizontu benefitů je důležitý počin pro získání podpory z řad vysokého managementu organizace, ale může to být velice složité, protože mnoho cílů má reálný finanční přínos například v horizontu deseti a více let. Uvědomíme-li si však, že benefity nemusí být vždy formou finančních přínosů nebo ušetření nákladů, jsme schopni určit horizont poměrně přesně, a to na základě harmonogramů plánovaných projektů zpracovávaných metodou BIM.

Vhodným krokem je také vytvoření matice užití BIM, která zahrnuje všechny způsoby užití, a k nim přiřazujeme hodnoty dle užitečnosti pro každou fázi, ve které bude užito. Dále určíme počet výskytů, průměr proveditelnosti a užitečnosti. Na základě těchto dat vypočteme celkový užitek daného užití. Na základě takovéto tabulky jsme schopni odhadnout, jaké užití a s ním související cíle chceme v rámci projektů uplatňovat.

5.2 Personální a technické požadavky

Implementátor nebo implementační tým, který je určený již v začátcích, nemusí být dostatečný do samotné realizace BIM projektů. Proto si musíme definovat požadavky personálního zajištění na základě množství plánovaných projektů. BIM tým bude nejenom tvořit zadávací dokumenty a definovat cíle BIM, ale hlavně se bude následně starat o všechny BIM projekty, bude školit a seznamovat zaměstnance s metodou BIM napříč společnostmi atd.

BIM tým by měl mít určené členy, kteří budou zastávat role implementátora, technické podpory, manažery BIM, koordinátory BIM projektů, odborníka na správu majetku a zástupce projektového managementu staveb a cenových manažerů.

Zároveň s určením personálních požadavků přicházejí také nové technické požadavky. Jedná se o zajištění softwaru a hardwaru tak, aby byl BIM tým schopen vykonávat své úkoly. Kvalitní hardwarové vybavení je základním předpokladem pro úspěšné koordinování rozsáhlých projektů a využívání získaných dat k analýzám

apod. Ovšem i nejvýkonnější hardwarové sestavy se neobejdou bez funkčních softwarových nástrojů. V raných fázích implementace rozhoduje implementátor o používaných platformách včetně konkrétních nástrojů, které se budou využívat. Na základě toho se musí stanovit především finanční náročnost nákupu softwarových licencí a také se musí brát v úvahu náklady na podporu a odborná školení ze strany softwarových poskytovatelů

Kromě výkonných počítačových sestav nebo notebooků naplněných nejlepšími softwarovými nástroji musíme uvažovat i hardwarové vybavení pro zaměstnance, kteří nebudou vykonávat specializované BIM pozice, ale přesto se s touto novou metodo dostanou do častého kontaktu. Jedná se například o projektové manažery staveb, kteří by měli být vybaveni tablety a smartphony.

Všechny tyto personální a technické požadavky vychází z cílů implementace BIM a také z vybraných užití konkrétních plánovaných projektů. Bez kvalitní personální, hardwarové a softwarové podpory nelze realizovat většina z cílů a užití.

5.3 Blízké cíle


5.3.1 Vytvoření zadávacích dokumentů

Poté co si organizace definuje cíle a užití BIM, je nezbytné vytvořit množství dokumentů, šablon a příloh, na základě kterých budou BIM projekty podle našich představ. Mezi tyto dokumenty patří již zmíněný BIM protokol, Informační požadavky, Datový standard, číselníky, šablony sad parametrů, značení profesí, tabulky cílů a užití. Dále je u těchto dokumentů nutno rozlišovat, pro které projekty jsou vytvářeny, protože se mohou lišit například projekty pozemních staveb od projektů staveb dopravních.

Nejnáročnější je vytvoření Datového standardu, který nám definuje množství, podrobnost a přesné názvosloví parametrů náležitých prvkům v modelu. Ve světě existuje několik standardů zabývajících se negrafickými informacemi, ale pro naše prostředí jsou nevhodné nebo příliš podrobné. Mezi nejznámější zahraniční datový standard patří matice negrafických informací spadající do australského standardu NATSPEC, který je znázorněn na Obr. 13. V České republice se CzBIM snaží o vytvoření kompletního standardu SNIM⁹, který bude přizpůsobený českým podmínkám a použitelný mezi všemi nástroji pro tvorbu modelu. Bohužel není

⁹ Standard negrafických informací 3D modelu vytvoření Odbornou radou pro BIM CzBIM

v současné době zpracován na takové úrovni, aby mohl být bez úprav převzat a použit pro zadání projektu.

Wall- Exterior		BIM Object or Element
	Item Category - Wall Exterior	
	Description: A 2D and 3D element. A vertical surface element often attributed to the building envelope. An exterior wall shall prevent the intrusion of the elements. An exterior wall may be a structural or non-structural element.	
Level of Development AIA Document E202 - 2008 Developed by Graphisoft 2001	Information Category for Information Item (See Master Information Tab)	Information Item (information about the specific object or element)
LOD 100 - Conceptual		
Overall Building Massing Indicative of Area, Height, Volume, Location, and Orientation.	Building Program & Project Meta Data	Facility ID
	Building Program & Project Meta Data	Facility Name
	Building Program & Project Meta Data	Facility Description
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Length
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Width
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Height
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Area
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Volume
	GeoSpatial and Spatial Location of Objects &	Position Type
	GeoSpatial and Spatial Location of Objects &	Location Constraint
	GeoSpatial and Spatial Location of Objects &	Code Constraint
	Costing Requirements	Conceptual Cost
	Costing Requirements	Conceptual Unit Cost
	Costing Requirements	Future Cost Assumptions
	Energy Analysis Requirements	Energy Performance Basis
Sustainable Material LEED or Other Requirements	Green Assumptions	
Sustainable Material LEED or Other Requirements	Green Strategies	
Sustainable Material LEED or Other Requirements	LEED Initiatives Bronze, Silver, Gold	
Phases Time Sequencing & Schedule	Phasing (OmniClass Table -32)	
Phases Time Sequencing & Schedule	Overall Duration	
LOD 200-Approximate Geometry		
Generalized Systems or Assemblies with Approximate Quantities, Size, Shape, Location, , and Orientation.	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Length
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Width
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Height
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Area
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Volume
Physical Properties of BIM Objects & Elements	Maximum Size	

Obr. 13 – Matice negrafických informací NATSPEC [16]

Vzhledem k této skutečnosti je vhodné vytvořit takovýto standard, který bude odpovídat prostředí organizace investora a splní svým nastavením cíle, které si organizace klade za cíl. Prostředí letiště je velmi komplikované z hlediska provozování, tedy i facility managementu. Letiště Praha, a.s. má hned několik organizačních jednotek, které se starají o chod a fungování letiště z pohledu správy budov a jsou těsnými partnery při přípravě, realizaci a provozování dokončených projektů.

Jednou z organizačních jednotek je:

- FSB – Facility služby a správa budov
 - PHM – Pohonné hmoty
 - SVP – Správa vozidel a mechanizačních prostředků
 - TSN – Technická správa nemovitostí

Dále je zde organizační jednotka:

- SET – Správa energetiky a technologií
 - BHS – Třídírna zavazadel
 - ENE – Elektroenergetika a energie
 - ENG – Energoprovoz
 - ESY – Elektronické systémy

Mezi další organizační jednotky, které provozují nějaká technologická zařízení, nebo jinak zasahují do problematiky standardu BIM modelu, můžeme zařadit:

- ICT – Informační a komunikační technologie
 - INV – Investice
 - PMS – Projektový management staveb
 - RIP – Řízení investiční přípravy
- RZN – Rozvojové projekty a nemovitosti
- PV – Právní věci
- ZPR – Ochrana životního prostředí
- BZP – Oblast bezpečnosti
 - BEK – Bezpečnostní kontrola
 - HZS – Hasičský záchranný sbor
 - IBE – Informační bezpečnost
 - OLE – Ostraha letišť
 - SSB – Strategie a správa bezpečnosti

Vzhledem ke složitosti řízení celého komplexu budov je jasné, že požadavky nebudou vycházet z jednoho zdroje, ale je třeba informace dostávat ve spolupráci se všemi organizačními jednotkami, kterých se BIM modelování v současnosti, ale i v budoucnu, týká. Výstupem spolupráce je více či méně kvalitně zpracovaný seznam parametrů nejrůznějších prvků, které se v modelech objeví. Je nutné

definovat všechny prvky s podrobností dokumentace skutečného provedení tak, aby byl model efektivně použitelný do následného provozování budovy.

Je důležité podotknout, že spolupráce implementačního týmu s ostatními složkami organizace je mnohdy složitá a nemusí se setkat s pochopením z řad pracovníků. Tvorbě standardu tedy předchází osvěta v problematice BIM, která je důležitá k pochopení problematiky a teprve díky ní je možné standard vytvořit správně.

V případě implementace v prostředí Letiště Praha se začalo s organizačními jednotkami ENE, ENG, ESY, TSN, PMS a ICT. Vznikl prvotní výčet parametrů, který odpovídá požadavkům údržby, ale také obsahuje potřebná data pro provádění staveb. Seznam prvků a k nim přiřazených parametrů je znázorněn na Obr. 14.

Regulační klapky						
ID Atributu	Revit název	Popis atributu	Datový typ	Jednotka	Číselník	Příklad
Základní informace						
1	FID					
2	Číslo objektu	Přebírat číslo objektu z informací o projektu	TEXT			
3	Číslo místnosti		TEXT			114
4	Podlaží		TEXT			1.NP
5	Profese	Výběr ze seznamu - číselník profesí	TEXT			
6	Technologický celek	Výběr ze seznamu - číselník technologických celků	TEXT			VZT 8.1
Technické informace						
	Typ		TEXT			
	Rozměr		TEXT	mm		
	Těsnost	Těsnost klapky - TĚSNÁ / NETĚSNÁ	TEXT			těsná
	Materiál		TEXT			
	Typ pohonu		TEXT			ruční, elektro
	Stupeň nastavení		TEXT			
	Projektovaný průtok		ČÍSLO	m ³ /h		
	Popis větve		TEXT			
	Signalizace - lokace rozváděče MaR	Formát (objekt, patro, č.m.)	TEXT			T2, 2.NP, č.m.203 - Rozvodna NN
	Signalizace - označení rozváděče MaR	Značení dle Letiště Praha	TEXT			
	Napájení - lokace rozváděče ENE	Formát (objekt, patro, č.m.)	TEXT			T2, 2.NP, č.m.203 - Rozvodna NN
	Napájení - označení rozváděče ENE	Značení dle Letiště Praha	TEXT			
FM informace						
	Výrobce		TEXT			Seefy
	Typové označení	Označení výrobku podle výrobce	TEXT			Vltava 25
	Pozice	Pozice (číslo) dle projektové dokumentace	TEXT			
	Datum instalace		DATE			18.4.2018
	Interval kontroly		INTEGER	měs.		12
	Záruka	Záruční doba	INTEGER	měs.		120
	Rok výroby		DATE			25.4.2018
	Technická dokumentace	Odkaz na technické listy výrobce	URL			
	Skutečný průtok		ČÍSLO	m ³ /h		
	Výrobní číslo		TEXT			

Obr. 14 – První fáze tvorby datového standardu [Archiv autora]

Další fází je konzultování s ostatními dotčenými osobami, kterými mohou být například pracovníci bezpečnosti, požární prevence apod. Posledním krokem je převedení seznamu prvků s přiřazenými parametry do formy použitelné v softwarech pro modelování BIM. Datový standard bude elektronická příloha například ve formátu XLS a měla by obsahovat následující sloupce:

- Obecné
 - ID
 - Název parametru
 - Popis parametru

- Příklad
- Datový typ
- Jednotka
- Číselník
- Stupně projektové dokumentace
- Speciální (Revit)
 - Název parametru Revit – označit parametry, které Revit zná
 - Revit TYP
 - Instance/Typ
 - Vestavěný/Sdílený

Změna tabulky, která odpovídá zadání pro modelovací nástroj Autodesk Revit je vidět na Obr. 15 a Obr. 16.

Datový standard BIM modelu			
Informační požadavky: příloha č. 1			
ELEMENT		REVIT KATEGORIE EN / CZ	
ID	PARAMETR	NÁZEV PARAMETRU	POPIS
Budova/Objekt		Project information / Informace o projektu	
1	FID	FID	ID prvku v LetGIS
2	Stavební objekt	SO	Kód stavebního objektu
3	Číslo objektu	CISLO_OBJEKTU	279/2
4	Název	Název budovy	Administrativní budova 1
5	Upřesnění	UPRESNENI	Upřesnění názvu Bílý dům 1
6	Vlastník	VLASTNIK	Letiště Praha, a.s. Letiště Praha, a.s.
7	Podlahová plocha	PODLAHOVA_PLOCHA	Celková plocha všech podlaží 1255,4
8	Objem	OBJEM	Obestavěný objem
9	Areál	AREAL	Sever
10	Počet částí	POCET_CASTI	1
11	Typ ID	TYP_ID	3
12	Typ Popis	TYP_POPIS	budova technická
13	Nadzemní podlaží	NADZEMNI_PODLAZI	4
14	Podzemní podlaží	PODZEMNI_PODLAZI	2
15	Výška relativní	VYSKA_RELATIVNI	21,9
16	Výška Bpv	BPV	380,2
17	Adresa	Adresa projektu	
18	Plocha	PLOCHA	Zastavěná plocha 540,2

Obr. 15 – Datový standard 1. část [Archiv autora]

verze: 0.1 datum: 1.9.2018							
HODNOTA		TYP PARAMETRU					
DATOVÝ TYP	RVT TYP	ČÍSELNÍK	JEDN.	INST./TYP	V/SDIL	ST LOG 100	DUR LOG 200
TEXT	Celé číslo			I	S		
TEXT	Text			I		✓	✓
TEXT	Text			I		✓	✓
TEXT	Text			I	V	✓	✓
TEXT	Text			I			
TEXT	Text			I			
NUMBER	Plocha		m ²	I		✓	✓
NUMBER	Objem			I		✓	✓
TEXT	Text			I		✓	✓
INTEGER	Objemová hmotnost			I			
LIST	Celé číslo	ZM_OBJEKT_TYP_TBD		I	S	✓	✓
LIST	Text	ZM_OBJEKT_TYP_TBD		I	S	✓	✓
INTEGER	Celé číslo			I			
INTEGER				I			
NUMBER			m	I			
NUMBER			m	I			
TEXT				I			
NUMBER			m ²	I		✓	✓

Obr. 16 – Datový standard 2. část [Archiv autora]

Druhý dokument, který je potřeba zpracovat jsou Informační požadavky (EIR), které obsahují již zmíněnou přílohu Datový standard. Účelem tohoto dokumentu je jednoznačně specifikovat požadavky na podobu objednaných BIM modelů tak, aby dodaná data byla konzistentní, kvalitní a použitelná při plnění cílů, které si objednatel stanovil v souvislosti se zaváděním BIM. V dokumentu jsou stanovena základní pravidla tvorby modelů a požadavky na grafické i negrafické informace, vzájemné vazby mezi modely a jejich prvky, zásady práce s daty a způsoby jejich kontroly.

Obsah Informačních požadavků navrhuji následovně:

- Účel dokumentu
 - Účel Informačních požadavků
 - Užití pojmy
 - Strategie a cíle BIM objednatele
 - Informace o projektu
- Management projektu
 - Plán realizace BIM (BEP, BIM Execution Plan)
 - Platné normy, standardy a požadavky

- Role a odpovědnosti
- Proces spolupráce
- Rozsah informačních modelů
- Dílčí modely
- Koordinace, kontrola kvality a detekce kolizí
- Užití BIM pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci
- Sdílené datové prostředí (CDE)
- Proces publikování
- Bezpečnost dat
- Kontrola úplnosti a správnosti dat
- Odevzdané modely
- Úroveň podrobnosti grafických a negrafických informací
 - Klasifikace prvků modelu
 - Negrafické informace modelu
 - Grafická úroveň detailu
 - Definice úrovně grafické podrobnosti
 - Omezení pro přílišnou podrobnost
- Technické požadavky
 - Datové formáty a výstupy
 - Souřadné systémy
 - Systém pojmenování dílčích informačních modelů
 - Systém označování technologických celků
 - Systém značení sítí, podlaží a místností

Tyto dva zmíněné dokumenty, tedy Datový standard a Informační požadavky, jsou základním stavebním kamenem k úspěšnému zadání projektu metodou BIM, ale je vhodné pokračovat dále a připravit další dokument, kterým je Plán realizace BIM (BEP¹⁰). BEP je odpověď dodavatele na Informační požadavky objednatele, proto nevytváříme úplný dokument, ale spíše šablonu, která definuje, jakým způsobem chceme odpovědi a připomínky obdržet. Je vhodné šablonu BEP poskytovat a nepožadovat ji od dodavatele, protože takto budeme u všech projektů dostávat informace od dodavatele ve stejné, ucelené a úplné formě.

¹⁰ Plán realizace BIM vznikl z volného překladu BIM Execution Plan (BEP)

Obsah Plánu realizace BIM navrhuji následovně:

- Úvodní ustanovení
- Seznam zkratk
- Identifikační údaje
- Kontakty odpovědných osob
- Identifikace cílů a užití BIM
- Předpokládané cíle a užití BIM pro následující fáze
- Informační požadavky a Datový standard
- Strategie spolupráce
- Technická infrastruktura
- Software
- Správa dat
- Koordinace modelu a detekce kolizí
- Kontroly a zajištění kvality
- Plán dodávek
- Zabezpečení dat
- Ukončení realizace BIM

Mezi dokumenty, které nejsou nezbytné, můžeme zařadit například přílohy Informačních požadavků, a to: Značení TZB systémů, Číselníky, Adresářová strukturu.

5.3.2 Mapování terénu

Poté co máme sestavený tým BIM, který vytvoří zadávací dokumenty, přichází na řadu pilotní projekty. Pro vysoké procento projektů je potřeba mít zmapovaný terén a poskytovat ho při zadávání BIM projektů. Především pro stavby dopravní a technické infrastruktury je přesný terén nezbytným podkladem pro projektování.

Mapování se provádí pomocí různých metod. Mezi nejčastější patří letecké laserové skenování nebo statické laserové pozemní skenování. Popis metod, kterými lze získat digitální model terénu je podrobněji popsán v kapitole 3.1.1.

Terén je následně vhodné využívat nejen pro nové projekty v BIM, ale také pro další užití, kterým může být například vizuální plánování a koordinace staveb. Konkrétní postup, který provedlo Letiště Praha, je popsán v kapitole 3.1.3.

5.3.3 Pilotní projekty

Testovací projekt, Pilotní projekt, Pilot, Pilotní provoz, Zkušební provoz – mnoho pojmů, které pod svým označením skrývají stejný proces. Pilotní projekt nám umožňuje získat mnoho zkušeností, které mohou být pozitivní, ale i negativní. Organizace, která Pilotní projekt zavede, má výhodu, že je schopna čerpat z nabytých zkušeností, díky kterým mohou být odladěny nedostatky a následující projekt, který bude větší důležitosti, proběhne bez případných problémů z neznalosti problematiky.

Je důležité vhodně zvolit Pilotní projekt, případně více projektů. Můžeme v prvotních fázích implementace začít s více pilotními projekty s různým zaměřením. V prostředí letiště můžeme volit z celé řady projektů vhodných do zkušební fáze, například je vhodné zvolit pilotní projekt pro pozemní stavbu, dopravní stavbu a stavbu technické infrastruktury. Vhodný pilotní projekt by měl být malého rozsahu tak, aby problémy a nedostatky neměly velký dopad na chod organizace.

Letiště Praha zvolilo konkrétně tři pilotní projekty. V problematice pozemních staveb byl zvolen projekt *Nástavba ZAO*, který obsahuje nástavbu jednoho podlaží na stávající administrativní budovu o rozsahu přibližně 1000 m². Reprezentantem pilotního projektu dopravní stavby se stala stavba pojezdové dráhy TWY-J o délce přibližně 250 m. Zástupce pilotního projektu technické infrastruktury se stal nový kolektor hangáru G.

Na těchto pilotních projektech by se měly vyzkoušet nové procesy typické pro metodu BIM. Avšak vzhledem k časovému presu u nově plánovaných rozsáhlých projektů s velkou důležitostí, není možné čekat na ukončení pilotních projektů nebo dokonce vyhodnocení zkušeností. Pokud nastane podobná situace, je podstatné dbát na to, aby se získávané zkušenosti z pilotních projektů co nejvíce promítly do již probíhajících ostatních projektů.

5.4 Střednědobé cíle

5.4.1 Paspportizace styčných objektů

Cílem při implementaci BIM nemusí být kompletní pasportizace všech objektů, která by zahrnovala modelaci současného stavu ve 3D včetně navázaných parametrů. Takováto pasportizace by byla finančně, personálně a časově velice náročná a její přínos by se nevyrovnal vynaloženým nákladům a úsilí. Je vhodné začít menšími kroky, jako je pasportizace styčných objektů. Styčnými objekty jsou myšleny konstrukční nebo technologické celky, které budou v přímém kontaktu s nově plánovanými projekty prováděné metodou BIM, anebo mají klíčový význam ve výstavbových procesech celé organizace.

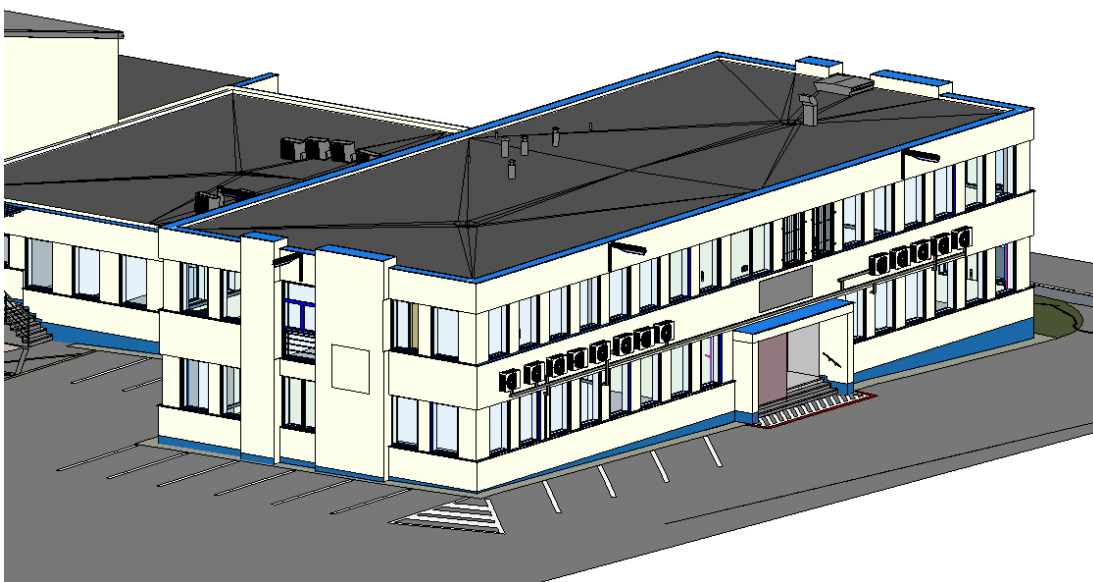
Je nutné podotknout, že pro propojení nových projektů v BIM, stávajících objektů a CAFM softwaru není třeba přenášet dokumentaci stávajících objektů do BIM. Důležité je nastavení standardu pro ukládání negrafických informací, aby mohly být nové projekty v BIM propojeny se stávající databází o provozu budov.

Paspportizace styčných objektů může probíhat třemi způsoby. Lze jí provádět vlastními prostředky, externí firmou, anebo spojit zpracování současného stavu s novým projektem v BIM do jedné zakázky.

Pro názornou ukázkou využijí projekty Letiště Praha, které využilo dvě z výše zmíněných variant a se třetí počítá do budoucna. Pro potřeby pilotního projektu Nástavba ZAO, který byl zmíněn v kapitole 5.3.3, bylo rozhodnuto o zmapování současného stavu stávající administrativní budovy a její převedení do BIM. Zaměření, skenování a tvorba modelu byla zadána externí firmě a ta následně požadované práce vyhotovila. Stávající budova byla naskenována pomocí laserového skenování, a to jak interiér, tak exteriér. Následně pomocí tohoto mračna bodů vytvořili 3D model v programu Autodesk Revit, který dle zadání obsahoval pouze viditelné konstrukce a neobsahoval přesné negrafické informace. V zakázce nebyly poptány negrafické informace, ani modelování skladeb konstrukcí. Bylo to z důvodu, že je tento projekt pilotní a model by měl sloužit pouze jako podklad pro nástavbu, která bude rovněž modelována v programu Revit, avšak již v metodě BIM. Ukázka naskenovaného skenu, jehož výstupem je mračno bodů včetně obarvení je na Obr. 17. 3D model vyhotovený pomocí nástroje Revit na základě mračna bodů je znázorněn na Obr. 18.

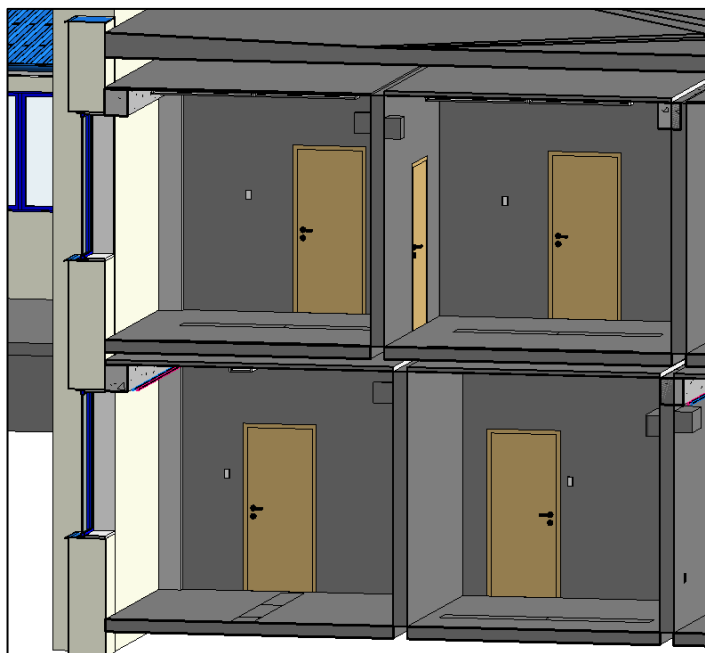


Obr. 17 – Mračno bodů administrativního objektu ZAO [Archiv autora]



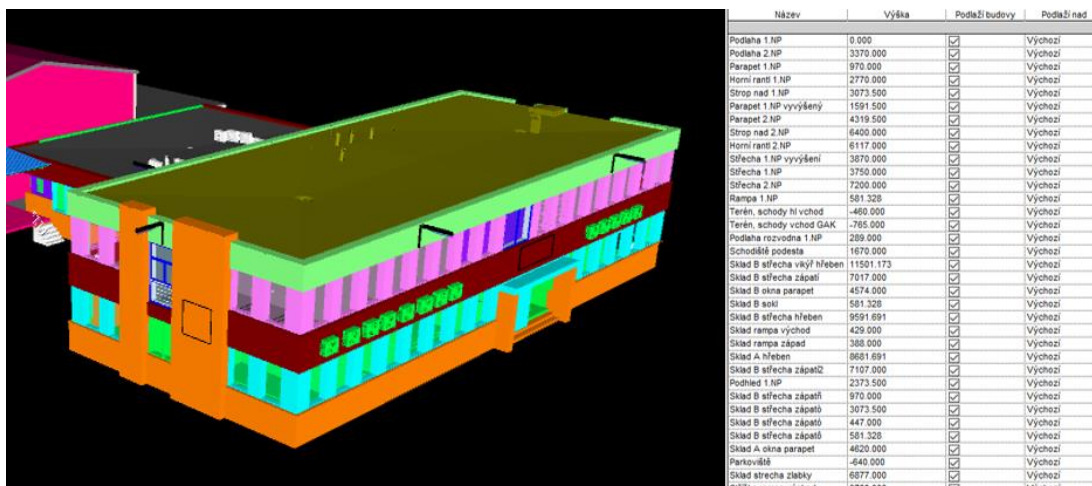
Obr. 18 – 3D model administrativního objektu ZAO [Archiv autora]

Zpracování modelu se může zdát na první pohled v pořádku, ale při bližším zkoumání bylo zjištěno, že model obsahuje řadu chyb a také technických problémů. Na Obr. 19 je vidět, že konstrukce byly modelovány pouze tak, aby model vypadal věrohodně na vizualizaci. Bohužel když se provedl náhodný řez budovou, bylo patrné, že konstrukce jsou zakresleny chybně a jsou použité nevhodné prvky.



Obr. 19 – Chybná modelace konstrukcí objektu ZAO [Archiv autora]

Na Obr. 20 je vidět další z problémů. Zpracovatel pro své zjednodušení vytvořil 26 pater, které symbolizovaly všechny podstatné výškové hrany objektu. Takovéto řešení je ale nepřijatelné, protože zamezuje dalšímu filtrování apod. Patra jsou na obrázku vyobrazeny dle barev a také ve výkazu podlaží. Reálný objekt má pouze 2 podlaží a tento počet by měl zachovávat i model.



Obr. 20 – Nesprávná patra ve 3D modelu [Archiv autora]

Tyto problémy nastaly z důvodu nejasně specifikovaného zadání a vyžadovaly následnou opravu pomocí vlastních zdrojů.

Další z projektů, který je zadáván metodou BIM a má přímé napojení na stávající objekty, je plánovaný projekt dostavby Terminálu 2. Tento projekt využije

jiné varianty, takové že pasportizaci zahrne do zadání na vyhotovení projektové dokumentace. V zadání je specifikováno, že budou zaměřeny a vymodelovány všechny nosné konstrukce v rozsahu potřebném pro napojení plánovaného objektu a vyhotoveny budou také páteřní trasy všech technologických vedení. Toto je jedna z vhodných a nenáročných variant, jak vyřešit problematiku propojení stávajících objektů s projektem v metodě BIM.

Dalším příkladem vhodného pasportu stávajícího objektu je projekt vyhotovení modelu podzemní technické infrastruktury letiště. V současnosti se vytváří zadání a projekt bude poptáván u externí firmy. Nebudou požadována všechna podzemní vedení, protože by bylo takové zadání neuskutečnitelné v rozumném časovém intervalu, proto byly vybrány jen technologie a objekty, které mají zásadní význam pro stavební management a plánování rozvoje technické infrastruktury letiště. Mezi vybrané technologie byly zahrnuty rozvody venkovní kanalizace, vedení horkovodu, vedení plynovodu a jako stěžejní část podzemní objekty neboli veškerá kolektorizace letiště.

5.4.2 Práce s modelem skutečného provedení

BIM má bezesporu výhody ve fázi projektu a realizace stavby. Jaké je ale využití parametrického modelu, získaného například z pilotních projektů, v době, kdy není vybrán systém pro řízení facility managementu nebo není připraven převod BIM dat do komplexních facility softwarů?

BIM modely skutečného provedení stavby lze aplikovat pro mnoho užití BIM, které byly zmíněny v kapitole 2. Bez CAFM (blíže vysvětleno v kapitole 5.5.1) softwaru můžeme pracovat s modelem pomocí nástrojů, které jsou finančně dostupné nebo dokonce bezplatné a také jsou většinou uživatelsky snadno ovladatelné.

Největší využití bude mít samotné prohlížení modelu a prohlížení parametrů a dat k němu navázaných. Pro tento účel existuje mnoho nástrojů placených i volně přístupných, které disponují různými funkcionalitami. Mezi tyto nástroje můžeme zařadit:

- Autodesk Revit Viewer

Autodesk nabízí bezplatný nástroj pro prohlížení modelů a tisk dokumentace. Je k dostání jako desktopová aplikace nebo v rozhraní internetového prohlížeče.

Aplikace umožňuje plnohodnotné prohlížení modelu bez možnosti ukládání změn. Revit Viewer pracuje se soubory formátu RVT a RFA.

- Autodesk Navisworks Freedom

Další bezplatný nástroj společnosti Autodesk, který pracuje na základě aplikace Navisworks. Aplikace dokáže otevřít soubory vytvořené v programu Navisworks, podporuje tedy formát NWD. Obdobně jako Revit Viewer umožňuje prohlížet model, vyhledat parametry prvků a filtrovat objekt dle požadavků. Navíc dokáže přehrát simulaci výstavby, která je součástí souboru.

- BIM Vision

BIM Vision je bezplatný prohlížeč BIM modelů pracující s formátem IFC. Primárně umožňuje základní funkce pro prohlížení, vyhledávání a filtrování, ale vývojáři rozšiřují prohlížečku o nové doplňky ve formě pluginů. Mezi pluginy patří například detekce kolizí, pokročilé reporty a podpora BCF (komentáře a poznámky).

- Solibri Model Viewer

Software, který zdarma poskytuje společnost Nemetschek. Slouží k prohlížení BIM projektů ve formátu IFC. Software je možné rozšířit o sofistikovanější funkce.

- YouBIM

Placená služba využívající cloudové řešení umožňuje využití BIM modelu pro facility management. Uživatelé mohou v online prostředí procházet model, přistupovat k informacím a parametrům. Řešení lze přizpůsobit dle požadavků zákazníka.

- Revizto

Revizto slouží k prohlížení modelu v reálném čase i v průběhu projektování. Umožňuje model filtrovat a vyhledávat v něm. Významnou funkcí je vytváření připomínek, kde lze nahrát skutečnou fotografii. Revizto umožňuje interakci s brýlemi pro virtuální realitu nebo se pyšní funkcí kombinovaného pohledu. Revizto pracuje mimo jiné s formáty RVT a IFC.

- BimPoint

Placený nástroj pro práci s BIM modelem ve formátu IFC pracující v cloudovém prostoru. BimPoint je určen pro správce budovy. Mezi funkcionalitami

můžeme najít například hlášení závad a odesílání hlášení odpovědné osobě, zobrazování umístění vzniklých závad, vyhledávání a filtrování nebo zobrazování modelu dle uživatelského nastavení.

- ArchiFM

Placený software určený pro správu nemovitostí využívající BIM data. ArchiFM pracuje na platformě Archicadu a je vytvořen jako cloudové řešení běžící v internetovém prohlížeči. Dle využití se základní řešení rozšíří o moduly, které umožňují správu prostor, správu poruch nebo plánování údržby.

Většina z těchto programů disponuje mobilním přístupem, především prohlížení pomocí tabletů je velice efektivní a přínosné. Výše zmíněné aplikace mohou sloužit k nejrůznějším účelům, a to s malou finanční náročností. Například použití prohlížení skutečného provedení může přinést pracovníkům údržby cenné informace o nahlášené závadě.

Užití, které můžeme uskutečnit i za pomoci bezplatných nástrojů spočívá v prohlížení zakrytých konstrukcí a technologií, které nejsou v reálném umístění viditelné. Typickým příkladem jsou vedení TZB, které jsou zakryty podhledem. Díky modelu tedy dokážeme odhalit, jaké prvky se nad podhledem skrývají bez nutnosti demontáže podhledu. Tento příklad je znázorněn na situaci praxe na Obr. 21.



Obr. 21 – Užití prohlížení BIM modelu údržbou [17]

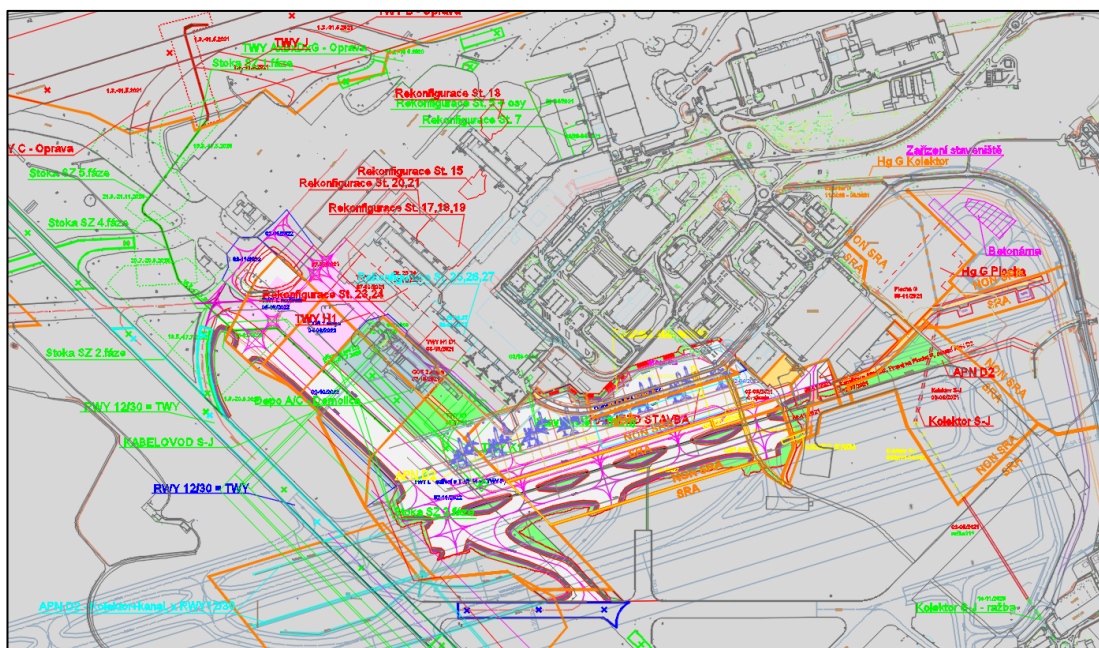
5.4.3 Vizuální plánování rozvoje

Letiště je rozsáhlé území s množstvím komplexních objektů, kde je realizováno velké množství stavebně-infrastrukturních projektů. Na Letišti Praha se provádí ročně přibližně 200 akcí, které zahrnují převážně dopravní stavby, rekonstrukce budov a ojediněle realizaci nových objektů. Velké množství akcí na poměrně malém území požaduje plánovat operativní a rozvojové projekty podrobně a dlouhodobě. Problematika vazeb mezi projekty, technologická náročnost a provoz letiště činí z plánování komplexní disciplínu, kterou je třeba neustále rozvíjet.

V situacích, kdy se vyskytne na malém prostoru v krátkém časovém úseku více staveb, stává se pomocníkem vizuální plánování. Vizuální plánování rozvoje zahrnuje grafický podklad a časové údaje. Jedná se o obdobnou formu jako 4D plánování jednotlivých staveb, ale zde se setkáváme s více objekty s menší náročností na podrobnost.

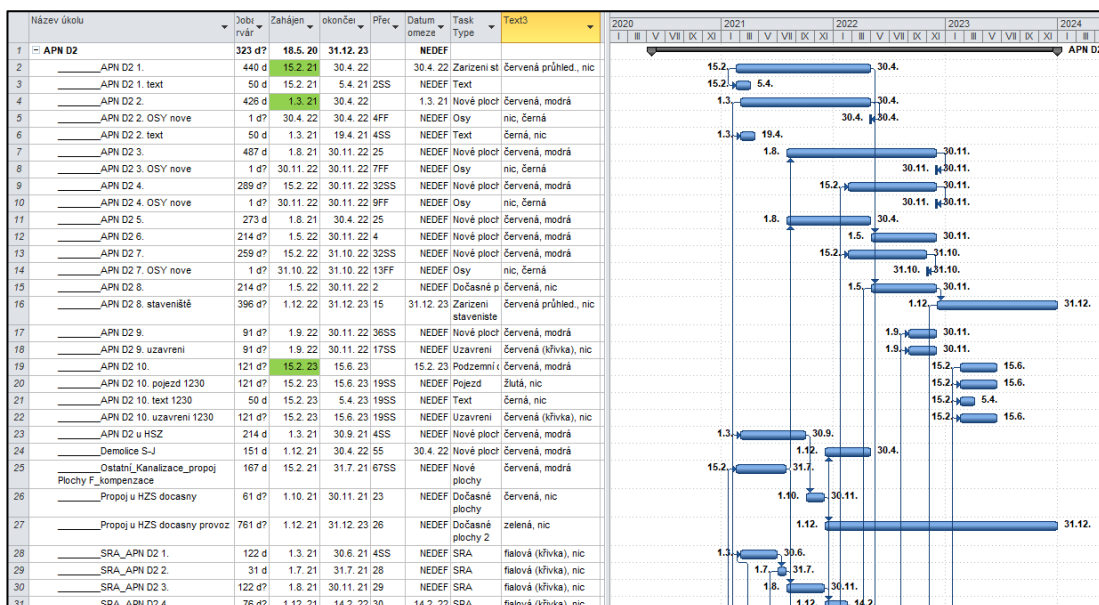
Pro prvotní pokusy je vhodné zvolit formu 2D grafického podkladu v kombinaci s časovým harmonogramem. Pro názornost předvedu řešení, které zvolilo Letiště Praha a které může být pro základní koordinaci projektů dostačující. Projekt vizuálního plánování vznikl jako reakce na poptávku po zefektivnění a zpřehlednění plánování stavebních akcí na letištních plochách. Pro realizaci je použita sada nástrojů, grafické podklady jsou zpracovávány a upravovány v softwaru AutoCAD, časový plán ve formě harmonogramu je zpracován v softwaru MS Project a propojení je provedeno za pomoci programu Navisworks Manage.

Grafické podklady vycházejí z dokumentací jednotlivých akcí, ale je nutné je upravit do podoby, která bude vyhovovat vizuálnímu plánování. Dále se musí vytvořit nové výkresy, které představují například nové hranice bezpečnostní zóny letiště, uzavírky přistávacích a pojezdových drah, nové značení os pro pojezd letadel, zábory staveb apod. Do plánování je tedy vhodné zahrnout všechny prvky, které mají významnější vliv na koordinaci nejenom provádění staveb, ale také chodu letiště. Mezi grafické podklady patří také bezesporu mapový podklad, v ideálním případě ortofotomapa. Všechny mapové a výkresové vstupy musí být v souřadném systému vyjma zetové souřadnice. Výkresový vstup ve formátu DWG je ukázán na Obr. 22.



Obr. 22 – Výkres ve formátu DWG pro vizuální plánování [Archiv autora]

Časový plán ve formě harmonogramu v programu MS Project vychází z akčního plánu rozvoje letiště a je obohacen o všechny další prvky, které chceme zobrazit ve vizualizaci. Vzhledem k omezeným funkcím softwaru Navisworks, je nutno do harmonogramu zahrnout položky typu pojezdové plochy, popisy staveb, značení staveništní dopravy apod. Tento fakt výrazně přidává na náročnosti zpracovávání harmonogramu, ale je možné rozdělit harmonogram do více souborů, například dle logických celků (dopravní stavby, pozemní stavby). Je však nutné dbát na to, abychom neztratili možnost vzájemných vazeb.



Obr. 23 – Harmonogram pro účely vizuálního plánování [Archiv autora]

Poslední fází je sloučení a propojení připravených podkladů tak, abychom získali výstup dle našich představ. K tomu nám poslouží již zmíněný nástroj Navisworks Manage (lze využít i verzi Navisworks Simulate), který umožňuje připojit výkresovou dokumentaci a také harmonogram a následně vytvořit vizualizaci postupu výstavby. Proces vyžaduje určité množství ruční práce při vyhledávání a propojování položek harmonogramu s částmi ve výkresu.

5.5 Dlouhodobé cíle

5.5.1 Facility management

Hlavním přínosem zavádění metody BIM je jednoznačně využití získaných dat pro facility management. Idealizovaně by měl být facility management řízen pomocí jednotného systému CAFM. CAFM¹¹ je počítačový systém, který řídí správu podpůrných činností a využívá grafického znázornění prostor a zařízení. Z toho je patrné, že by bylo vhodné propojit BIM databázi se systémem CAFM.

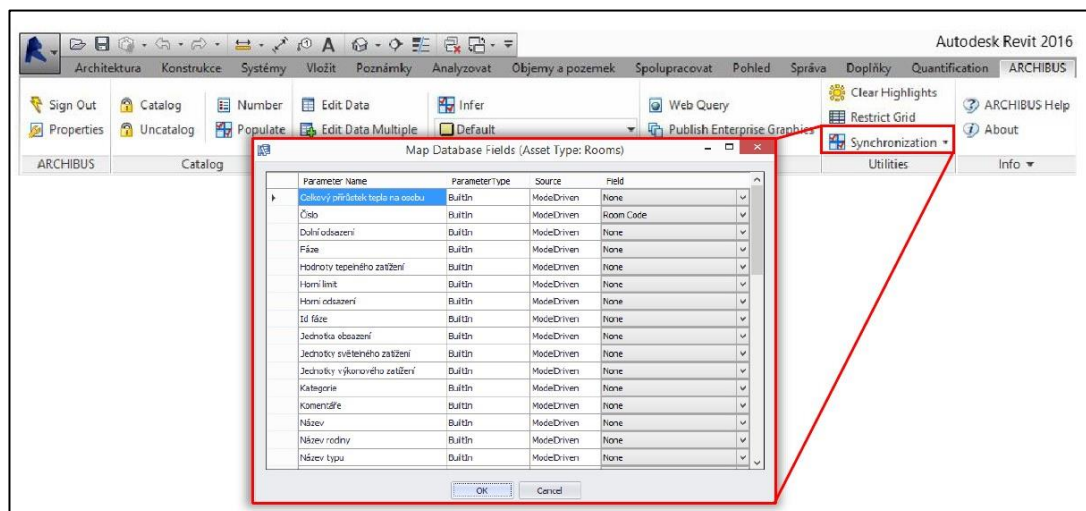
Jakým způsobem ale tyto dva světy propojit? Jak zajistit aby bylo propojení efektivní a bezztrátové? Na tyto otázky není snadná odpověď, protože metoda BIM je prozatím využívána převážně pro fáze návrhu a realizace stavby a z fáze užívání a provozu není mnoho zkušeností. V následujících odstavcích se pokusím shrnout základní kroky, které pro integraci BIM dat do systému řízení podpůrných služeb musíme vykonat.

Základní data, která z BIM modelu čerpáme, informace o místnostech a parametry technologií - využijí se tedy modely stavební i jednotlivých profesí. Důležitou fází je synchronizace parametrů s CAFM databází. Je vhodné, aby byly parametry nastaveny shodně již při prvních krocích implementace BIM do společnosti, a sice ve fázi přípravy zadávacích dokumentů, konkrétně Datového standardu. Synchronizaci modelu poté provádíme skrze doplňky CAFM softwarů v programu pro modelování. Model se takto zjednoduší pro účely využití ve facility managementu, technologie získají informaci o umístění typu: budova, podlaží a místnost. Po takovémto nastavení synchronizace se provede také publikace grafiky, opět skrze pluginy vybraných softwarů.

Jako ukázkou možné implementace představím převod BIM dat vytvořených v prostředí Autodesk Revit do CAFM nástroje Archibus. Archibus využívá databázi,

¹¹ CAFM je zkratka anglického Computer-Aided Facility Management

kteřá běží na pozadí a pro zobrazování a práci s daty využívá internetový prohlížeč. Prvním krokem převodu je již zmíněná synchronizace hotového kompletního modelu skutečného provedení a databáze softwaru Archibus.



Obr. 24 – Synchronizace parametrů Revit/Archibus [18]

Obr. 24 znázorňuje mapování pomocí pluginu v aplikaci Revit. Z modelu jsou tímto způsobem převedeny do Archibus databáze následující data:

- Místnosti – číslo, název, výměra, typ a kategorie
- Technologie – číslo, název, umístění, typ, kód třídění a navázané dokumenty
- Majetek – číslo, název, umístění a typ
- Vazby mezi jednotlivými technologiemi
- Prvky – okna, dveře, povrchy apod.

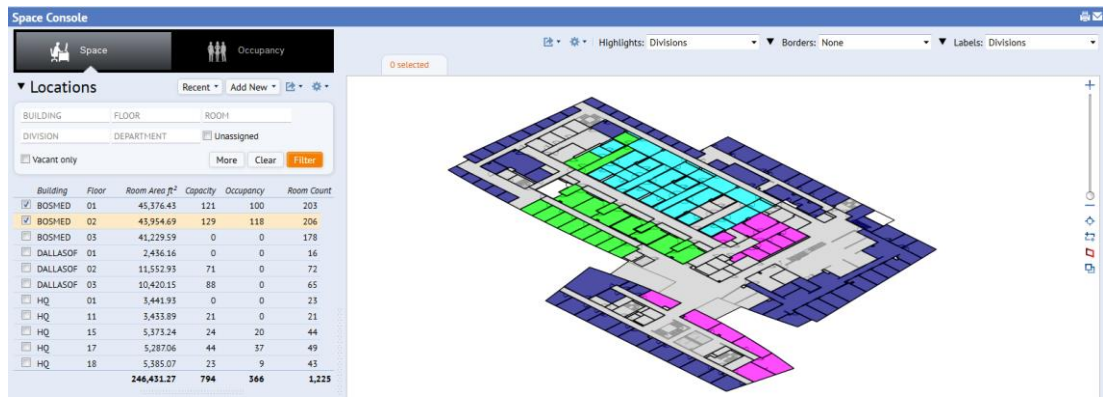
Převod grafické části modelu je mezi těmito softwary také na vysoké úrovni. Archibus umí, s přenesenou geometrií a navázanými parametry, pracovat jak ve 2D tak 3D formě. Tyto dvě varianty grafického zobrazení stejného objektu jsou vidět na Obr. 25 a Obr. 26.

Pokud máme v BIM modelu vymodelovány podrobně jednotlivé prvky technologií, Archibus dokáže sofistikovaně přenést jejich geometrii včetně vlastností a navázaných dokumentů. Ukázka takového zobrazení je na

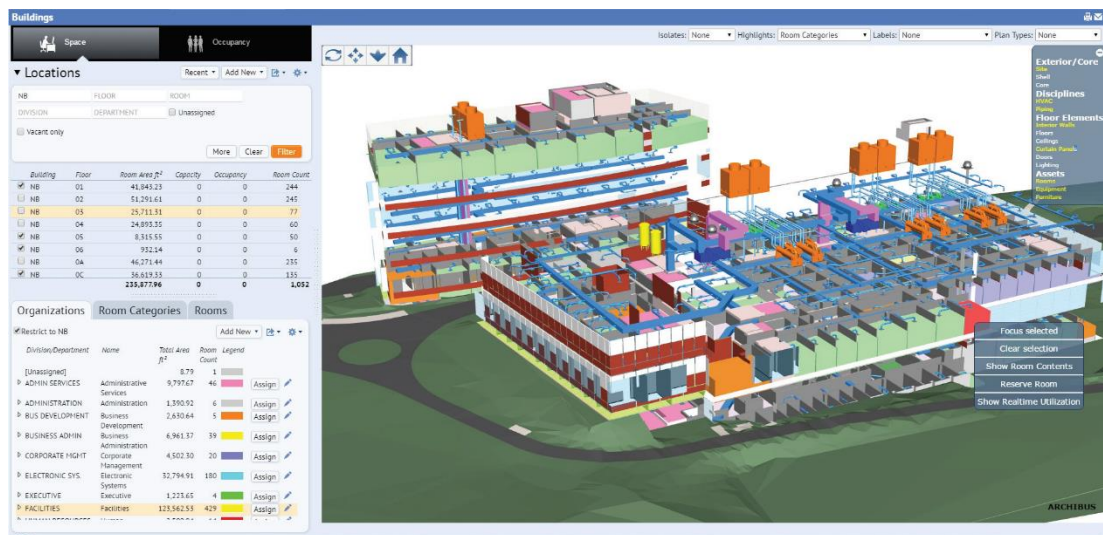
Obr. 27.

Ve vztahu ke grafické stránce převodu do Archibusu je potřeba učinit několik kroků ke zjednodušení a přizpůsobení modelu. V modelu je vhodné odpojit odkazy, které řeší propojení na konstrukční 2D detaily, dále je dobré vymazat veškeré

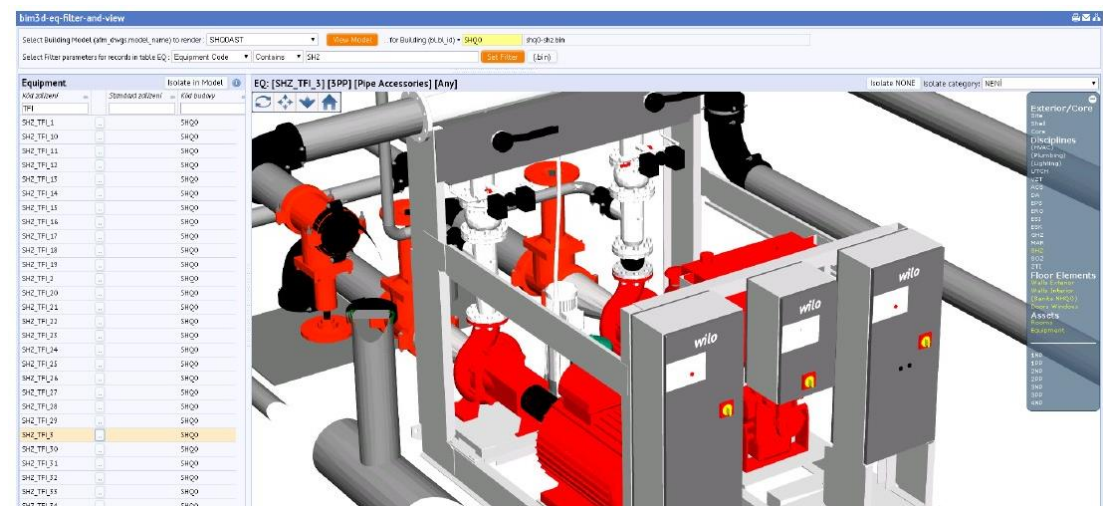
nepotřebné reference a anotace typu: mračna bodů, PDF, textové poznámky, kóty apod. Nutné je smazat všechny nepotřebné pohledy a přizpůsobit viditelnost prvků, které nechceme zviditelnit v zobrazení CAFM systému, například některý nábytek atd.



Obr. 25 – 2D zobrazení v softwaru Archibus [19]



Obr. 26 – 3D zobrazení v softwaru Archibus [20]



Takto převedená data z BIM modelu mají mnoho využití pro facility management prostřednictvím CAFM. Můžeme vyzdvihnout několik hlavních využití, mezi které spadá Commissioning, kterým je myšlena kontrola instalace, spuštění a testování a následná přejímka. Pomocí CAFM dokážeme vytvořit Checklist, který v sobě ponese informace o evidenci závad a nedodělků včetně dokumentace, stanovených termínech nápravy, datu poslední revize, frekvenci revize atd. Dalším využitím je Automatizace procesu preventivní údržby, který pracuje s vytvořeným plánem údržby a parametry prvků z BIM modelu. Dále nesmíme opomenout některé analýzy technologií, mezi které řadíme historii údržby, poruchovost, vytvoření požadavku a umístění technologií. Díky modelu s parametry jsme schopni mít v CAFM informace o povrchových úpravách, oknech, dveřích a jiných zařízeních, u kterých je třeba znát přesné vlastnosti. [18]

Mezi podpůrné služby řadíme také Space management neboli Správu ploch, pro který přináší propojení BIM a CAFM značné výhody. Systém nám umožní provádět analýzy ploch, které spočívají v rozmístění jednotlivých oddělení a útvarů, analyzujeme kategorie a typy místností a následně provádíme benchmarking. Součástí databáze bude také evidence nábytku a vybavení s možností grafického zobrazení a k dispozici jsou také moduly, které efektivně řídí pronájmy a rezervace místností. [18]

5.5.2 Jednotný systém řízení

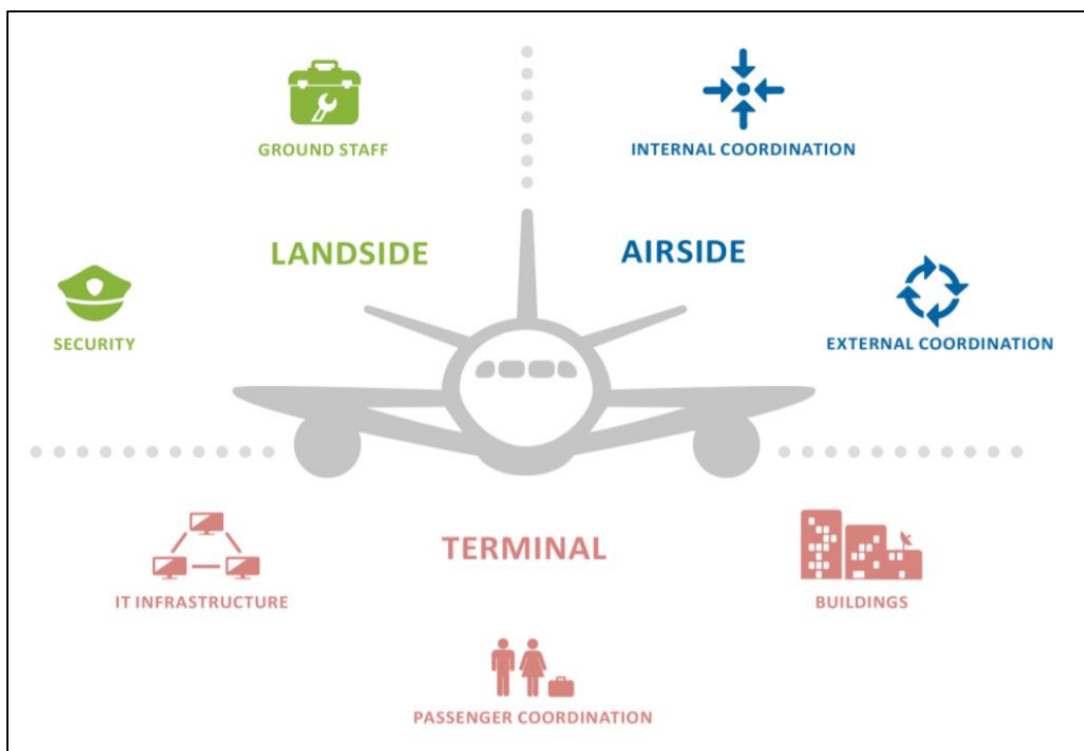
Vize metody BIM je vytvoření jednotného systému řízení budov po celou dobu životního cyklu, a to na základě jednoho zdroje dat. Takovýto systém by tedy nezahrnoval pouze řízení podpůrných služeb, k čemuž nám slouží CAFM systémy, ale zahrnoval by i část hlavního předmětu podnikání tzv. Core bussiness.

Takováto softwarová aplikace se nazývá CIFM. Zkratka vznikla z anglického slovního spojení Computer Integrated Facility Management. Je bláhové se domnívat, že by veškerou správu hlavních i podpůrných činností organizace zastala jedna aplikace, a proto je lepší mluvit spíše o sadě několika aplikací, které ale budou schopny vzájemné spolupráce a propojení na základě jedné datové základny.

V organizaci typu letiště, která je specifická svou velikostí co do počtu objektů a množstvím činností, které se zde odehrávají, by měl jednotný systém řízení

povahu Smart Cities. Provozování letiště lze připodobnit spravování okresního města a vzájemné propojení hlavního podnikání, facility managementu, BIM modelů, CAFM systémů, GIS platforem a dalších běžně využívaných nástrojů by bylo sice velice složité ale nesmírně přínosné.

Obr. 28 připomíná, jaké oblasti se v rámci organizace letiště řeší. Poté, co letiště projde prvními kroky implementace BIM a systémů CAFM, může přistoupit k zahájení nového projektu s futuristickým názvem Smart Airport.



Obr. 28 – Smart Airport [21]

ZÁVĚR

Závěrem bych rád zhodnotil svou snahu při tvorbě této diplomové práce, která nese název Implementace metody BIM do prostředí letiště. Práci jsem vypracoval převážně na základě pracovních zkušeností s metodou BIM, dále mi k tématu poskytli cenné informace odborníci a kolegové ze společnosti Letiště Praha, a.s. Významnou měrou ovlivnili mou práci konference a přednášky z oblasti informačního modelování, kde účinkovali přední kapacity na BIM v České republice a odborníci z Evropy.

Po definici základních pojmů k danému tématu této diplomové práce jsem se věnoval exkurzu do skutečných přínosů, cílů a užití metody BIM, konkrétně pro organizace typu letiště. Systematicky jsem popsal nejznámější přínosy a poté jsem se zaměřil na specifická použití nové metody, která by mohly významně ovlivnit investorskou organizaci. Především užití metody BIM ve facility managementu přináší velký užitek, protože náklady na provoz a údržbu nemovitosti tvoří až 80% z celkových nákladů. V kapitole věnující se softwarům a platformám je z mého pohledu nejzásadnější vysvětlení formátu IFC. Představil jsem zde jeho vznik, samotný popis a vhodné varianty použití a vysvětlil komplikace, které nastanou, pokud je jediným požadovaným výstupem BIM projektu.

První a druhá kapitola tedy přináší ucelené vysvětlení metody BIM a přehled o možnostech použití BIM napříč celým životním cyklem investičního projektu. Naproti tomu třetí a čtvrtá kapitola řeší konkrétní výstupy a rizika spojená s implementací. Jednotlivými výstupy jsou modely, u kterých vysvětluji rozdílnost modelů pozemních staveb a staveb dopravní a technické infrastruktury. U obou variant je důležité pochopit, že se budou skládat z více souborů, které následně tvoří ucelený model, na kterém je možné provádět koordinační úkony. Dále popisují rizika fáze přípravy a realizace stavby, pro která známe možné scénáře následků. Z průzkumu rizik hrozících pro systém řízení organizace vyplynulo, že není dostatek zkušeností, které by popsaly následky, protože negativně proběhlé procesy v rámci řízení si firmy bedlivě střeží. I přes to může sloužit tento výčet rizik jako podklad pro sestavení vlastní analýzy dopadů negativních scénářů.

Mou snahou bylo, aby předešlé kapitoly daly ucelený a srozumitelný obrázek o metodě BIM tak, aby se mohlo přistoupit k samotné implementaci. Na základě

nashromážděných informací je patrné, že implementace může trvat i řadu let, a tak je důležité pochopit vhodné varianty jednotlivých kroků, aby byla implementace úspěšná a minimalizovali jsme negativní vlivy. Právě této problematice se věnuje pátá, tedy poslední kapitola této práce. Představuji zde jednotlivé kroky implementace, které jsou z části inspirované zaváděním metody BIM na Letišti Praha, a.s. Vzhledem k nabytým zkušenostem z implementace v úvodních fázích jsem mohl přiblížit průběh jednotlivých kroků a nejen vyzdvihnout jejich klady, ale také poukázat na nedostatky s návrhem opatření na jejich zlepšení. Zajímavostí mohou být některé kroky, které jsem zařadil do střednědobých cílů, protože přináší benefity z metody BIM ve velmi krátké době po dokončení realizace projektu. Typickým příkladem může být využití modelů a databáze údržbou, která je může využívat i bez specializovaných robustních nástrojů sloužících pro facility management. Aby bylo jasné, jakým způsobem postupovat a realizovat tento krok, navrhl jsem několik nástrojů se stručným popisem funkcionalit, které je možné využít.

Plánované cíle, které jsem zahrnul do dlouhodobých, zahrnují propojení BIM databáze s CAFM softwarem, čímž povýšíme řízení facility managementu a nakonec ujednotíme systém řízení letiště. Tato problematika je spíše vysvětlením možných kroků tak, aby bylo možné si představit jejich náročnost. Není ale mnoho zkušeností s aplikací do provozu, což je způsobeno tím, že se BIM ve formě, kterou dnes známe, využívá poměrně krátkou dobu.

BIM spojuje tvůrčí vize s inovativním technologickým řešením, které umožňuje optimalizaci návrhu a uplatní se také v problematice urbanistiky. Budoucnost této metody shledávám také v použití sofistikovaných modelů při posuzování míst nových budov ve stávajícím městském prostředí, a to zejména v případě existence významné podzemní infrastruktury. Vizí metody je bezesporu uplatnění vznikajících dat pro Smart Cities tak, že se vznikající městská scénérie stane součástí životních zážitků namísto pouhého místa pro život a práci.

Na závěr bych rád připomněl, že problematika BIM je v neustálém rozvoji a každým dnem se mění před našimi zraky. Proto je možné, že některé pasáže z této práce nemusí platit již několik měsíců po publikování. Práce by měla sloužit jako návod a příručka pro investory, ideálně provozovatele letišť, pro pochopení celkového kontextu implementace metody BIM.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- [1] NATIONAL BIM STANDARD-UNITED STATES COMMITTEES. [Online] [Citace: 24. 10 2018.] <http://www.nationalbimstandard.org/faqs>.
- [2] APROPLAN BLOG - A HISTORY OF BIM. [Online] [Citace: 2. 9 2018.] <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>.
- [3] UNIVERSITAT LIECHTENSTEIN - Dancing house. [Online] [Citace: 29. 11 2018.] <https://culturalidentitiesweb.wordpress.com/2016/10/07/dancing-house/>.
- [4] Bimpanzee.com. *BIM 3D, 4D, 5D, 6D and 7D*. [Online] [Citace: 11. 10 2018.] <http://www.bimpanzee.com/bim-3d-4d--5d--6d---7d.html>.
- [5] Cenová soustava ÚRS. *Číselníky*. [Online] [Citace: 20. 11 2018.] <https://www.cs-urs.cz/>.
- [6] Viewpoint. *PAS1192*. [Online] [Citace: 2. 12 2018.] <https://blog.viewpoint.com/pas1192-process-and-workflows-within-the-common-data-environment-cde/>.
- [7] Group BC. *Common Data Environment*. [Online] [Citace: 2. 12 2018.] <https://www.groupbc.com/blog/2017/12/12/whats-in-a-name-bc-enterprise-from-groupbc/>.
- [8] Koncepce zavádění metody BIM v ČR schválena vládou. [Online] [Citace: 29. 10 2018.] <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>.
- [9] BIM KONCEPCE 2022. [Online] [Citace: 24. 11 2018.] <https://www.koncepcebim.cz/304-6-1-harmonogram-doporucenych-opatreni>.
- [10] ČESKÁ AGENTURA PRO STANDARDIZACI - KONCEPCE BIM. [Online] 26. 11 2018. <http://www.agentura-cas.cz/bim-koncepce>.
- [11] **CzBIM, Kolektiv autorů.** *BIM Příručka pro investory*. Praha : Odborná rada pro BIM, 2018. ISBN: 978-80-907251-2-6.
- [12] YTIMG - BIM MEP COORDINATION. [Online] [Citace: 28. 11 2018.] https://i.ytimg.com/vi/XYYWeb_qYSg/maxresdefault.jpg.
- [13] Certiconvis.cz. *Chytrá analýza z kamer v každém okamžiku*. [Online] [Citace: 1. 11 2018.] <http://www.certiconvis.cz/#preparedVideoSection>.

- [14] CONSTRUCTION IT WORLD. [Online] [Citace: 27. 11 2018.] <http://ieiri-lab.jp/success/2018/06/toyo-const-bim-case-adsk.html>.
- [15] **BOYES, Hugh.** [Dokument PDF] London : Institution of Engineering and Technology, 2014.
- [16] NATSPEC BIM - National BIM Guide. [Online] [Citace: 10. 10 2018.] <https://bim.natspec.org/documents/natspec-national-bim-guide>.
- [17] BAM - Facilities management. [Online] [Citace: 1. 12 2018.] <http://www.bam.co.uk/what-we-do/facilities-management>.
- [18] **VESELÝ, Radim.** *Propojení modelu BIM a CAFM.* [Prezentace PDF] Praha : IKA DATA, spol. s.r.o., 2018.
- [19] ARCHIBUS Solution Center. *Space inventory & Performance.* [Online] [Citace: 1. 12 2018.] <https://archibus.ro/en/solutions/space-inventory-performance/>.
- [20] ARCHIBUS Solution Center. *Web Central 3D Navigator.* [Online] [Citace: 1. 12 2018.] <https://archibus.ro/en/solutions/3d-navigator/>.
- [21] **ENISA.** *Securing smart airports.* Europe : Enisa.Europa, 2016. ISBN 978-92-9204-185-4.

SEZNAM ZKRATEK

BAS	Building Automation System; systém automatizace budov
BCF	BIM Collaboration Format; otevřený formát pro přenos komentářů
BEP	BIM Execution Plan; dokument pro smluvní vztahy BIM projektů
BIM	Building Information Modeling; informační modelování budov
BOZP	Bezpečnost a Ochrana Zdraví při Práci
CAD	Computer Aided Design; počítačem podporované projektování
CAFM	Computer Aided Facility Management; počítačové programy pro FM
CDE	Common Data Environment; společné datové prostředí
CSV	Comma-Separated Values; formát pro výměnu tabulkových dat
CzBIM	Odborná rada pro BIM
CZ-CC	Klasifikace stavebních děl
ČAS	Česká Agentura pro Standardizaci
ČR	Česká republika
DMS	Document Management System; správa dokumentů
DMT	Digitální Model Terénu
DPT	Dočasný Převodový Třídník
DSPS	Dokumentace Skutečného Provedení Stavby
DWG	DraWinG; nativní formát souborů programu AutoCAD (Civil 3D)
EIR	Employer's information requirements; Informační požadavky
EKV	Elektronická Kontrola Vstupu
EPS	Elektronická Požární Signalizace
FM	Facility Management
GIS	Geographic Information System; Geografický informační systém
GPS	Global Positioning System; Globální polohový systém
HSV	Hlavní Stavební Výroba
IFC	Industry Foundation Classes; otevřený neutrální souborový formát
IP	Internet Protocol; IP adresa (identifikační číslo)
IT	Informační Technologie
KPI	Key Performance Indicator; Klíčový výkonnostní ukazatel
LOD	Level Of Detail; úroveň podrobnosti
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NWD	NavisWorks Document; publikační formát programu Navisworks

PBZ	Požárně Bezpečnostní Zařízení
PD	Projektová Dokumentace
PER	Požární Evakuační Rozhlas
PO	Požární Ochrana
PSV	Pomocná (přidružená) Stavební Výroba
QTO	Quantity Take-Off; výkaz výměr
RFA	Request For Application; typ poptávkového dokumentu
RFI	Request For Information; typ poptávkového dokumentu
ROI	Return On Investments; návratnost investice
RVT	Nativní formát programu Autodesk Revit
SFDI	Státní Fond Dopravní Infrastruktury
SLA	Service Level Agreement; dohoda o úrovni poskytovaných služeb
SNIM	Standard Negrafických Informací 3D Modelu
SoD	Smlouva o Dílo
TSKP	Třídník Stavebních Konstrukcí a Prací
TZB	Technické zařízení budov
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
VŘ	Výběrové řízení
XLS	Přípona souborů vytvořených v programu Microsoft Excel

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Diagram informačního modelování [Archiv autora]	13
Obr. 2 – Časová osa historie BIM [Archiv autora]	15
Obr. 3 – Ukázka klasifikačního systému TSKP [5]	22
Obr. 4 – Ukázka klasifikačního systému CZ-CC [5]	23
Obr. 5 – Schéma CDE [6]	26
Obr. 6 – Schéma idealizovaného CDE [7]	27
Obr. 7 – Harmonogram zavádění metody BIM v ČR [9]	28
Obr. 8 – Dostupné nástroje pro celý životní cyklus stavby [11]	30
Obr. 9 – Ukázka 3D koordinace profesí [12]	45
Obr. 10 – Mračno bodů terénu [Archiv autora]	60
Obr. 11 – Terén s ortofotomapou [Archiv autora]	61
Obr. 12 – Složení BIM z více modelů [14]	62
Obr. 13 – Matice negrafických informací NATSPEC [16]	79
Obr. 14 – První fáze tvorby datového standardu [Archiv autora]	81
Obr. 15 – Datový standard 1. část [Archiv autora]	82
Obr. 16 – Datový standard 2. část [Archiv autora]	83
Obr. 17 – Mračno bodů administrativního objektu ZAO [Archiv autora]	88
Obr. 18 – 3D model administrativního objektu ZAO [Archiv autora]	88
Obr. 19 – Chybná modelace konstrukcí objektu ZAO [Archiv autora]	89
Obr. 20 – Nesprávná patra ve 3D modelu [Archiv autora]	89
Obr. 21 – Užití prohlížení BIM modelu údržbou [17]	92
Obr. 22 – Výkres ve formátu DWG pro vizuální plánování [Archiv autora]	94
Obr. 23 – Harmonogram pro účely vizuálního plánování [Archiv autora]	94
Obr. 24 – Synchronizace parametrů Revit/Archibus [18]	96
Obr. 25 – 2D zobrazení v softwaru Archibus [19]	97
Obr. 26 – 3D zobrazení v softwaru Archibus [20]	97
Obr. 27 – Grafický výstup zařízení v programu Archibus [18]	98
Obr. 28 – Smart Airport [21]	99