

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**VYUŽITÍ BIM PRO ŘÍZENÍ VÝSTAVBY
OBJEKTU PRO KRÁTKODOBÉ
UBYTOVÁNÍ OSOB**

2023

ARTEM FATKULLIN

**VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:
ING. JAROSLAV SYNEK, PH.D.**

Prohlášení

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

V Praze dne 22.05.2023

.....

Artem Fatkullin

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce, Ing. Jaroslavu Synkovi, Ph.D., za udání směru při psaní bakalářské práce a také svým přátelům, bez kterých by studium nebylo tak záživné. Dále děkuji manažerovi projektu za jeho cenné informace z praxe potřebné pro zpracování této práce a v neposlední řadě také mojí mamince a dědečkovi, kteří mě vždy ve všem podporovali.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fatkullin	Jméno: Artem	Osobní číslo: 494337
Zadávající katedra: k122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: B0732P260002 - Stavitelství		
Studijní obor/specializace: -		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Využití BIM pro řízení výstavby objektu pro krátkodobé ubytování osob	
Název bakalářské práce anglicky: Utilization of BIM in construction management of a building for short-term accommodation	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte postupy nasazení a využití digitálních aplikací pro řízení provozu a jakosti stavebního projektu na procesech hrubé stavby	
Seznam doporučené literatury: https://constrofacilitator.com/the-application-of-building-information-modeling-in-construction/ ; BIM - Kompendium, Fraunhofer IRB Verlag, ISBN 978-8167-9489-9	
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.	
Datum zadání bakalářské práce: 21.02.2023	Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.05.2023 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
..... Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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“.</i>	
..... Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Anotace

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení současných způsobů využití BIM nástrojů na ukázce realizace reálného objektu. Cílem je i ujasnit si, proč BIM potřebujeme a jak bychom ho měli chápat. Najít případné problémy, se kterými se může setkat jak projektový manažer stavebníka, tak i dodavatele stavebního díla a zamyslet se nad řešením a vylepšením systému řízení projektu tak, aby se mohla minimalizovat případná rizika, která ve většině případů vedou ke snížení plynulosti celého procesu přípravy a realizace stavebního díla.

Klíčová slova:

Digitální informační model stavby (DIMS), Společné datové prostředí (CDE), Požadavky Objednatele na informace (EIR), BIM Protokol, Plán realizace BIM (BEP), projektový management, řízení výstavby, řízení procesů, BIM v praxi, smluvní vztahy, role a odpovědností v projektu

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to evaluate the current methods of utilizing BIM tools through a real-life project demonstration. The goal is also to clarify why we need BIM and how should perceive it. Identify potential issues that both the construction project manager and the construction contractor may encounter, and contemplate solutions and improvements to the project management system in order to minimize any risks that typically lead to decrease in the overall smoothness of the preparation and execution process of the construction project.

Keywords

Building information model (BIM), Common Data Environment (CDE), Employer's Information Requirements (EIR), BIM Protocol, BIM Execution Plan (BEP), project management, construction management, process management, BIM in practice, contractual relationships, roles and responsibilities in the project

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
Úvod	11
1. Využití BIM v realizaci – stav poznání	12
1.1 Co to je BIM?	12
1.2 Cíle	13
1.3 Oblasti využití BIM při realizaci	14
1.3.1 Nastavení spolupráci na projektu	14
1.3.2 Dimenze BIM modelování	16
1.4 Směr vývoje postupů využití BIM	22
1.4.1 Před-realizační fáze	23
1.4.2 Realizační fáze	24
1.4.3 Provozní fáze	25
1.5 Hlavní překážky implementace postupů v praxi	26
1.6 Předpokládané přínosy	28
1.7 Současný stav zavádění BIM v České republice	29
2. Aplikace BIM na konkrétním projektu	32
2.1 Cíle projektu	32
2.2 Předpokládané přínosy a využití BIM pro konkrétní projekt	33
2.3 Aplikované postupy na projektu	35
2.3.1 DIMS	36
2.3.2 Kontrola kvality na staveništi	38
2.3.3 Řízení BOZP na staveništi	40
2.3.4 Nasazení CDE	42

2.4	Zhodnocení aplikace na projektu	43
2.4.1	DIMS.....	43
2.4.2	Kontrola kvality na staveništi.....	46
2.4.3	Řízení BOZP na staveništi	47
2.4.4	Interakce v CDE	49
3.	Návrh na využití BIM na základě poznatků z projektu	50
3.1	Postupy a priority úspěšného využití BIM.....	50
3.2	Nástroje a potřeby pro dosažení cílů	51
3.2.1	EIR – Požadavky Objednatele na informace	52
3.2.2	BIM protokol	53
3.2.3	Datový standard a klasifikační systém	54
3.2.4	Plán realizace BIM (BEP).....	55
3.2.5	Level of Detail, Level of Development	56
3.2.6	CDE – Společné datové prostředí.....	59
3.2.7	Process management.....	61
3.2.8	Firemní role a organizační struktura.....	62
3.2.9	Projektové role a organizační struktura	63
3.3	Porovnání aplikací metod na projektu a návrhu na využití 65	
4.	Závěr a doporučení	66
	Bibliografie	68
	Seznam obrázků	71
	Seznam tabulek	72

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Definice
AIM	Asset Information Model; Informační model aktiva
BEP	BIM Execution Plan; Plán realizace BIM
BIM	Building Information Modeling, Informační modelování staveb
	Building Information Management, řízení informací stavby
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method; certifikace udržitelnosti budov
CAD	Computer-aided design; počítačem podporované navrhování
CAFM	Computer-aided facility management; počítačem podporované řízení správy budovy
CCI	Construction Classification International; mezinárodní klasifikační systém
COBie	Construction Operations Building Exchange; specifikace pro zachycení a předávání projektových a stavebních informací správcům budov
ČAS	Česká agentura pro standardizaci
ČKA	Česká komora architektů
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků ve výstavbě
DIMS	Digitální informační model stavby
EIR	Employer's Information Requirements; Požadavky Objednatele na informace
GP	Generální projektant
HMG	Harmonogram
IFC	Industry Foundation Classes; Výměnný formát pro stavebnictví
KZP	Kontrolní a zkušební plán

LOD	Level of Detail/Level of Development; stupeň detailizace/stupeň podrobnosti informací
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing; Technické zařízení budov
MVD	Model View Definiton; definice pohledu na model
PD	Projektová dokumentace
PIM	Project Information Model; Informační model projektu
RTCH	Rozvody tepla a chladu
TDI	Technický dozor investora
TZB	Technické zřízení budov
VZT	Vzduchotechnika a klimatizace

Úvod

BIM (Building Information Modelling/Management) se může považovat za revoluční nástroj, který nutí architekty, projektanty a zhotovitele kompletně změnit pohled na způsob a logiku práce, který doposud ve stavebním průmyslu převažuje. Oproti klasické komunikaci pomocí „2D“ výměně dat, přináší mnoho výhod pro všechny účastníky stavebního procesu: dokáže zautomatizovat manuální procesy, při kterých dochází k chybovosti kvůli lidskému faktoru (např. automatická detekce kolizí), umožňuje zrychlení reakce členů projekčního a realizačního týmu na změny a úpravy, zlepšuje komunikaci všech zainteresovaných stran a účastníků projektu, vylepšuje management dat, jejichž pohotová a správně zorganizovaná výměna dokáže ušetřit čas a náklady během přípravy a realizace stavby a v neposlední řadě umožnit efektivnější řízení údržby objektu po uvedení do provozu.

Samotná „čistá“ myšlenka se všemi možnými způsoby nové logiky řízení projektu se bohužel spíše zdá být utopická a nereálná v dnešní době při dnešním stavu lidského a technologického potenciálu. Ne všechny „vysněné“ BIM nástroje je možné aplikovat na současné projekty, ale tím vzniká potřeba se zamyslet, jestli opravdu se vyplatí hnát zběsilou rychlostí k naplnění přílišného očekávání. V této bakalářské práci bude představeno teoretické pojednání o tom, proč BIM není „magická pilulka“ k řešení problémů, provede se analýza reálné aplikace metod, které se v českém stavebnictví využívají na konkrétním projektu a jak usnadňují nebo komplikují řízení projektu a následně zhodnocení a doporučení optimalizaci postupů nasazení BIM nástrojů.

1. Využití BIM v realizaci – stav poznání

1.1 Co to je BIM?

BIM může znamenat dva celkem rozdílné a zároveň velmi shodné věci: informační modelování staveb a informační management staveb. Informační modelování staveb je spíše termín, který využívají architekti a projektanti, kteří se podílejí hlavně na tvorbě samotného modelu stavby. Informační management staveb využívají spíše projektoví manažeři a zhotovitelé, kteří s modelem po jeho vytvoření pracují, využívají a aktualizují ho.

Definice BIM dle České agentury pro standardizaci:

„BIM (Building Information Modelling) neboli informační modelování staveb je proces vytváření, užití a správy dat o stavbě během jejího životního cyklu. „M“ lze vnímat také jako zkratku pro slovo „Management“, které možná lépe vystihuje, co použití BIM umožňuje, tedy především řízení informací o stavbě.“

Tato metodika se může považovat za další velký evoluční krok stavebnictví nové etapy, který naposledy nastal v roce 1957 s vynalezením a postupným zavedením do praxe nástroje CAD (počítačem podporované navrhování), pomocí kterého se dají vytvářet pouze editovatelné grafické informace. Poté následovala dlouhá cesta implementace softwarových nástrojů CAD do běžné praxe pro navrhování staveb, která enormně zrychlila a zjednodušila proces tvorby výkresů. V dnešní době softwarové programy typu CAD jsou rozšířené a dostupné natolik, že se nenajde stavební inženýr nebo architekt, který by je nevyužíval. Hlavní nevýhodou CAD programů je to, že data o projektu zůstávají neaktualizovaná a jednotlivé výkresy ani jejich informace nejsou mezi sebou navzájem sdíleny. Tudíž vzniká potřeba manuální úpravy informací a geometrie, což prodlužuje proces tvorby a přináší větší riziko nedostatečné koordinace mezi jednotlivými profesemi. [1]

1.2 Cíle

Současné projekty jsou čím dál tím složitější a komplexnější, přinášející mnohem větší objem dat na zpracování a komunikaci mezi lidmi. Tímto přirozeně začala vznikat potřeba naprosto nového způsobu koordinace a předávání informací mezi všemi kooperujícími účastníky projektu. Stavebnictví dlouhou dobu prožívá stagnaci z hlediska efektivity výroby, např. oproti jiným průmyslovým oborům, kde se zavádí automatická robotická výroba a minimalizace lidského faktoru při tvorbě určitého produktu. Má to souvislost s tím, že ve stavebnictví se nejedná o sériový výrobek, který je možné produkovat pomocí montážní linky a robotickými sestavami na jednom místě při ideálních podmínkách. Každý produkt – stavba vyžaduje komplexní individuální řešení v závislosti na umístění, možnosti nasazení mechanizace a účelu využití.

Stavební projekt ještě v průběhu návrhu prochází velkými změnami, které většinou po jejích aktualizacích se přenáší pomocí výkresů, které se navzájem předávají v papírově a digitální formě nebo pomocí emailové komunikace. Při tomto postupu dochází buď k nevčasnému informování, zapomenutí nebo ztrátě dat. BIM při jeho správné implementaci řeší tyto problémy a zefektivňuje předávání a řízení informací.

První řešení pro mnoho lidí se jeví tvorba 3D geometrického modelu budoucí stavby, což přináší větší přehled pro koordinaci mezi profesemi a mezi výkresy. Je to ale pouze ta menší část z hlediska celé logiky práce dle metodiky BIM, která sice zefektivní práci, ale pouze v tom případě, když jsou správně určeny postupy tvorby a role pracovníků. Z hlediska řízení celého projektu od přípravy až po užívání je pouze grafický 3D model stavby naprosto nedostačující a při selhání postupů jeho tvorby a aktualizace může vést nejen ke zvýšení nákladů na výstavbu a údržbu, ale i k časovému zdržení při realizaci. Pro projektového manažera, zhotovitele a budoucího správce budovy jsou cennější negrafická data, který by měl model v sobě obsahovat jako základ metody BIM. Jakmile model obsahuje ke grafickým objektům i negrafická

data (parametry), může se definovat jako 3D grafická databáze. Poté následuje nastavení procesů správy dat, kontrola jejich aktuálnosti, jednoduchý přístup k nim pro všechny účastníky projektu a vzájemné předávání během celého životního cyklu stavby.

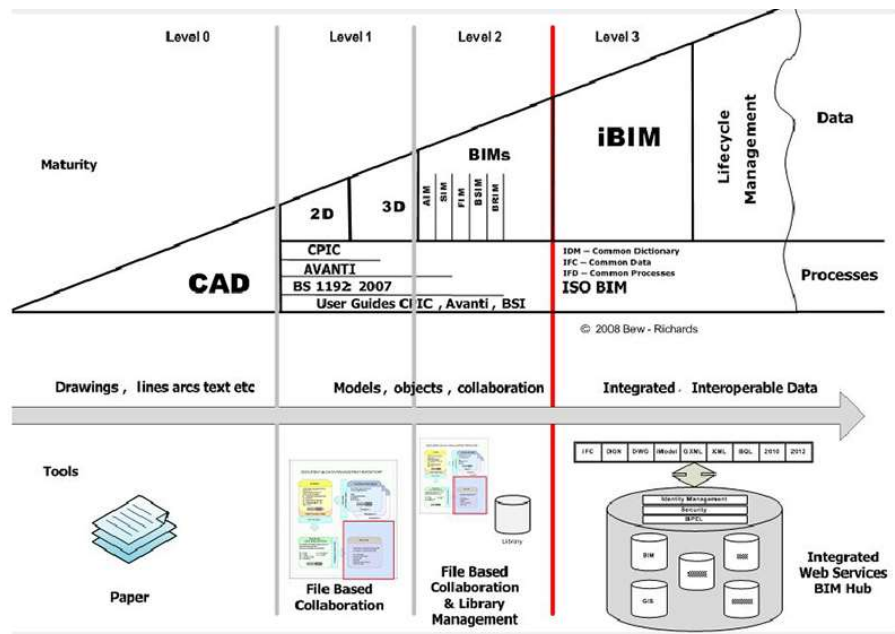
1.3 Oblasti využití BIM při realizaci

1.3.1 Nastavení spolupráci na projektu

Úspěšné řízení projektu funguje na jednotném základním principu – spolupráci. Efektivní řízení jakéhokoliv projektu záleží na tom, jestli jsou vypracovány procesy řízení, stanoveny role a odpovědnosti jednotlivců tak, aby každý účastník si byl vědom svých povinností, nesl za ně odpovědnost a věděl, jak svými činy podporovat, nezastavovat a nezpomalovat workflow (postup prací, který je dělen na dílčí aktivity, pro zajištění komfortního pracovního prostředí). Tudiž poskládat jednotlivé subjekty takovým způsobem, aby „mechanismus“ procesů řízení projektu začal pracovat.

Řízení projektu ve stavebnictví je specifické z důvodu toho, že dílo nikdy nevytváří jeden stálý tým. Jde obvykle o spolupráci několika větších subjektů, které jsou tvořeny menšími subjekty. Každý subjekt – dodavatel stavby, architektonická kancelář nebo projekční kancelář mají jiné zažité metodiky pracovních postupů, a ne vždy dokážou spolupracovat, aby se navzájem nebrzdily. Přesně tento problém nutí přecházet na jednotný systém, kde předem každý celek bude vědět, co může od jiného v rámci projektu očekávat a návod, jak s ostatními komunikovat „jedním jazykem“, aby nedošlo k nedorozuměním.

Jelikož BIM ve fázi Building Information Management je spíše projektové řízení a ne, jak chybně bývá chápán, pouze 3D modelování, tak s jeho rozvojem a implementací do reality začalo vznikat rozdělení úrovní „vyspělosti“ projektového řízení. V danou chvíli byly definovány Markem Bewem a Mervynem Richardsonem tři hlavní úrovně dle kterých můžeme klasifikovat řízení stavebního projektu v BIM:



Obrázek 1 - Stupně BIM modelování, zdroj: [2]

Úroveň 0:

- Nekoordinovaná práce jednotlivých celků
- Nedefinovaná pravidla pro výměnu informacemi
- CAD výkresy obsahující pouze geometrii, absence parametrů
- Výměna informacemi probíhá buď na papíře nebo v elektronické podobě

Úroveň 1:

- Konkrétnější pravidla pro jednotlivé celky
- Tvorba dokumentace využitím CAD ve 2D nebo 3D
- Využití společného datového prostředí (CDE) pro výměnu informacemi
- Jednoduchá koncepce datového standardu

Úroveň 2:

- BIM modely, na kterém se podílí vícero subjektů, které spolu poté tvoří jeden konfederativní – propojený BIM model
- Již definovaný datový standard
- Rozdělení odpovědností

- Možnost využití modelu pro řízení výstavby, plánování nákladů a času (4D, 5D)

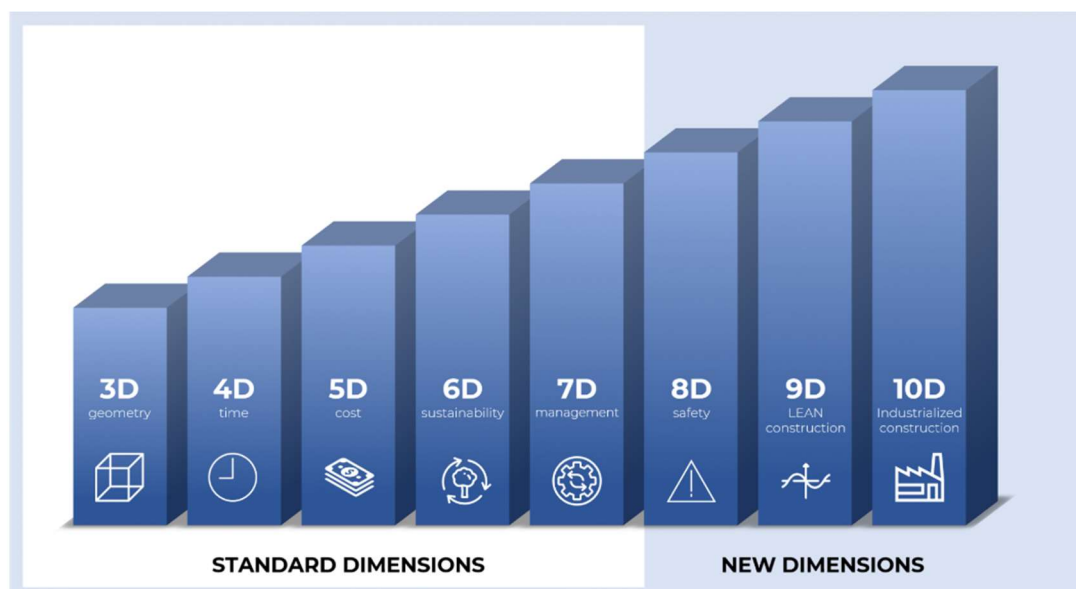
Úroveň 3:

- Kompletní integrace procesů návrhu, přípravy a výstavby projektu do společného datového prostředí (CDE)
- Využití jednotného formátu IFC pro výměnu informací
- Veškeré aktivity probíhají na jednotném, centrálně řízeném modelu
- Využití modelu pro řízení celého životního cyklu projektu [3]

V současnosti většina realizovaných projektu v ČR se nachází na úrovni jedna, velmi malý podíl se blíží k úrovni dva, která ještě není 100% dosažitelná pro větší část firem ve stavebním průmyslu. Úroveň tři je spíše vize vytvořená kolem slova BIM, která spíše škodí, než přináší motivaci k jejímu dosažení. Pracovníci zvyklí pracovat na úrovni nula nebo jedna, ve většině případů nijak nevítají další změny. Důvodem je malá připravenost odvětví na často nepromyšlené a nedotažené změny vyplývající z nadměrných očekávání a nereálných požadavků. Veškeré procesy by se měly interpretovat znovu a postupně se implementovat do projektů při znalosti realistického stavu lidského a technologického potenciálu. Tyto počáteční kroky by měly významný přínos pro celé odvětví.

1.3.2 Dimenze BIM modelování

Dimenze modelu v BIM prostředí je pojem, kterým autoři modelu definují stupně informací, které model bude obsahovat a k čemu všemu model a jeho informace mohou se využívat. Jelikož jen pouhé 3D modelování, které je zatím v České republice nejrozšířenější, by využívalo pouze tu nejmenší část potenciálu, kterou BIM ve své podstatě umožňuje, je nutné se zaměřit i na další stupně podrobnosti modelu a informací, které může model obsahovat.



Obrázek 2 - Dimenze BIM modelování, zdroj: [4]

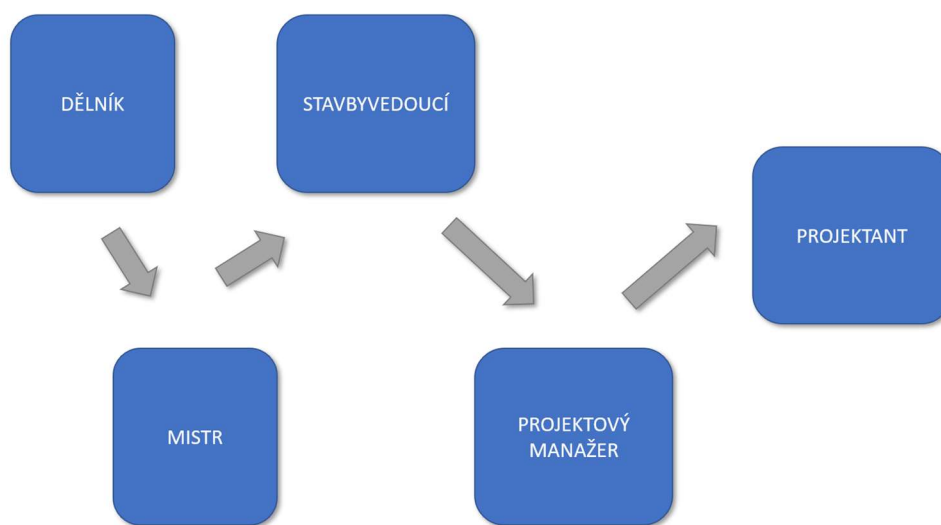
1.3.2.1 Rozměr 3D – geometrie

První nejrozšířenější dimenzí, která pro lidi nepracující v BIM nejvíce blízká k pochopení, je 3D modelování. Vysoký zájem o 3D model byl zpočátku vyvolán snahou o získání výhody pro investora z hlediska marketingu, jelikož dokázal více ohromit a zaujmout potenciálního klienta. Interaktivní prohlídky prostor k pronájmu v digitálním prostředí dokázaly mnohonásobně zvýšit atraktivitu pro zákazníka. Pro tyto účely však stačí 3D vektorová geometrie pro vizualizaci bez parametrických informací.

Při tvorbě projektu pouze v dimenzi 2D (běžná výkresová dokumentace) nastává velké riziko nedostatečné koordinace mezi profesemi, která vede ke kolizím např. technického zařízení budov s nosnými konstrukcemi. Tyto kolize vedou k chybám při realizaci a mohou značně zkomplikovat práci a život zhotovitelům. Z důvodů předávání „mrtvých nebo statických“ (nepropojených) výkresů mezi jednotlivými projektanty, které se můžou kdykoliv změnit a upravit, dochází k tomu, že návrh konstrukcí a technických řešení (TZB/MEP) probíhá často na již na neaktuální verzi projektové dokumentace.

3D navržený digitální informační model stavby dokáže ulehčit práci projektantovi, zabránit výskytu velkého počtu chyb ve fázi navrhování a umožní posunout řešení problému do fáze projektové, a eliminovat velký

pošett problémů objevených během výstavby, kdy řešení stojí mnohem více peněz, času a zapojuje do toho procesu větší počet lidí.



Obrázek 3 - Přenos informací o problémech během výstavby, zdroj: vlastní zpracování

3D model umožňuje projektantovi vizuální kontrolu fyzických kolizí, ale při větších a komplikovanějších projektech tento způsob je naprosto nedostačující a kontraproduktivní. Proto vznikla potřeba vyvinout takový software (např. Navisworks od Autodesk nebo Solibri od A Nemetschek Company), který při správném nastavení počátečních parametrů dokáže mnohem rychleji a s vysokou přesností najít problémová místa, kde v průběhu výstavby by nastaly kolize. Možnosti kontrol se neomezují pouze na geometrické kolize, ale také i na kontrolu parametrů informací v modelu, jejichž nesoulad se objeví a způsobí komplikace ve fázi realizaci stavby. [5]

1.3.2.2 Rozměr 4D – čas

Doba výstavby je jeden z nejdůležitějších faktorů, který řeší jak investor, tak i zhotovitel. Čas stojí peníze, a proto vzniká potřeba optimalizovat stavební procesy tak, aby samotná realizace se provedla v co nejkratším časovém úseku.

4D modelování může jít dvěma cestami. První je taková, že 3D model budoucí stavby se propojí s vypracovaným návrhem harmonogramu, který dodá zhotovitel objednateli. Ke každé konstrukci je

přirazena doba počátku realizace a její konec. Většinou harmonogramy např. nosné monolitické konstrukce se realizují takovým způsobem, že se dodá doba realizace veškerých svislých konstrukcí a následně doba realizace vodorovných konstrukcí určitého podlaží. Správný odhad časového průběhu realizace záleží pouze na schopnosti přípravaře navrhnout takový postup, který dokáže správně předvídat náročnost provádění konstrukcí a inteligentního posouzení pracovního potenciálu zaměstnanců stavby. Po propojení harmonogramu s 3D modelem dokážeme simulovat postup výstavby, tedy postavit stavbu dvakrát: jednou „digitálně“ a podruhé „reálně“. V před-realizační fázi tento způsob teoreticky by mohl poukázat na nevhodnost postupů a návazností při realizaci anebo nevhodnost návrhů konstrukčních řešení objektu. [6]

Druhý způsob, který nám umožňuje technologický potenciál BIM, spočívá v automatickém návrhu časového plánu výstavby na základě parametrického modelování, kde již při tvorbě modelu projektant může zadávat jednotlivé vazby mezi konstrukcemi a jejich prostorové vlastnosti. Tento postup funguje na základě umělé inteligence, kdy model postaví „sám sebe“ a dokáže rozhodovat o tom, jak práce půjdou za sebou a pomocí algoritmu dokáže vygenerovat nejrychlejší cestu k dokončení díla. Hlavním problémem v tomto případě je znalost technologie a absence přehledu o specifických postupech realizace, kdy se konstrukce dělí na záběry a takty, které ve většině případů pramení z nasazení technologie a úpravy dílčích termínů realizace stavby. [6]

Hlavním problémem této metody práci s modelem je časová a profesní náročnost takového postupu, který oproti standardnímu využívání a vypracování harmonogramu nepřináší žádné významné výhody. V tomto případě je vhodnější využít čas a pracovní sílu na propracovanější verzi harmonogramu s návrhem kapacity lidských zdrojů potřebných ke včasnému dokončení díla. Ve světě se tato metoda osvědčila a již byla implementována do praxe. V ČR aplikace rozměru 4D ještě zaostává a zatím nenajde využití z důvodu nízké jakosti vytvářených

modelů, nedostatku lidských zdrojů s kvalitními poznatky ohledně BIM a absencí motivace.

Perspektivnější způsob nasazení digitálních nástrojů se nabízí skenování objektu z dronu a tvorbu modelu průběhu realizace, který se provede mnohem přesněji a zobrazí reálný průběh postupů prací. Nová technologie umožňuje instalaci snímací kamery např. na jeřáb, která je propojena se sítí bodů a automaticky dokáže vyčíslit objemy provedených stavebních prací (např. zabedněnou plochu, objem uloženého betonu) a je ekonomicky příznivější a efektivnější z hlediska porovnání časové náročnosti k dosažení stejných cílů.

1.3.2.3 Rozměr 5D – náklady

Při správném zadání parametrů jednotlivých stavebních prvků a definování materiálů pomocí softwaru je možná automatická tvorba výkazu výměr a následné ocenění a vyčíslení nákladů na provedení stavby. Rozpočtář díky filtrování dokáže lépe určit počet jednotlivých prvků nebo materiálů, což přispěje k efektivní tvorbě cenové nabídky. 5D modelování umožňuje propojení finančních prostředků v určitém časovém horizontu, pokud dojde k propojení s HMG stavby. Jelikož 5D modelování přímo navazuje na časový průběh stavby a simulaci výstavby, rozpočtář dokáže na základě simulace získat informace např. o využitelnosti prostoru pro skladování jednotlivého materiálu nebo nasazení pracovníků. S těmito informacemi dokáže lépe vystihnout okrajové podmínky, které budou mít vliv na cenu projektu a efektivně upravit cenu stavebních prací tak, aby nejlépe odpovídaly průběhu výstavby. [6]

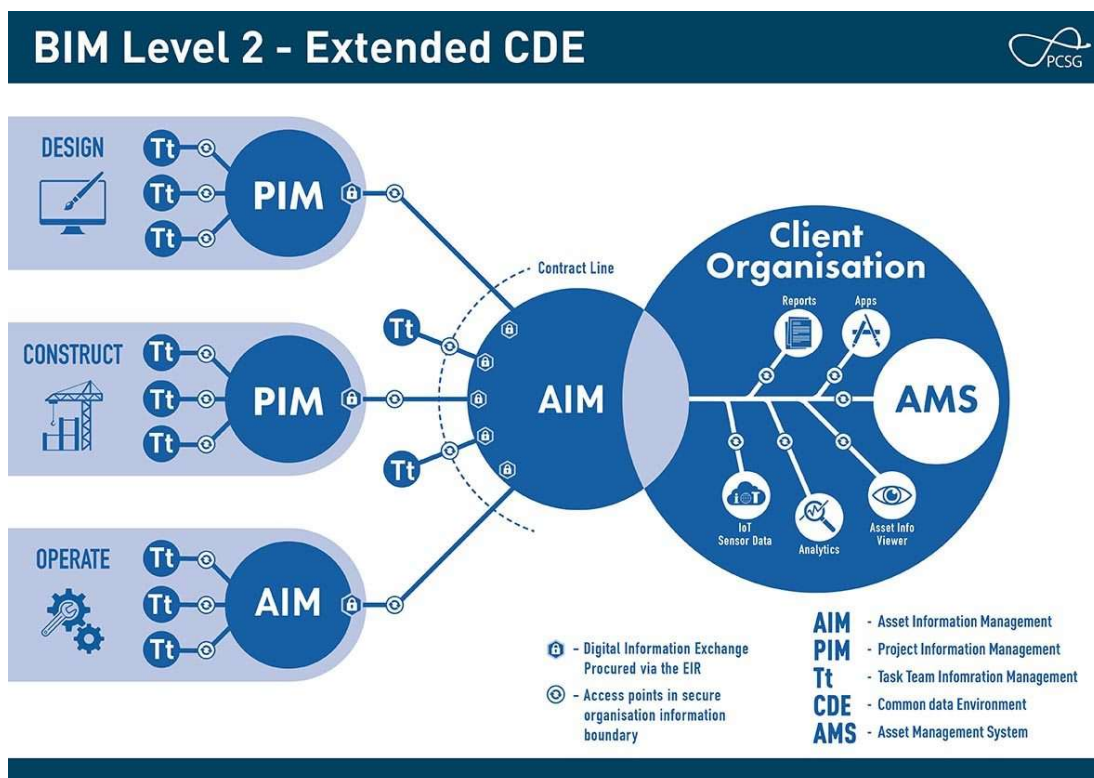
Problémem tohoto způsobu práce s modelem je absence kvalitních digitálních knihoven jednotlivých stavebních prvků, ze kterých je model skládán. Základem správného modelování je tvorba digitálního informačního dvojčete stavby, nikoliv pouze geometrického. Projektant již od začátku musí si být vědom, jaký prvky používá, kontrolovat správnost jejích parametrických informací a v případě změn udržovat tyto informace aktuální, aby model v co největší míře odpovídal reálnému

objektu. Pouze při dodržení těchto podmínek by se mohl provést export výkazu výměr, který ale nebude zcela kompletní a stejně bude muset dojít k jeho kontrole a dopracování.

1.3.2.4 Rozměr 6D – Facility management

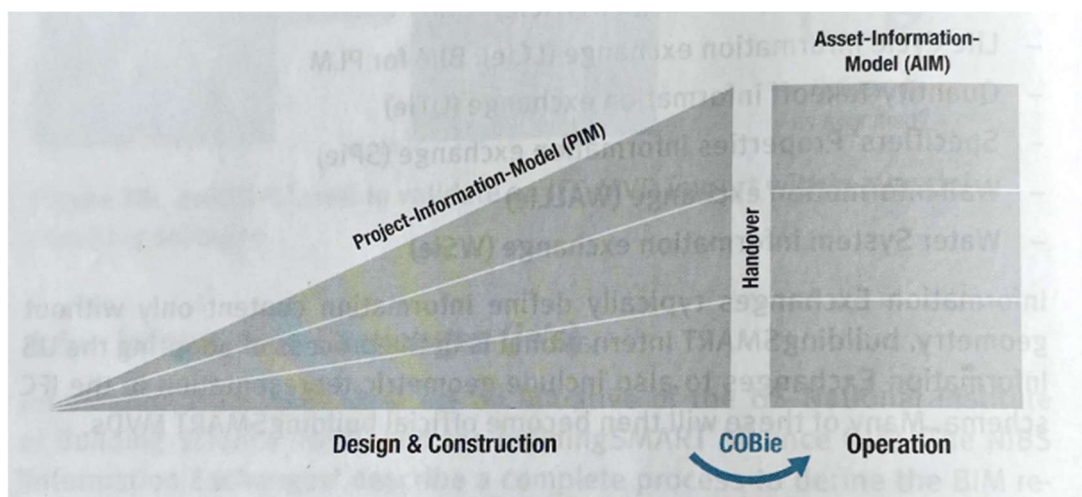
Facility management neboli řízení provozu, správy a údržby objektu po jeho dokončení se většinou přehlíží a nevěnuje se jí dostatečná pozornost. Obzvláště pro tuto fázi životního cyklu stavby má řízení projektu metodou BIM největší přínos. Údržba objektu po celou dobu životního cyklu stavby dokáže být finančně náročnější než samotná výstavba.

Z důvodů velkého objemu dat a jejich rychlého dynamického průběhu během provozu je až nemožné udržet data získaná s předáním díla v aktuální podobě. Vzniká potřeba vytvoření AIM (Informační model aktiva), který bude představovat reálnou stavbu s veškerou zabudovanou technologií. Aby tento postup vůbec mohl fungovat, je zcela zásadní, aby včas byly definovány požadavky i na Asset Information Model, který se bude vytvářet z Project-Information Model, což je základní model, který se využíval a aktualizoval během realizace objektu.



Obrázek 4 - Vazby jednotlivých modelů, zdroj:[7]

Proces předávání informací z PIM do AIM se nazývá COBie (Construction Operations Building Information Exchange). COBie popisuje veškeré zařízení v objektu a přiřazené k nim vlastnosti. Jedná se pouze datový soubor, který neobsahuje žádnou geometrickou návaznost. Pomocí pluginů COBie může být vygenerován jak v IFC formátu, tak i jako klasický sešit Microsoft Excel a může být aktualizován i manuálně. Veškerá data COBie jsou zásadní pro facility manažera, která se využijí jejich přenosem do CAFM (Computer Aided Facility Management System), což je digitální nástroj, který umožňuje efektivní management dat nezbytných pro údržbu objektu, shromažďuje je na jednom místě, obsahuje kalendář pro plánování revizí a oprav, veškerou dokumentaci, provozní knihu zařízení a jiné vlastnosti, které záleží už na jednotlivém výrobcí a vývojáři. Požadavky na data COBie proto vyžadují jejich přizpůsobení takovým způsobem, aby byly kompatibilní s vybraným CAFM systémem. Z toho vyplývá, že budoucí facility manažer by měl vstupovat do projektu co nejdříve, aby s dostatečným časovým předstihem se mohly nadefinovat požadavky a postupy nasazení digitálních nástrojů. [8][5][9]



Obrázek 5 – Logika přenos dat z PIM do AIM, zdroj: [8]

Využití BIM pro řízení provozu je nejperspektivnější ze všech definovaných rozměrů modelu, který v prostředí ČR se může aplikovat.

1.4 Směr vývoje postupů využití BIM

Po nastudování velkého množství informací od různých odborníků a autorů si myslím, že představa ohledně BIM v ČR je celkem zkrleslená. Na

celou metodu se kladou až příliš vysoké očekávání z důvodů srovnání využití BIM v okolních průmyslově vyspělejších zemích, a však s absencí globálních pohledů na problematiku a bez zohlednění okolností, které mají vliv na pozitivní výsledky. Opomíjí se faktum, že stavebnictví zažívá již delší dobu stagnaci z hlediska progresu a vytváření nových postupů. Změnily se nástroje pro navrhování a výpočetní programy, ale postupy projektového řízení zůstávají nadále stejná. Globální změny jsou vždy složité a obzvláště v odvětvích, kde zvyky jsou natolik zažité, že trvají několik desetiletí. Vzniká strach z něčeho nového, neochota změny, jelikož: „*Děláme to již 20 let stejně, funguje to a proč to máme vůbec měnit*“. Proto lidi, které o BIM píší, vyjadřují se problematice a „tahají“ ho do extrému, vůbec nezohledňují okolnosti, které brání v naplnění cílů a očekávání.

V následujících kapitolách proběhne popis postupů, které se propagují jako cíl, ke kterému by se BIM v ČR měl směřovat.

1.4.1 Před-realizační fáze

Již v záměru projektu stavebník určí priority a cíle, které bude chtít dosáhnout použitím BIM prostředí dosáhnout. Jasně definuje EIR (Employer's Information Requirements), kde popíše, co od modelu čeká, požadavky na informace, které model by měl obsahovat a poskytovat. Současně s EIR je zpracován BIM protokol (smluvní příloha zabývající se specifiky projektu v BIM prostředí) a BEP (Plán realizace BIM), který dá jasný návod, jak jednotlivé týmy mezi sebou budou komunikovat. Dále bude připraven datový standard a klasifikační systém, který sjednotí jednotlivé výstupy tak, aby každý věděl, kde hledat negrafické i grafické informace, co obsahují a jak s nimi zacházet. Investor s každým subjektem, který do projekční fáze bude vstupovat, připraví BEP (BIM Execution Plan). V tomto dokumentu popíše, jakým způsobem bude plnit požadavky zadavatele a zachytí pracovní postupy, které budou smluvně závazné. Jasně se definuje přístup a použití CDE (Common Data Environment), kde komentáře a připomínky se nebudou řešit přes

emailovou komunikaci, ale budou vázány jako odkazy k určitým objektům v digitálním prostředí.

Práce bude probíhat na jednotném centralizovaném modelu, ke kterému bude umožněn přístup pro všechny účastníky projekční fáze. Během realizace by se měly využívat nástroje pro simulace, které zlepšují řešení a pomůžou v posudku stavby z hlediska denního osvětlení, akustiky, návrhu únikových cest a chování konstrukce při požáru a její případná deformace. Bude provedena analýza spotřeby energie při provozu stavby a některé stavební prvky bude možné vytisknout pomocí 3D tiskárny přímo z modelu. Pomocí doplňkového softwaru bude také následně provedena detekce kolizí. Model pomocí AI identifikuje riziková místa a práce, provede se řešení BOZP a návrh opatření se uskuteční již při modelování, tím pádem bezpečnostní management vstoupí do projektu mnohem dříve než při běžné praxi. [5]

Z modelu bude generován přesný výkaz výměr, díky kterému dodavatel stavebních prací následně dokáže nacenit zakázku. Model automaticky vygeneruje harmonogram, který dodavatel upraví podle sebe a následně bude harmonogram provázán s modelem, který bude vizualizovat postup stavebních prací v čase a pomůže lépe plánovat postup výstavby. Tok financí bude též vázán na časovou osu a tím přispěje k lepšímu plánování financování projektu v realizační fázi. [10]

Povolování staveb se neuskuteční tradičním způsobem, ale stavební úřady budou mít vytvořený informační profil, čímž vymizí potřeba komunikovat pomocí papírové dokumentace a povolování staveb bude probíhat přes výměnu informačních kontejnerů s povolovacími a řídicími orgány. [11]

1.4.2 Realizační fáze

Dodavatel stavebních prací bude plánovat dispoziční možnosti skladovacích ploch na staveništi, simulovat vnitro-staveništní komunikaci a plánovat postup výstavbových procesů v digitálním prostředí. Bude probíhat aktualizace skutečných nákladů na provedení stavby, které

budou provázány s plánovanými náklady, který model bude obsahovat již z před-realizační fáze. Díky propojení harmonogramu s modelem budou plánovány návozy materiálů a prefabrikátů metodou Just-In-Time, kdy dle aktuálního stavu výstavby bude možné lépe vystihnout ideální čas dodání materiálů na stavenišť. Dílenská dokumentace bude automaticky generována z modelu, která ale bude vyžadovat dopracování od výrobce s zohledněním svých výrobních možností a specifických znalostí. Během výstavby zhotovitel bude průběžně aktualizovat model a doplňovat informace ke konstrukcím a zabudovaným stavebním prvkům, které následně budou přínosné ve fázi užívání stavby. Komunikace se subdodavateli bude probíhat v CDE, kde pomocí fotografií zhotovitel bude upozorňovat na vady a nedodělky, kontrolovat jakost provedení. Kontrolní zkušební plány budou automaticky vázány k jednotlivým konstrukcím v modelu, tudíž se sníží administrativní činnost ve fázi výstavby objektu. [10] [8] [5]

Předání díla bude probíhat přes prostředí CDE, kdy investor bude mít k dispozici veškeré potřebné informace o výstavbě.

Analytický software bude využíván pro certifikaci staveb, kdy BIM model sníží náklady na certifikační proces (např. BREEAM) [10]

1.4.3 Provozní fáze

Za účelem zvýšení energetické efektivity stavby, snížení nákladů spojených s provozem objektu, eliminaci poruchovosti technického zařízení budov se provede pomocí BIM optimalizace veškerých procesů spojeného s provozem a užíváním stavby. Na konci realizace stavby objem dat, který model obsahuje, bude mnohem větší, než ve fázi před-realizační. Proto vznikne tzv. Asset Information Model, kde budou shromážděna data, které se využijí pouze pro řízení provozu a údržby objektu. Jelikož veškerá data nezbytná pro facility management jsou sbírána od různých subjektů, budou se aktualizovat v AIM a následně transportována do CAFM systémů, kde budou centralizovaná, uspořádaná a jednoduše dohledatelná. Facility manažeři při své práci budou moci

využívat např. tablety a přiřazovat informace přímo k jednotlivým zařízením v digitálním prostředí. [10] [12]

1.5 Hlavní překážky implementace postupů v praxi

Hlavní překážkou pro implementaci BIM pro projekční a stavební firmy je neschopnost určit finanční dopady na kompletní přechod od projektování k modelování. Proto, aby celý proces začal fungovat, byla by potřeba naprosto přeorganizovat vnitřní strukturu firmy, provést změny co se týče personálu, protože nové postupy vyžadují lidi, které v tomto prostředí jsou schopné pracovat, a hlavně jsou motivováni. Bohužel podle vlastní zkušenosti a zkušeností mých kolegů mohu tvrdit to, že výuka práce v BIM na vysokých školách není dostatečná. Jsou předměty, které problematiku přiblíží, ale všechno, co se člověk naučí, je velmi daleko od toho, co praxe v dnešní době dokáže nabídnout, tudíž vzniká nedostatek odborníků, které jsou připraveni aplikací nástrojů BIM využívat v praxi.

Implementace BIM do firmy se dá vnímat i jako investiční záležitost. Zakoupení licencí pro digitální programy a aplikace, workshopy pro personál povedou k velkým finančním nákladům a dále se musí vypracovat finanční strategie pro nevyhnutelné případy ztráty produktivity. Stagnace a pokles produktivity nastane vždy při zavedení nových postupů práce. To ale nemůže být důvod, proč na BIM nepřecházet, jen je třeba to přijmout, vypracovat strategii a počítat s komplikacemi během počátečních fází nastavení nových pracovních postupů.

Výběr softwaru pro práci je klíčový, ale bohužel většina aplikací je orientována na zahraniční standardy. Tím vzniká potřeba tvorby norem a jednotných postupů na státní úrovni, která sice probíhá, ale jak ukazuje praxe, ne tak rychle, jak bylo plánováno. A je jasné, že takové organizace jako je ČKA a ČKAIT zatím budou vystupovat proti zavedení BIM do praxe, jelikož stále méně lidí se hlásí na technické obory, což znamená hegemonii starší generace v oboru, která BIM neumí a učit se ho ani nebude. [13]

Kancelář České komory architektů je opakovaně upozorňována na veřejné zakázky na projektové služby, u nichž je podmínkou odevzdání dokumentace ve formátu BIM. Upozorňujeme na úskalí tohoto postupu. **Vypracování projektové dokumentace metodou BIM** (v některém ze softwarů, které zpracování umožňují) **není dosud mezi autorizovanými architekty běžně rozšířené**. Na vině je také dosud nedohodnutý formát společného datového prostředí a klasifikační systémy, které by měly být řešeny „**zákonem o BIM**“ a vyhláškami (aktuálně připravovaný s účinností od 1. 7. 2023). MPO ČR chystá povinnost zadávání pro veřejné zadavatele pouze u nadlimitních zakázek. **ČKA se spolu s ČKAIT a MMR ČR angažuje v procesu přípravy**, aktuálně není jisté kdy a v jaké podobě bude daná povinnost uzákoněna. V současnosti **nedoporučujeme veřejným zadavatelům objednávat projektové práce v informačním modelu stavby, není-li pro to zvláštní důvod**. Informační model se sice v soukromém sektoru již v některých případech využívá, ale pouze pro pozemní stavby velkého rozsahu, kde se efekt projeví v přípravě staveb, při jejich realizaci a hlavně ve facility managementu v celém životním cyklu stavby. **Podmínka zpracování zakázky v BIM v tuto chvíli radikálně omezuje okruh možných dodavatelů**: převážnou většinu autorizovaných architektů předem vylučuje z účasti veřejnému zadavateli snižuje možnost nalézt pro jeho záměr ideální řešení. **Z výše uvedených důvodů považujeme požadavek na užití metody BIM v těchto případech za nepřiměřený a fakticky diskriminační**.

V Praze 12. 10., Ing. arch. Jan Kasl, předseda ČKA

Obrázek 6 - Komentář ČKA ohledně použití BIM pro navrhování staveb, zdroj:[13]

Jednotný centralizovaný model, ve kterém se bude navrhovat a simulovat, nemůže se aplikovat z důvodu velké zátěže počítačů a sítě. Výkonnost internetového datového přenosu a hardwaru ještě není natolik vyspělá na to, aby se tento postup mohl aplikovat v praxi.

Při nasazení postupů z odborné literatury se zvětší zátěž na projekční firmy, jelikož přenos potřeby na data na ranním projekčním stádiu se stane enormním. Už na začátku bude potřeba tvořit knihovny prvků, navrhovat opatření BOZP pro realizaci a již kooperovat s budoucím facility manažerem.

Nekompatibilita softwarových formátů je velký problém přenosu dat mezi jednotlivými týmy. Probíhá v IFC formátu, který se zatím jeví jako jediná možná varianta přenosu dat, ale stále je velmi nestabilní. Legislativní nařízení využití jednotné digitální aplikace pro BIM modelování není možné uskutečnit z důvodu omezení konkurenceschopnosti jednotlivých vývojářů a může být neetické. Proto již během zadávání zakázky měl by se brát ohled na software, ve kterém firmy pracují a odvíjet se od strategie výměny informací, která by měla být

předepsána v požadavcích na výměnu informací a smluvně zavázaná v BIM Protokolu.

Povolování staveb nevyužívá přínosy BIM a vyžaduje pouze výkresovou dokumentaci, která je jednodušší a zvyklejší na zpracování v CAD systémech pro tento účel, když se nebere v potaz zajištění kvalitní výměny informací a efektivnější průběh stavebního managementu. Přínosy BIM přicházejí mnohem později, ale není to legislativně žádným způsobem zohledněno. Šablony přizpůsobené pro český trh nejsou zpracovány, a proto vzniká potřeba je vypracovat každé firmě zvlášť, což zvyšuje náklady a zvyšuje zátěž na firmy při přechodu na BIM. Generované výkresy z modelu se často ještě dodělávají v CAD systémech, aby je vůbec stavební úřady je mohly přijmout a posoudit. Tento aspekt je velmi důležitý a často bývá jako jeden z důvodů, proč firmy a projektanti nevidí přínos přechodu na informační modelování staveb. Digitalizace stavebního řízení velmi zaostává a nejbližších letech nebude implementována z důvodu špatné koordinace státní správy a neschopnosti lidí zajistit jasnou metodiku pro standardizaci použití metod BIM v České republice.

1.6 Předpokládané přínosy

Pro dosažení jakosti a plynulého průběhu projektu je vždy potřeba mít jasný plán a předepsaná pravidla. Nezbytně nutné je určit také globální role a odpovědnosti týmů, které se na projektu spolupodílejí (u jednotlivých pracovníků se to definuje až v pokročilejším stadiu vnitrotýmové politiky).

Hlavní důvody, proč by se měly zavádět postupy a metodiky jsou zcela logické:

1. Ujasnění očekávání: Definice cílů, požadavků a pravidel slouží k pochopení očekávání od výsledku a tím udávají směr činností a konkrétním pracovním postupům, které jsou prioritní k dosažení určitého stupně jakosti konečného produktu.

2. Zvýšení efektivity: Správně nastavené priority a postupy umožňuje efektivnější využití času, financí, lidských zdrojů a energie.
3. Zlepšení komunikace: Když se ví, co se očekává a lidi si uvědomují, co pro to je potřeba udělat, tak tímto vzniká lepší integrační prostředí uvnitř týmů a napomáhá v lepší komunikaci a koordinaci činností mezi jednotlivci.
4. Usnadnění kontroly: Při jasně udaném směru projektu, vzniká možnost rozložení celého postupu na menší fáze s jednotlivými kontrolními body, které se poté dá jednoduše identifikovat, vyhodnocovat průběh projektu a případně provádět úpravy, aby se předešlo komplikacím. [14]

Veškeré uvedené přínosy, které mohou být dosaženy, napomáhají k plnění hlavních a dílčích cílů projektu:

- Vyšší kvalita provedeného díla
- Snížení rizika chybovosti
- Včasné dokončení díla
- Efektivnější řízení financí projektu
- Bezpečnost na pracovišti

Proto aby řízení projektu metodikou BIM fungovalo, je potřeba srovnat a udělat si pořádek v pravidlech. Chybně nastavené a nepropracované BIM prostředí pro řízení projektu dokáže být velmi kontraproduktivní, nepřinášet žádné výhody, co nabízí, ale naopak ztížit pracovní podmínky.

1.7 Současný stav zavádění BIM v České republice

V současné chvíli se dá tvrdit, že Česká republika se zabývá otázkami zavedení BIM do praxe již na národní úrovni. Kdybychom nehodnotili stav, tempo, kvalitu a jen globálně si uvědomili, že takový proces probíhá, tak můžeme ocenit snahu o vytvoření národního standardu pro BIM.

Usnesením vlády č. 958 ze dne 2. listopadu 2016 vláda vzala na vědomí informaci o významu metody BIM pro stavební praxi v České republice a jmenovala Ministerstvo průmyslu a obchodu gestorem pro zavádění metody BIM do praxe v České republice. Tímto dokumentem dala za úkol Ministerstvu průmyslu a obchodu za podpory ostatních členů vlády předložit Koncepti zavádění metody BIM v České republice do 31. července 2017 ke schválení vládě. [15]

Koncepce BIM nakonec byla schválena Usnesením vlády č. 682 ze dne 25. září 2017, která popisuje problematiku BIM a pod každou jednotlivou kapitolou obsahuje doporučení jakým způsobem efektivně aplikovat jednotlivé nástroje v českém prostředí. Velmi důležitou přílohou Koncepce BIM je harmonogram postupného zavádění BIM v ČR, kde byly jasně definovány jednotlivé úkoly a jejich předpokládané termíny splnění. Zlomovým bodem měla sloužit povinnost použití metody BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce, financované z veřejných rozpočtů a na zhotovení přípravné a projektové dokumentace od roku 2022. Což se neuskutečnilo a předpokládaný termín zavedení byl posunut na 01.07.2024 s přijetím Zákona o správě informací o stavbě a informačním modelu stavby a vystavěného prostředí, který k 17.04.2023 se nachází v návrhu věcného záměru, ke kterému bylo ukončeno meziresortní připomínkové řízení a vydána závěrečná zpráva k hodnocení dopadů regulace, kde byly zohledněny připomínky jednotlivých resortů. Hlavní důvodem posunutí nabytí účinností zákona byl požadavek na to, aby tzv. „Zákon o BIM“ byl v souladu se zavedením digitalizace stavebního řízení, které bylo odloženo na 1. ledna 2024, jelikož původní termín nebylo možné podle Ministerstva pro místní rozvoj ČR splnit. Účinnost jednotlivých ustanovení zákona, které by nařizovaly tvorbu digitálního informačního modelu vystavěného prostředí bude nabývat o 5 let později oproti zbytku zákona, jak je uvedeno ve druhé verzi závěrečné zprávě z hodnocení dopadů regulace. [16][17]

Česká agentura pro standardizaci a konkrétněji její odbor Koncepce BIM pokračuje na tvorbě jednotných pravidel a dokumentů, které by napomohly efektivní implementaci metody BIM pro Českou republiku. Je to jeden z nejdůležitějších základů pro zavedení metodiky BIM – sjednocení postupů a pravidel. Mezi již vytvořené dokumenty patří postupy nasazení společného datového prostředí v organizaci veřejného zadavatele, postupy tvorby a šablony BIM Protokolu, vzory smluvních podmínek pro provedení a projektování staveb, tvorbu datového standardu ČR a také tvorbu jednotného klasifikačního systému v kontextu informačního modelu stavby. Však většina firem tyto podklady nevyužívá nebo využívá velmi zřídka, a tvoří si vlastní interní dokumenty a postupy realizace BIM, což svědčí o jejich kvalitě zpracování. [18]

Základní soubor norem, který popisuje procesy managementu informací v digitálním prostředí, je označen ČSN EN ISO 19650 a aby byla zajištěna podpora pro jejich implementaci, ČAS vytvořila příručku, která by měla pomoci využívat uvedené v nich postupy.

Jedním z cílů před povinným zavedením využití metodiky BIM pro veřejné dodavatele bylo vydání Metodiky informačního modelování staveb pro potřeby veřejných zadavatelů, které se uskutečnilo 15.12.2022 ve své druhé verzi po zpracování připomínek a námětů. Metodika obsahuje základní seznámení s problematikou a bližší vysvětlení jednotlivých pojmů, které se týkají využití BIM, a hlavně je zaměřena na využití modelu pro údržbu a správu objektu a taky navazuje na propojení BIM s realizací digitálního stavebního řízení, které se v České republice pořád se nedaří zavést.

V danou chvíli by mně osobně připadá, že priorita zavedení BIM v České republice by se měla přesunout na sektor vzdělávání a připravovat lidi, které budou již od začátku na tento systém zvyklí a lépe připraveni na změnu. Měla by se provést analýza objemu vyučovaného materiálu ohledně BIM a případně se optimalizovat tak, aby absolventi

vysokých škol měli dostatečný přehled problematiky a mohli vylepšit svoje znalosti v praxi.

Abych byl realista, tak si dovolím tvrdit, že zavedení BIM na národní úrovni ještě potrvá několik let. Ani slíbená digitalizace státu nepokračuje v takovém tempu, které bylo slíbeno. Jediná možnost rozvoje, která teď probíhá, se bude konat v privátním sektoru, kdy každá firma vytvoří svoji vnitro-firemní politiku práci v BIM. Poté bude záležet pouze na tom, jak velký přehled má konkrétní Projektový BIM – Koordinátor, aby sjednotil více týmů do jednotného workflow.

2. Aplikace BIM na konkrétním projektu

2.1 Cíle projektu

Objekt, na kterém se bude popisovat nasazení digitálních aplikací pro řízení výstavby bude plnit účel krátkodobého ubytování osob. Výstavba probíhá v historickém centru Prahy pro soukromého investora. Budova je přibližně trojúhelníkového tvaru a tvoří jeden dilatační celek s jedním podzemním a sedmi nadzemními podlažními.

Hlavním cílem projektu byla výstavba špičkového hotelu, který bude nabízet uživatelům nadstandardní podmínky pro pobyt v objektu. Důraz se klade na architektonické a urbanistické řešení, velmi propracované technické zařízení budovy za cílem vytvoření takového vnitřní prostředí stavby, aby odpovídalo moderním požadavkům a trendům ve stavebnictví.

Mezi druhotné cíle patřily:

- Včasné dokončení díla a následné bezproblémové uvedení do provozu
- Efektivní řízení subjektů podílejících se na výstavbě
- Minimalizace zbytečných a nečekaných nákladů během realizace
- Trvale udržitelnou stavbu a minimalizaci negativních dopadů na životní prostředí během výstavby
- Získání mezinárodního certifikátu BREEAM

2.2 Předpokládané přínosy a využití BIM pro konkrétní projekt

Aby tyto cíle mohly být naplněny, investor se rozhodl využít BIM pro návrh a řízení výstavby objektu, který ve své podstatě při správném nastavení pravidel a postupů je klíčovým nástrojem pro efektivní řízení projektu během celého životního cyklu.

Jak bylo zmíněno, jedná se o objekt s velmi vysokými požadavky na kvalitu vnitřního prostředí, což se odrazilo na komplikovanosti průběhů tras jednotlivých technických zařízení budovy a jejich vzájemnou koordinaci. V tomto případě tvorba DIMS a možnost automatické kontroly geometrických kolizí by umožnily předejít koordinačním problémům, které se objevují až během realizace a vyžadují pohotových, a ne vždy pohodlných řešení z hlediska technologické návaznosti a přístupů k problémovým místům za zvýšené náklady.

Pozemek pro umístění stavby se nachází v historickém centru Prahy a není zcela tak dostatečně velký na to, aby se dalo jednoduše navrhnout stavebně konstrukční řešení s ohledem na požadavky investora. Proto vznikla potřeba zohledňovat omezenou prostorovou možnost a navrhnout konstrukci, která by co nejefektivněji využívala pozemek a docílila se kvalita pobytu v objektu. Veškeré zmíněné faktory nutily statiky navrhovat specifické konstrukce, jejichž výpočet byl velmi obtížný a vyžadoval využití digitálních aplikací pro jejich posouzení. BIM v tomto případě umožňoval statikům navrhnout složitější nosnou konstrukci a následně pomocí automatizované tvorby výstupů vytvořit kvalitnější podklady pro výstavbu. Zároveň práce s modelem v době realizace je nápomocná dodavatelům pro představu a ujasnění průběhů výškových úrovní a prostorové návaznosti budto jednotlivých konstrukcí nebo prvků TZB.

Z důvodu komplikovaného návrhu na projektu se podílí mnohem více subjektů než na jednodušších stavbách. Týká se to jak fázi návrhu objektu, tak i jeho výstavby. Proto implementace BIM pro centralizované řízení, přenos, shromáždění dat a jejich výměnu má velký význam

v rychlosti, transparentnosti a efektivitě komunikace mezi jednotlivými subjekty projektů.

Pro dodržení kvality konečného stavebního díla je vždy důležitá důkladná a nepodceněná kontrola jak výstupů z návrhu, tak i provádění konstrukcí. Nasazení BIM a digitálního způsobu managementu kvality je nápomocné ve zvýšení transparentního způsobů kontrol provádění konstrukcí, rychlejší komunikaci s TDI a jasně danou odpovědností za případné škody.

Pro minimalizaci zbytečných nákladů a časového zdržení na opravy způsobeného neaktuálními podklady pro realizaci je velmi důležité zajistit včasné změny v PD a její rychlé dodání realizačním týmům. Zavedení společného datového prostředí (CDE), které slouží jako hlavní platforma pro vydávání změn a revizí pro provádění stavby, je naprosto zásadní a velmi pozitivně se podílí na zvýšení efektivity v komunikaci a minimalizaci nákladů i na počet vytvořených změnových listů během výstavby.

Na stavbě takového rozsahu se v jednu chvíli začne potkávat více firem s nekoordinovaným výkonem činností může dojít k vzájemnému ohrožení na zdraví. Využitím aplikace BIM Field, kde se dá fotograficky zaznamenávat závady BOZP, přiřazovat je k jednotlivým zhotovitelům a vyžadovat fotografii náprav, se sníží riziko poranění pracovníků nebo vzniku mimořádné události.

Objekt, s takovou úrovní vyspělosti vnitřního technického vybavení, bude vyžadovat velkou pozornost a důkladnost během provozní fáze. Aby se zařízení udržovala ve vynikajícím stavu, bude třeba myslet a plánovat velké množství revizí a jejich dodržování, aby se předešlo zbytečným opravám. Řídit provoz a udržovat data spojené s tím v takovém objemu bude velmi obtížné, proto by bylo přínosné využít AIM model pro řízení provozu objektu. Pro aplikaci tohoto postupu je potřeba již od začátku realizace zajistit aktualizaci PIM a následně převést potřebné informace do AIM a nadále udržovat ho v aktuálním, a v strukturovaně správné formě.

2.3 Aplikované postupy na projektu

Ve fázi tvorby záměru a studie byl jasně ohlášen požadavek investora na tvorbu digitálního informačního modelu stavby, nikoliv pouze vektorovou formou zobrazení objektů a prvků. Tento požadavek byl zásadní pro výběr dodavatelů projekčních prací.

Na tomto projektu nebyly definovány požadavky na informace od zadavatele, nezpracoval se BIM Protokol, nebyl vybrán datový standard a nebyly dodány Plány realizace BIM od jednotlivých dodavatelů dílčích modelů. Smlouva o dílo obsahovala pouze požadavek na tvorbu DIMS a údržbu jeho aktuálnosti.

Statická kancelář vstoupila do projekční fáze jako první a dodala DIMS statické části, který sloužil základem pro ostatní subjekty. Vazba jednotlivých dílčích DIMS probíhala na DIMS nosné konstrukce. Generální projektant zajišťoval koordinaci menších projekčních týmů při vypracování všech digitálních informačních modelů stavby.

GP prováděl kontrolu kolizí jednotlivých DIMS a zajišťoval jejich aktualizaci. Zadavatel nedefinoval LOD a specifikoval v EIR. Veškeré požadavky na informace a detailizaci určoval GP.

Původně se model nebyl určen k využití pro správu a údržbu objektu. V danou dobu probíhá analýza nákladů na aktualizaci informací v modelu tak, aby byl použitelný pro facility management. Může nastat kompletní aktualizace DIMS, aby se dal vytvořit informační model aktiva (AIM).

Kvalita jednotlivých dílčích DIMS se lišila u každé projekční kanceláře, nejpropracovanější byl model VZT, kdy se podle automatického výkazu daly nakoupit prvky pro celou stavbu. U ostatních modelů taková přesnost a kvalita nebyla dosažena.

Byla snaha aplikovat automatickou tvorbu výkazu výměr, ale pokus nebyl úspěšný kvůli komplikacím spojeném s výpočtem ploch a objemů. Při výpočtu ploch omítek aplikace neodpočítávala otvory a mohla započítat celou stěnu, nebylo možné zohlednit nadpraží a ostění atd.

Veškerá dokumentace pro provedení stavby byla vydávána a revidována ve společném datovém prostředí (CDE), kde též probíhalo řízení bezpečnosti na staveništi, možnost prohlížení DIMS a kontrola kvality provedení stavebních konstrukcí.

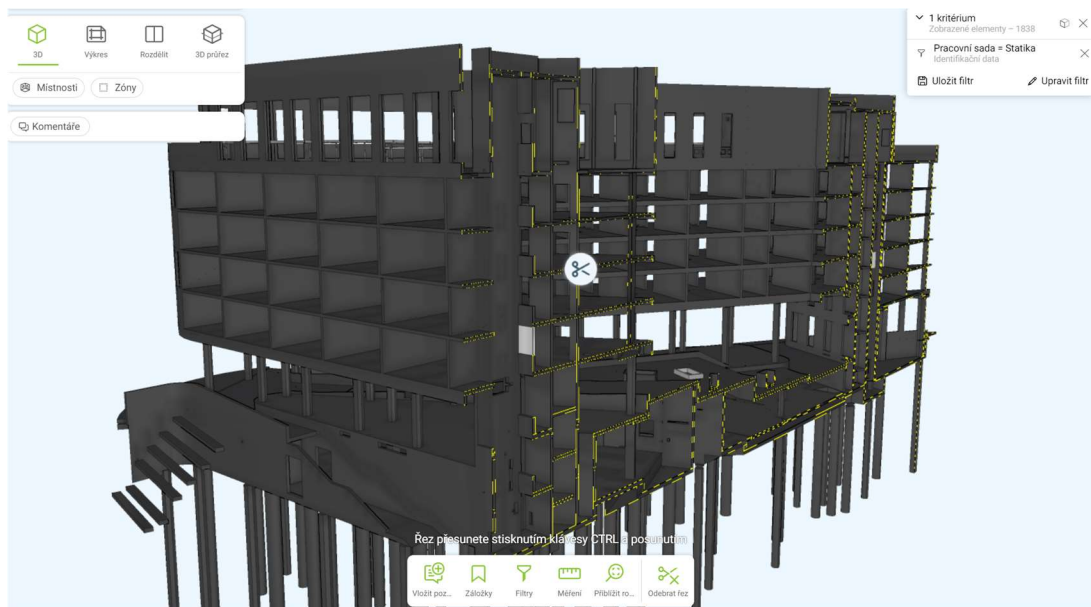
Na stavbě neexistoval generální dodavatel v takové podobě, jak obvykle bývá zvykem. Veškeré kompletní manažerské práce zajišťuje firma, která se zaměřuje pouze na projektové řízení a odpovídá za kompletní chod výstavby a vše, co je s tím spojené. Do toho spadá řízení BOZP na staveništi a technický dozor stavebníka.

Mezi hlavní činnosti firmy projektového řízení patřilo:

1. Výběr dodavatelů stavebních prací
2. Kontrola projektové dokumentace
3. Kontrola provedení stavebních prací
4. Koordinace subdodavatelských firem
5. Zajištění dokumentace o předání díla
6. Kontrola nákladů
7. Časové plánování výstavby

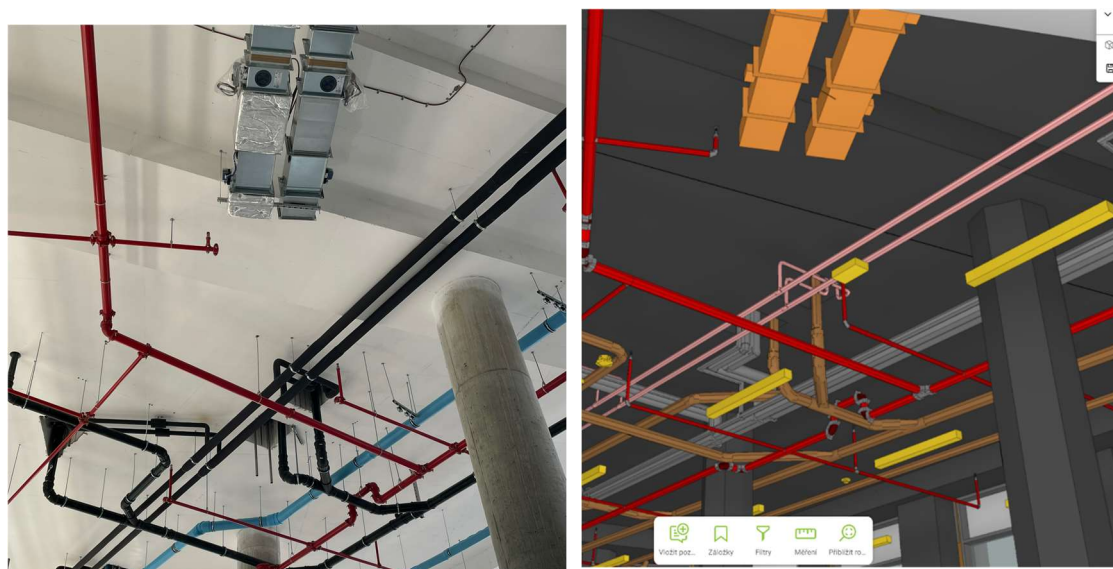
2.3.1 DIMS

Na tomto projektu bylo nasazeno Společné datové prostředí (CDE), které umožňovalo prohlížení a práce s 3D informačním modelem stavby. Jako zhotovitel železobetonové monolitické konstrukce jsme to používali velmi zřídka, pouze v nejkomplicovanějších místech, kde z výkresové dokumentace nebyl zcela zřejmý průběh a napojení různých výškových úrovní vodorovných konstrukcí. Model umožňoval jednoduché filtrování prvků dle materiálu, typu konstrukce, rodiny a jiných vlastností. Velmi přínosná byla možnost vyfiltrovat pouze statickou část modelu a z toho čerpat informace o typu betonu jednotlivých konstrukcí a prostorové návaznosti.



Obrázek 7 - Řez dílčím statickým modelem, který byl vyfiltrován z komplexního modelu, zdroj: export z CDE projektu

Využití práce s 3D informačním modelem ocenili obzvláště dodavatele technického zařízení budov, kde vzhledem k náročnosti a požadavkům na objekt, byly velmi složité trasy, ve kterých se vyznat pouze s 2D výkresové dokumentace bylo velmi obtížné a rizikové. Velmi přesně byly modelovány prvky vzduchotechniky, která byla poskládána z reálného výběru typu tvarovek a prvků.

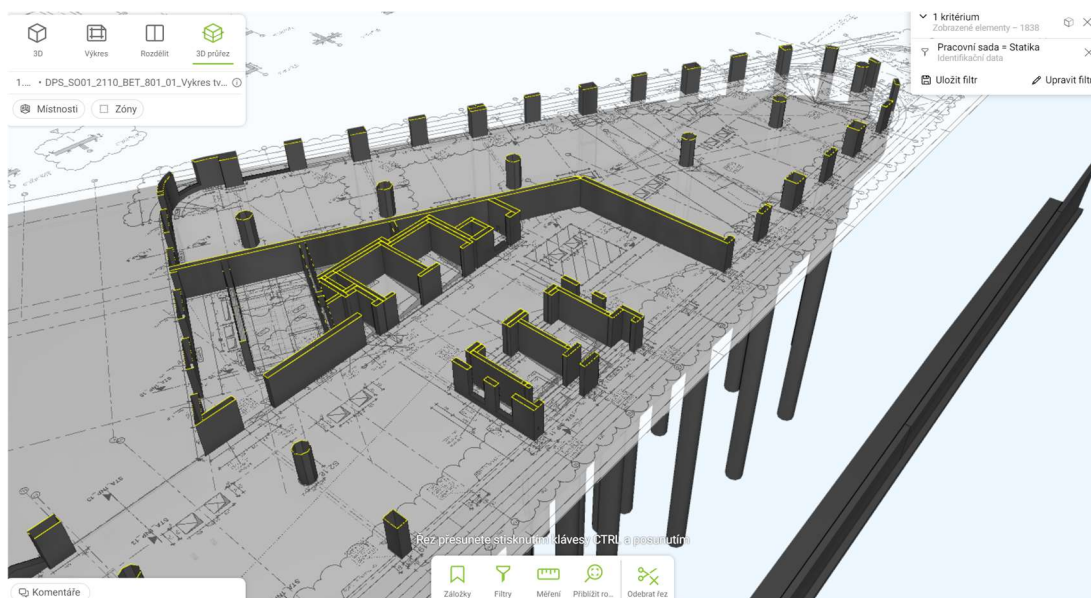


Obrázek 8 - Porovnání průběhu instalací v objektu a v DIMS, zdroj: vlastní foto + export z CDE projektu

Jednotlivé DIMS bylo možné propojit s jednotlivými výkresy – vytvořit tzv. 3D průřez objektem, kde pomocí filtrů se automaticky

vyznačily místnosti se stejným účelem využití. Šlo a jde vyfiltrovat společné prostory, pokoje hotelu a šachty vedení TZB.

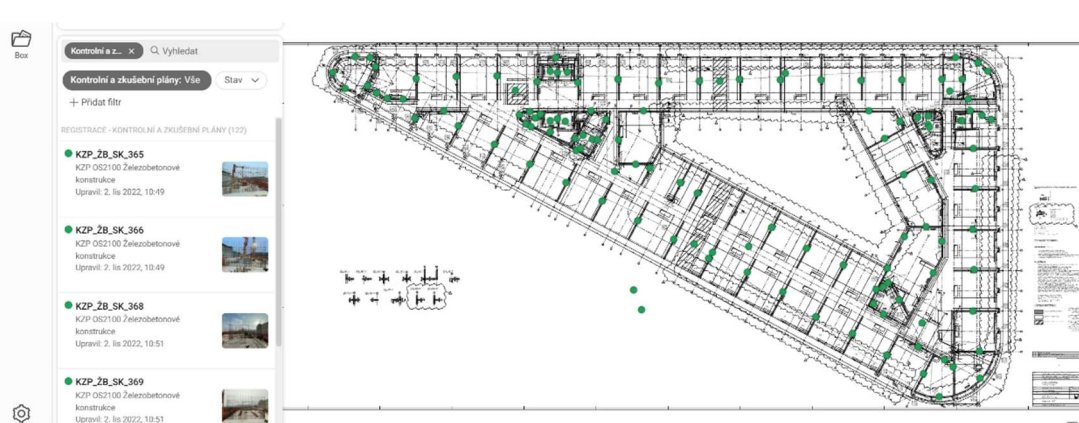
Každý prvek modelu obsahoval jednotlivé informace a parametry k němu přiřazené a určené



Obrázek 9 - Propojení modelu s výstupem z DIMS (Výkres tvaru), zdroj: export z CDE projektu

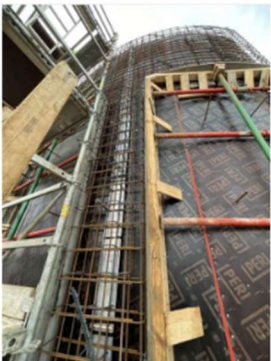



2.3.2 Kontrola kvality na staveništi

Na této stavbě se využívala aplikace Field pro řízení BOZP na staveništi a pro řízení kvality provádění monolitických konstrukcí. Veškeré kontrolní a zkušební plány se tvořily digitálně buď přes mobilní aplikaci nebo na počítači a byly přístupné pro kontrolní orgány a pro zhotovitele po celou dobu výstavby. Každé KZP bylo přiřazeno k určitému prvku digitálního informačního modelu a mohlo být zobrazeno jak na výkrese barevnou tečkou (zelená – hotovo, žlutá – zahájeno) nebo přímo při prohlížení 3D modelu. Tento způsob umožňoval sledovat průběh výstavby a kvalitu provádění jak projektovému manažerovi od investora, tak i technickému dozoru investora.



Obrázek 10 - Přehled KZP vázaných ke konstrukcím 4.NP, zdroj: export z CDE Projektu

KZP se tvořily na způsob checklistu, kde THP nejdříve vybral typ konstrukce, o který se jedná a dále již mohl buď založit nový protokol nebo upravit již existující.

Změnil uživatel Artem Fatkullin, 7. bře 2023, 16:56	
Datum schválení	07-03-2023 17:15
Změnil uživatel Artem Fatkullin, 7. bře 2023, 17:19	
Armatura	
Poloha, stykování, kompletnost dle PD, čistota	Vyhovuje
Změnil uživatel Artem Fatkullin, 7. bře 2023, 16:56	
 <p>1 - 7. bře 2023, 14:30</p>	 <p>2 - 7. bře 2023, 14:30</p>
 <p>3 - 7. bře 2023, 14:30</p>	 <p>4 - 7. bře 2023, 14:26</p>

Obrázek 11 - Ukázka kontroly armatury, zdroj: export z CDE projektu

Po dokončení provádění konstrukce následovala „Výstupní kontrola“, kde se přidávaly informace o již odbedněné konstrukci.

Posuzovalo se, jestli konstrukce vyhovuje polohově, tvarově, uváděla se hodnota pevnosti měřená nedestruktivní metodou (Schmidtovým kladívkem). Následně zástupce objednatele elektronickým podpisem potvrdil, že souhlasí s provedenou konstrukcí dle ČSN EN 13670 (Provádění betonových konstrukcí).

Na tomto projektu se založilo 989 kontrolních zkušebních plánů, které byly rozděleny do jednotlivých částí:

1. vodorovné konstrukce (168 ks)
2. svislé konstrukce (726 ks)
3. prefabrikáty (16 ks)
4. kosmetika vodorovných konstrukcí (17 ks)
5. kosmetika svislých konstrukcí (23 ks)
6. plechobetonové stropy (3ks)
7. izolace spodní stavby (33 ks)
8. dynamický filtr (vibroizolace) (3ks)

Č.	Předmět	Metoda	Rozsah	Čas	Kritéria pro přijetí	Dokumentace	Dokončeno
OS 2100 Nosné železobetonové konstrukce							
OS2110 Nosné monolitické konstrukce							
1	Vodorovné konstrukce	Kontrolní	Takt / záběr		DPS, ČSN		● 1 zahájeno ● 167 dokončeno
2	Svislé konstrukce	Kontrolní	Jednotlivé kce		DPS, ČSN		● 726 dokončeno
3	Prefabrikáty	Kontrolní	Jednotlivé kce.		DPS, ČSN		● 16 dokončeno
4	Vodorovné konstrukce - kosmetika	Kontrolní	Takt/ záběr		ČSN, EN		● 2 otevřít ● 15 dokončeno
5	Svislé konstrukce - kosmetika	Kontrolní	Takt/ záběr		ČSN, EN		● 2 otevřít ● 21 dokončeno
6	Plechobetonové stropy		Takt/ záběr				● 3 dokončeno
OS2013 Izolace spodní stavby							
3	Izolace spodní stavby						● 33 dokončeno
OS2120 Dynamické a antivibrační opatření							
4	Dynamický filtr	Kontrolní					● 3 dokončeno


Obrázek 12 - Přehled zpracovaných KZP a popis jejich stavu, zdroj: export z CDE projektu

2.3.3 Řízení BOZP na staveništi

Na začátku projektu jsem působil jako technik BOZP za zhotovitele, kdy jsem měl za úkol kontrolovat stavbu z hlediska bezpečnosti a případně požadovat po subdodavatelích nápravy rizik vzniklých jejich činnostmi. Kromě koordinátora BOZP na stavbě byl ještě přítomen

manažer BOZP za objednatele. Tato pozice není legislativně nijak přikotvena a jedná se o tzv. TDI v oblasti BOZP. Hlavní úkolem manažera BOZP bylo zajištění vstupního školení BOZP pro každou osobu, která se pohybuje na stavbě a identifikaci rizik vzniklých během provozu staveniště, úzká spolupráce s THP jednotlivých zhotovitelů a spolupráce s koordinátorem BOZP na staveništi.

Využíval se digitální systém řízení BOZP na staveništi. Přes mobilní aplikaci se mohl zakládat nový zápis o závadě, ke které na výkrese byla vyznačena lokace pro lepší orientaci, závažnost rizika, kategorie BOZP (např. kotvicí body a zařízení, žebříky, kolektivní ochrana apod.) a odpovědná osoba, která za závadu odpovídá. Následoval popis problému (např. chybějící zábradlí, vadný žebřík atd.), do přílohy se nahrávala fotografie a udával se požadovaný termín odstranění.

7. lis 2022, 10:08 Přiřazeno k Odstraněno na přání investora	Vytvořil uživatel: Odstraněno na přání investora
	Nabyvatel: Odstraněno na přání investora
	Předmět: 1.6 Kolektivní ochrana
	Popis: Chybějící zábradlí a ochranná lišta. Doplnit.
	
	1. 1. 2022-11-07, 07:45
13. lis 2022, 08:43 Dalux Field	Aktualizoval uživatel: Artem Fatkullin,

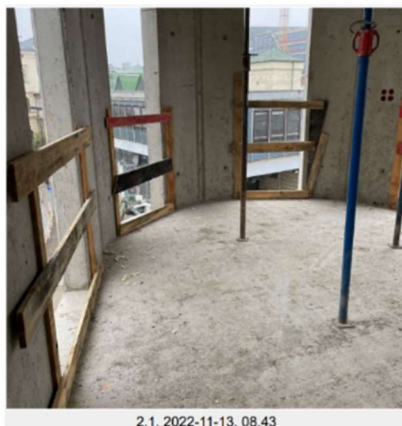
Vytisknuto 6. kvě 2023, 16:57
Artem Fatkullin

Obrázek 13 - Popis závady BOZP s fotografií, zdroj: export z CDE projektu

Po tom, co přišlo upozornění od manažera BOZP o vytvoření záznamu o závadě BOZP, se jednoduše dalo identifikovat lokace na stavbě. Po provedené nápravě se přidala fotodokumentace odstraněné závady a komentář. Když s opatřením manažer BOZP souhlasil, tak potvrdil v digitální aplikaci nápravu a záznam se přesunul ze složky „probíhající“ do složky „uzavřeno“.

Ohlášená připravenost k

Náhradník za:	Odstraněno na přání investora
Nový nabyvatel:	Odstraněno na přání investora
Popis:	Okopová prkna byla doplněna



13. lis 2022, 12:30

Schválil: **Odstraněno na
přání investora**

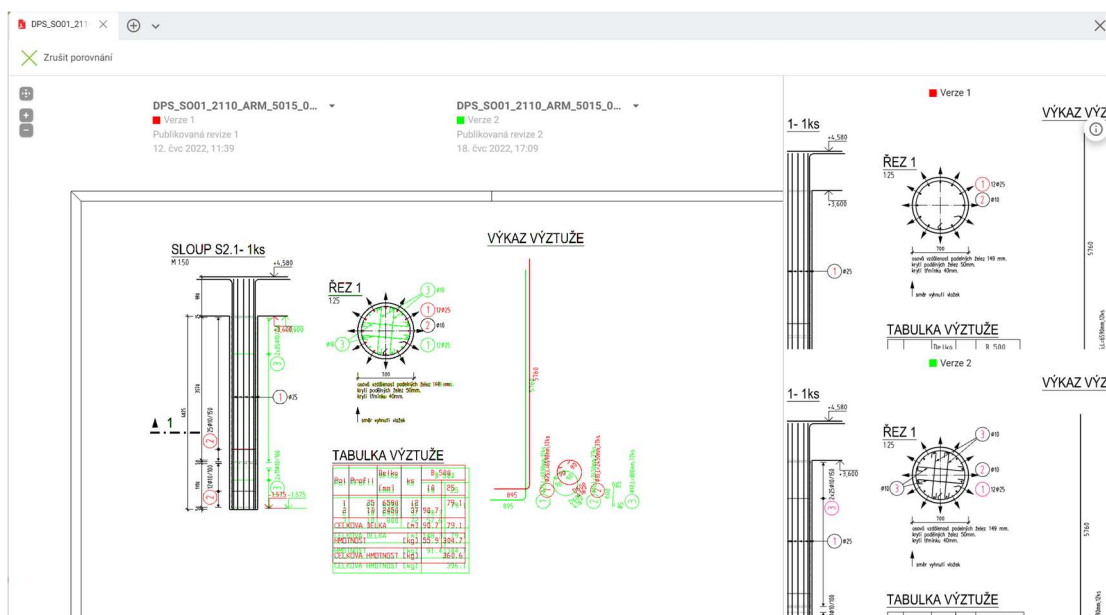
Aktualizoval uživatel: **Odstraněno na přání investora**

Obrázek 14 - Oprava závady nahraná do CDE, zdroj: export z CDE projektu

Jelikož ve smlouvě byly předepsány pokuty za opakované nedodržení závad BOZP, tak aplikace Field sloužila i jako archivační databáze se všemi závadami, které se vyskytovaly na stavbě pro zadavatele.

2.3.4 Nasazení CDE

CDE se využívá primárně jako platforma pro vydávání projektové dokumentace. Pro dodavatele nosné monolitické konstrukce byl přístup jak k výrobní dokumentaci určené přímo pro ně, tak i k veškeré dokumentaci pro provádění stavby. Vše bylo strukturováno do jednotlivých složek a u každého výkresu nebo jiného informačního souboru bylo uvedeno datum publikace, jméno osoby, která vydání provedla, stav souboru. Revidované soubory se aktualizovaly a automaticky se objevovaly jako jediné platné aktuální výkresy. Neplatná revize byla k nahlédnutí a aplikace umožňovala její automatické porovnání s aktuální verzí dokumentu, kde docházelo k barevné odlišnosti provedených změn ve výkresu.



Obrázek 15 - Automatické porovnání revizí výkresů s barevným odlišením změn, zdroj: export z CDE projektu

Prostředí mělo funkci přidání komentáře k výkresu a konkrétně k prvku DIMS. Požadavky na komunikaci přes komentáře nebyly definovány, každý subjekt ve většině případů využíval emailovou komunikaci.

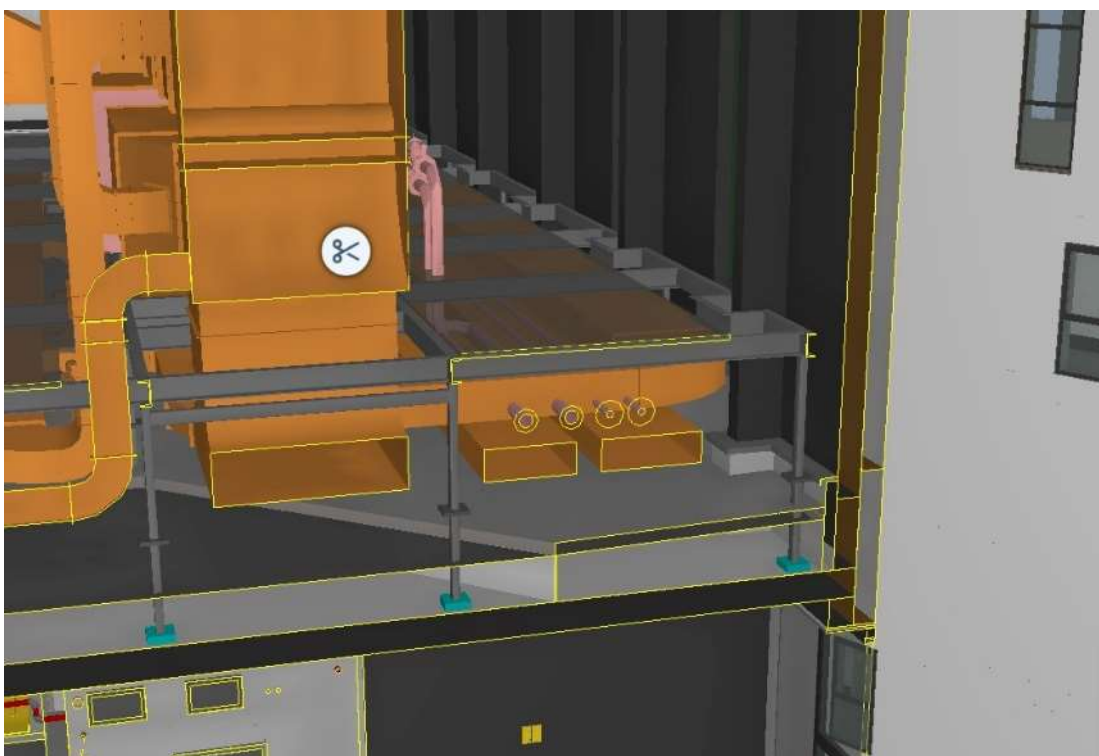
2.4 Zhodnocení aplikace na projektu

Způsob nasazení BIM na projektu nebyl tak dostatečně efektivní, jak by mohl být. Přitom za hlavní důvod selhání postupů řízení projektu pomocí BIM považují absenci jasně zpracovaných pravidel a odpovědností, absenci dokumentů zajišťujících smluvní vztahy, které se týkají dodávky DIMS. V neposlední řadě tomu přispěl lidský faktor a nedostatečná kvalita jednotlivých DIMS.

2.4.1 DIMS

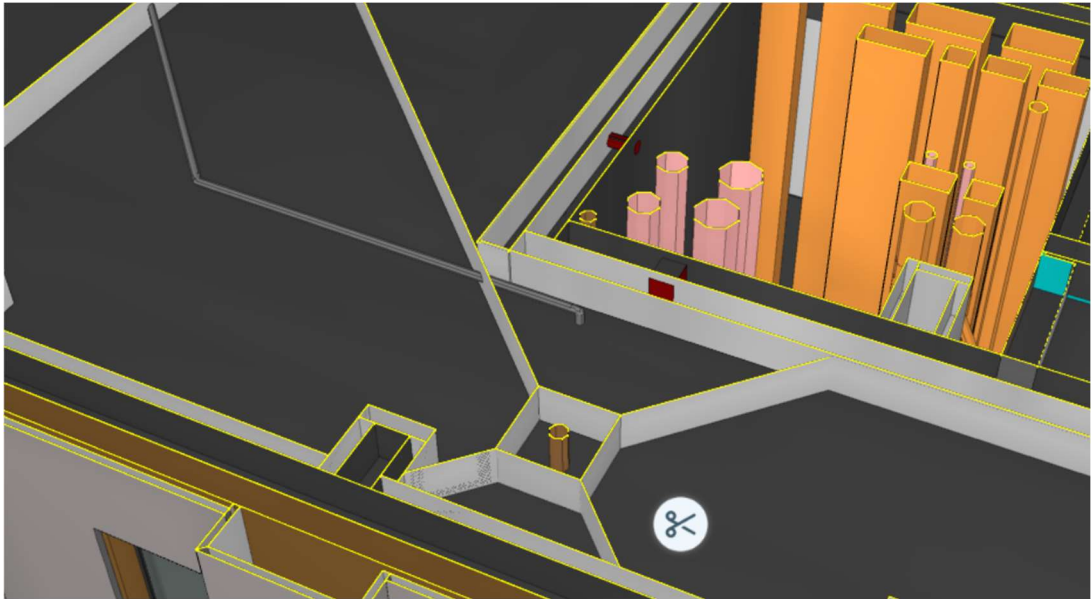
Práce s modelem během výstavby byla přínosná, ale dle mého názoru obsah některých informací nebyl dostatečný a bylo vidět, že projektové týmy se spíše zaměřovaly na geometrii, nežli na parametrické a negrafické informace. Po dokončení hrubé stavby nastala velká aktualizace modelu, která i tak obsahovala velké množství neaktuálních informací, nacházely se kolize a nebyla zajištěna řádná aktualizace informací dle skutečného provedení nebo změn. Kvalita modelu nenaplňovala očekávání.

I přesto, že DIMS byl vytvořen hlavně z důvodů eliminace koordinačních chyb, došlo k selhání kontroly průběhů jednotlivých stavebních prvků. Během výstavby docházelo k častým prostorovým kolizím, které prodražovaly náklady a prodlužovaly dílčí termíny realizace. Jako příklad bych mohl uvést časté kolize vzájemného průběhu jednotlivých tras TZB.



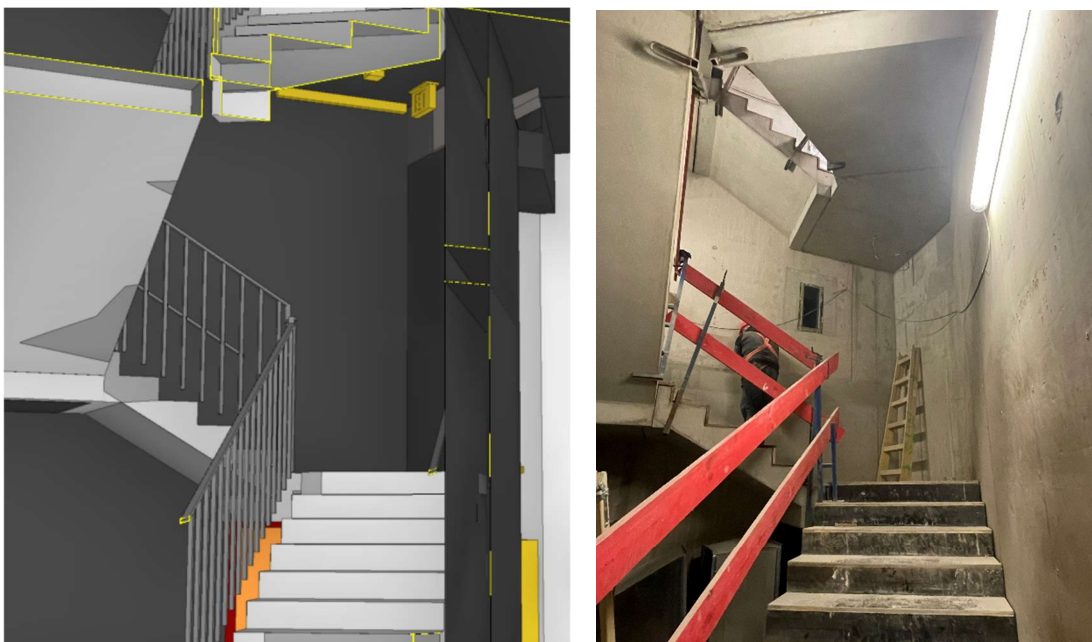
Obrázek 16 - Kolize VZT a RTCH, zdroj: export z CDE projektu

Kolize umístění střešních vpustí a monolitické stropní konstrukce přineslo řadu komplikací. K řešení tohoto problému došlo i ve fázi, kdy již proběhla betonáž spádové vrstvy lehčeného betonu. Pro dodatečné průvrty byla použita technologie jádrového vrtání. Aby vrtacím strojem byl kvalitně proveden vrt, vyžaduje tato technologie řádné zakotvení stroje k pevnému podkladu pro zajištění stability během vrtání. Jelikož byla v tuto chvíli již provedena betonáž lehčené spádové vrstvy, stroj byl velmi nestabilní a docházelo k riziku nekvalitního provedení dodatečného otvoru a zabíralo to mnohem víc času, než kdyby se tato technologie prováděla při normálních podmínkách.



Obrázek 17 - Kolize střešní vpusti a vodorovné monolitické konstrukce, zdroj: export z CDE projektu

Jako poslední příklad bych uvedl kolizi vyústek pro přívod vzduchu do prostoru schodiště a svislé monolitické konstrukce. Došlo ke změně PD v době, kdy konstrukce byla provedena. Toto řešení vyžadovalo stažení pracovníků, které prováděly jiné činnosti dle smluvního harmonogramu a tím vznikala časová prodleva samotné výstavby. V tomto případě již po provedení změny v konstrukci uběhlo pár měsíců a tato změna doteď nebyla zaznamenána a aktualizována v DIMS.



Obrázek 18 - Porovnání DIMS a reálného provedení konstrukce, zdroj: export z CDE projektu + vlastní foto

Přes všechny objevené kolize a problémy si dovolím ale tvrdit, že nasazení DIMS rozhodně napomohlo v eliminaci komplikací, které by vznikly při tvorbě klasické 2D vektorové projektové dokumentace.

2.4.2 Kontrola kvality na staveništi

Ve srovnání s klasickou papírovou formou KZP, které jsem tvořil na předešlém projektu, tak je to obrovský přínos jak pro zhotovitele, tak i TDI/investora. Tvorba KZP probíhala přímo v aplikaci na mobilním telefonu či v počítači. Jednoduše se daly nahrát fotografie příslušné konstrukce, které obsahovaly informace o přesném čase, kdy byly pořízeny, což dodávalo i transparentnost pro kontrolu. Papírová forma KZP byla oproti této digitální verzi velmi zdlouhavá, protože THP se musel přemístit do kanceláře, dopisovat plány s časovým odstupem. Jednotlivé KZP se číslovaly manuálně a obsahovaly hodně chyb, které se objevují až v době shromáždění veškeré potřebné dokumentace pro předání díla. Při tomto způsobu tvorby se dají jednoduše vyexportovat, kde se dá využít možnosti:

1. samostatný výkaz – samotný pasport konstrukce
2. přehledový výkres – na výkrese příslušného patra bude názorně zobrazeno, kde se konstrukce nachází a identifikační číslo KZP
3. plán kontrol – seznam složek jednotlivých konstrukcí a jejich stav

Automatický hromadný export KZP určitě bude nesmírně přínosný v době shromáždění dokumentace skutečného provedení.

Tento způsob kontroly kvality provádění kontroly stavebních konstrukcí považuji za dokonalý. Jediná nevýhoda elektronické tvorby KZP je pouze složitost pro lidi staršího věku, které nejsou zběhlé v práci s digitálními technologiemi, ale po zkušenostech na projektu se dá říct, že aplikace je velmi intuitivní a po důkladném vysvětlení ani moji starší kolegové s tím neměli žádný problém.

2.4.3 Řízení BOZP na staveništi

Bezpečnost na pracovišti je hlavní prioritou při řízení výstavby. Stavba působí jako dynamický „živý organismus“, a proto je potřeba včas identifikovat nově vzniklá rizika při postupu prací a velmi pohotově je řešit a navrhovat opatření. Nejnebezpečnější stádium výstavby se považuje právě fáze realizace hrubé stavby, kde se v největší míře vyskytují taková rizika jako pád osob z výšky, pád materiálu z výšky, napíchnutí na betonářskou výztuž a jiné. Dle Státního úřadu inspekce práce, který pravidelně vydává zprávu o pracovní úrazovosti, k nejvíce závažným pracovním úrazům (196), způsobených v roce 2021, došlo k pádu osob do hloubky nebo z volného okraje, např. z části budov, konstrukcí, žebříků apod. Druhý nejčastější zdroj pracovních úrazů bylo nejen vyvrstvení, zavalení, přimáčknutí, ale i např. pád břemen při dopravování na staveništi pomocí zdvihadacích zařízení. [19]

Z těchto statistik je zřejmé, že by mělo docházet ke zvýšené pozornosti na řízení BOZP na staveništi.

Pro mě jako technika BOZP za zhotovitele nasazení digitální aplikace je velmi přínosné a umožňovalo jednoduchou spolupráci s kontrolními subjekty na stavbě, kdy jsem mohl pohotově reagovat na závady a včas provádět jejich nápravy.

Č. zprávy	Typ	Datum úpravy	Datum vytvoření	Pracovní balíček	P...	Předmět	Odpovědná osoba	Termin
SI772	Záznam BOZP	5. kvě 2023, 13:01	3. kvě 2023, 08:23	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI689	Záznam BOZP	30. bře 2023, 08:18	22. bře 2023, 08:57	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI672	Záznam BOZP	22. bře 2023, 07:26	20. bře 2023, 10:18	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI682	Záznam BOZP	22. bře 2023, 07:26	20. bře 2023, 13:25	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI667	Záznam BOZP	22. bře 2023, 07:25	16. bře 2023, 13:12	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI654	Záznam BOZP	14. bře 2023, 20:45	8. bře 2023, 08:51	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI636	Záznam BOZP	6. bře 2023, 10:54	27. úno 2023, 10:55	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI643	Záznam BOZP	6. bře 2023, 10:54	2. bře 2023, 17:17	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI644	Záznam BOZP	6. bře 2023, 10:53	2. bře 2023, 17:18	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI640	Záznam BOZP	2. bře 2023, 16:18	1. bře 2023, 08:13	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI628	Záznam BOZP	1. bře 2023, 09:32	23. úno 2023, 12:00	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI621	Záznam BOZP	27. úno 2023, 08:07	22. úno 2023, 08:49	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI623	Záznam BOZP	23. úno 2023, 12:57	22. úno 2023, 09:26	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI625	Záznam BOZP	23. úno 2023, 12:57	22. úno 2023, 09:28	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI609	Záznam BOZP	22. úno 2023, 10:23	16. úno 2023, 10:26	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI606	Záznam BOZP	22. úno 2023, 10:23	15. úno 2023, 09:17	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI615	Záznam BOZP	22. úno 2023, 09:33	20. úno 2023, 13:28	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI610	Záznam BOZP	22. úno 2023, 09:33	16. úno 2023, 10:28	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI602	Záznam BOZP	15. úno 2023, 09:30	13. úno 2023, 10:42	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI599	Záznam BOZP	15. úno 2023, 08:31	13. úno 2023, 10:37	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI597	Záznam BOZP	15. úno 2023, 08:31	13. úno 2023, 10:14	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		
SI593	Záznam BOZP	10. úno 2023, 07:39	8. úno 2023, 14:57	0.3 Kontrola BOZP		1.6 Kolektivní ochrana		

Obrázek 19 - Vyfiltrované závady podle typu (kolektivní ochrana), zdroj: export z CDE projektu

Na jedním kontrolním dni stavby byl předložen dokument, kde byly vyexportovány z databáze 4 závady BOZP s opakovaným porušením použití kotvících zařízení, za což byla udělena smluvní pokuta. U každé fotografii byl uveden přesný datum a čas pořízení, což pro zadavatele a pro zhotovitele slouží jako transparentní způsob, jak hlídat BOZP na staveništi a udávat sankce za nedodržení zásad BOZP při provádění staveb.

Také často vznikaly nedorozumění z hlediska závad, tak tento způsob složil i jako komunikační platforma mezi mnou a manažerem BOZP, kde jsem mohl reagovat na závadu a v popise uvést důvody, proč s ní nesouhlasím.

<p>24. říj 2022, 11:57 Ohlášená připravenost k Název společnosti odstraněn na přání investora</p>	Aktualizoval uživatel:	Artem Fatkullin,
	Náhradník za:	Odstraněno na přání investora
	Nový nabyvatel:	Odstraněno na přání investora
	Popis:	Prostor, jak je patrné z fotografií, je uzavřen pevným zábradlím a je nepřístupný. Tudiž nevzniká riziko pádu osob z výšky. Až se budou provádět práce potřebné práce v prostoru, tak pracovník využije prvky osobní ochrany (postroj)

Obrázek 20 - Komentář k závadě BOZP v aplikaci Field, zdroj: export z CDE projektu

Při vícero subdodavatelských firmách na stavbě často vznikala chybná identifikace odpovědnosti za závadu, a právě aplikace Field umožňovala jednoduše přeradit záznam na jinou odpovědnou osobu.

Manažer BOZP nepůsobil jenom na tomto projektu, ale spolupracoval na dalších stavbách, kde hlídal bezpečnost na staveništi bez použití aplikace Field a sdělil mi výhody nasazení tohoto nástroje:

1. Rychlé vytvoření zápisu na místě
2. Přesná lokace nedostatku na výkresu nebo v modelu
3. Nastavený režim, kdy každý zhotovitel musí na nedostatek zareagovat a vložit fotografii o odstranění nedostatku
4. Jednoduchost při použití
5. Veškerá dokumentace přístupná pro všechny
6. Schvalovací procesy vidí všichni hlavní účastníci stavby
7. Včasná informovanost (oproti emailové komunikace, kterou nemusí každý sledovat)

8. *Pokud jiný účastník stavby uvidí nedostatek z hlediska BOZP, přidá jej do systému a on se automaticky přiřadí na manažera BOZP, který sám rozhodne, zda jej zveřejní*

Jako nevýhody zároveň uvedl:

1. *Nestabilita systému z hlediska plynulosti provozu*
2. *Pokud se neví, kdo za daný nedostatek zodpovídá, nelze zápis odeslat na všechny zhotovitele*
3. *Při zadání nového zhotovitele do systému je zapotřebí zaškrtnout i BOZP. (Stane se občas, že je zapotřebí kontaktovat správce CDE, aby daného zhotovitele přidal i do oddílu BOZP)*

2.4.4 Interakce v CDE

CDE přináší významné výhody při práci s PD. Revidované výkresy se nepublikovaly jako nové soubory, ale nahrazovaly již v tu chvíli neplatné výkresy. Tím se předešlo chybám z nepozornosti, kdy mohl člověk přehlédnout číslo revize a čerpat informace z neplatného souboru. Jelikož týmy nevěděly, kde má probíhat primární komunikace s projekčními týmy nebo TDI, proto volili standardní postup emailové komunikace. Pro všechny strany by však bylo mnohem přínosnější komunikovat přímo v prostředí CDE, kde by měly přístup ke všem informacím veškeré zainteresované subjekty. Nedostatek vidím v tom, že tým projektového managementu nezvolil a nenařídil platformu pro komunikaci mezi týmy. Každý používal vlastní postupy, což způsobilo chaos ve workflow s informacemi.

Během projektu docházelo k častým změnám v projektové dokumentaci, a proto byla vytvořena složka, kam se shromažďovaly veškeré pokyny pro stavbu a kam se nahrávaly globálnější změny, například ve výkresech nebo skladbách. Jediný problém, který vidím v tomto postupu, je vytvoření složky "Pokyny stavbě – výztuž", kam se nakonec začaly nahrávat i revize jednotlivých výkresů, které již byly publikovány předtím. Toto by se mohlo řešit pomocí aktualizace a definování nové verze souboru. Při shromažďování dokumentace pro

předání stavby je nutné sledovat obě složky současně, aby se vybrala správná verze výkresu. Tento postup je velmi komplikující a nelogický, když jsou tři revize umístěny v různých složkách a byly publikovány jako jednotlivé soubory, místo aby byly definovány jako tři verze jednoho základního souboru. Pravidla pro nahrávání revizí jednotlivých výkresů byla nastavena a definována předem, ale nebyla dodržována projektanty, kteří i přes hlášení o chybném způsobu vydání revize zavřeli hlášení v aplikaci a nahráli výkres nesprávným způsobem. Pro tyto účely jim byl poskytnut i administrativní přístup pro opravu chybně nahraných souborů, což však nebylo využíváno. Kdyby se požadavky dodržovaly, bylo by možné využít platformu CDE pro předání díla, jelikož všechny nahrané soubory by byly aktuální. To je primárním cílem nasazení BIM pro řízení výstavby a samotného CDE.

3. Návrh na využití BIM na základě poznatků z projektu

Účast na tomto projektu umožnila si povšimnout problémů, které může přinést chybně nastavený koncept řízení výstavby pomocí BIM a zároveň poukázat i na výhody, které může BIM přinést při správném nastavení strategie implementace.

3.1 Postupy a priority úspěšného využití BIM

Hlavní prioritou úspěšného využití nástrojů BIM by neměla být odlišná a v zásadě zůstává neměnná pro všechny projekty – a to je kvalita stavebního díla. Každý projekt by měl být definován již od samého začátku, a tvorba postupu stanovení dílčích cílů začíná koncovým výsledkem - „Čeho chceme dosáhnout?“ Následně by se měla položit otázka: „Jaké prostředky a zdroje k tomu potřebujeme?“ A poslední zásadní otázka by zněla: „Jakým způsobem to budeme realizovat?“ [12]

Je tedy třeba přemýšlet o tom, jaké výhody v dosažení tohoto cíle přináší BIM a jaká konkrétní opatření jsou nezbytná pro dosažení co nejefektivnějšího výsledku. Při plánování nasazení BIM nástrojů na konkrétním projektu je důležité stanovit priority a hlavní cíle a poté

navrhnout strategii implementace. Na základě vlastních zkušeností z praxe bychom mohli definovat priority úspěšného nasazení BIM nástrojů následovně:

1. Jasná definice projektu a pravidel
2. Zohlednění dodávky BIM ve smluvních vztazích
3. Určení rolí a odpovědností v projektu
4. Nastavení pravidel a pracovních postupů pro práci ve Společném datovém prostředí (CDE)
5. Zajištění kvality zpracování modelu
6. Údržba informací v aktuálním stavu a jejich promítnutí do řízení výstavby

Obecně se dá říci, že selhání efektivního řízení na konkrétním projektu nastalo z důvodu absence jasných pravidel, včetně sankcí za jejich nedodržení a struktury odpovědností jednotlivých týmů a jednotlivců.

3.2 Nástroje a potřeby pro dosažení cílů

Pro eliminaci konkrétních komplikací, které se na projektu objevily, je nutné se především zaměřit na vyladění smluvních vztahů a jasných zadání pravidel projektu. Zezačátku nebylo nastaveno workflow, nebyla zohledněna schopnost jednotlivých týmů dodávky modelu a stanovena přehledná pravidla pro komunikaci a předávání informací. V důsledku toho vznikala chaos v průběhu výstavby a byla potřeba reagovat na nepředvídané události během průběhu celého projektu.

Na základě získaných poznatků z analyzovaného projektu by se při implementaci BIM měl být kladen hlavní důraz na procesní management a tvorby vnitro-firemních týmů pro vytvoření plánu využití. Nelze očekávat, že je možné vytvořit bezchybný plán pouze na základě jediného realizovaného projektu, který by zohlednil veškeré nedostatky a obsahoval 100% funkční opatření. Proces sběru informací a analýzy užitých postupů by měl mít ucelenou podobu a zohledňovat co nejvíce možných okolností a scénářů na základě zkušeností z průběhu realizovaných projektů. Vnitro-firemní tým by tímto způsobem dokázal

identifikovat své silné a slabé stránky a následně navrhnout strategii postupné implementace nástrojů a postupů, která by brala v úvahu chyby a nedostatky, ke kterým došlo v minulosti.

3.2.1 EIR – Požadavky Objednatele na informace

Pevným základem pro efektivní řízení výstavby, který chyběl na popisovaném projektu, je EIR (Požadavky Objednatele na informace). Je třeba ale zdůraznit, že než se začnou definovat požadavky na informační model stavby, je nutné identifikovat všeobecné požadavky na projekt a zhodnotit, zda některé části vůbec potřebují využití BIM. Ne všechny procesy spojené s řízením projektu vyžadují dodávku v BIM. [8]

Po definování postupů nasazení informačního řízení informací je důležité určit všeobecné požadavky na informace a projekt, aby bylo možné provést analýzu a způsoby dodávky DIMS. Česká agentura pro standardizaci v rámci Konceptu BIM vytvořila příručku, která vychází z již realizovaných pilotních projektů a slouží jako pomůcka pro objednatele, na co si dát pozor a jakou logikou postupovat pro správné definování požadavků a při tvorbě strategie. Po nastudování materiálů, které na svém webu nabízí ČAS, bych však doporučil spíše využít mezinárodní standardy tvorby a nastavení procesů BIM (např. ISO 19650-1) a na jejich základě nastavit svoji vlastní strategii, která by v největší míře odpovídala vnitro-firemní organizaci její struktury a zvyklostem.

Tento dokument musí obsahovat:

- Cíle a využití BIM na projektu
- Jaká data jsou vyžadována
- Pravidla pro pojmenování souborů
- Formáty, ve kterých budou dodány jednotlivé DIMS a výstupy z něj
- Předepsané požadavky na podrobnost informací
- Pravidla pro mezi-týmovou komunikaci
- Odpovědnosti a role jednotlivých členů podílejících se na projektu

EIR by měl sloužit jako základní koncept pro dodávku projektu v BIM. Je to klíčový dokument, který udává směr a cíle nasazení BIM nástrojů a popisuje požadavky na dodávku. Konkrétní postup a řešení způsobu dodání modelu a všeho, co s tím souvisí, se vyvíjí v následné fázi. Na základě EIR vytvářen podrobný Plán realizace BIM (BEP), který specifikuje konkrétní způsob naplnění požadavků.[8]

3.2.2 BIM protokol

BIM protokol by měl být nedílnou součástí smlouvy o dílo u každého projektu, kde bude nasazen BIM pro řízení projektu. Tento dokument vymezuje určitá pravidla a postupy pro tvorbu modelu, práci s informacemi a smluvně zavazuje jejich dodržení. Určuje také řídicí systém pro informace, které budou vytvořeny během procesu návrhu, výstavby a provozu objektu. Následně také specifikuje, jak se s nimi bude zacházet.

Definice BIM Protokolu v projektu je naprosto zásadní pro zlepšení koordinace mezi jednotlivými členy projektového týmu. Pokud je stanoven jednotný postup a návod, jak tvořit a předávat informace, eliminuje se velký počet chyb a vzájemné zpomalení pracovních postupů. Jestliže jsou jasně definovány požadavky na kvalitu dat v modelu, každý člen projektového týmu je zavázán je plnit, a tedy přesně ví, jaký výstup se od něj očekává, podle jakých kritérií se bude hodnotit a jakým způsobem data budou ověřována. Tím vzniká i obrovský benefit pro projektového manažera, neboť tak dostane data, který opravdu potřebuje a využije. Ví, jakým způsobem budou dodána, kde je najde a jak s nimi nakládat. Vznikne tak příznivé transparentní prostředí pro sledování efektivity projektu a jeho vývoje, což umožní rychle identifikovat problémy a včasně na ně reagovat. [18]

Důležité je také zohlednit v BIM Protokolu úpravu práva duševního vlastnictví, aby byl model využíván správným způsobem a nedocházelo k porušování autorských práv jednotlivých členů týmů. [18]

3.2.3 Datový standard a klasifikační systém

Při práci s velkým objemem informací a jejich neustálou výměnou je nutné vytvořit takovou strukturu, aby byly informace sjednocené, čitelné, lehce dohledatelné. Jelikož každý tým podílející se na projektu potřebuje různé informace pro svoji činnost, je nutné je strukturovat takovým způsobem, aby bylo možné je snadno dohledat a použít z velkého objemu všech dat o projektu. Softwarové aplikace fungují na principu identifikace dat, jejich analýze, zpracování a třídění. Datový standard v tomto případě slouží jako společný „jazyk“ pro dorozumívání mezi projektantem a počítačem a také pro dorozumívání mezi různými digitálními aplikacemi, které pomocí datové šablony udávají strukturu informacím. Pro přenos dat se využívá mezinárodní (a jediný použitelný) formát IFC, který technicky funguje jako kontejner nebo procesní systém pro ukládání a uspořádání projektové informace pro předání do jiné aplikaci, která tu informaci bude schopná zpracovat. Pro přenos potřebných informací proto je klíčové definovat účel jejich použití (např. koordinace, statická analýza atd.) a nastavit IFC filtr, který nám z velkého objemu informací vytřídí a exportuje pouze to, co je potřebné a nedefinované (pomocí datového standardu). Tento přenos dat se nazývá MVD (Model View Definition), který vytvoří nový IFC model „na míru“ pro určitý účel použití z velkého celku.[8] [18]

Jestli datový standard budeme brát jako „kladečské schéma“ pro informace, tak klasifikační systém každé informaci přidělí určité poznávací označení, aby mohly být vloženy do „kladečského schématu“ a vytvořily potřebný celek. A aby bylo možné pracovat s informacemi nejen uvnitř konkrétního projektového týmu, ale i mezi organizacemi a zeměmi, bylo nutné vytvořit jednotný kvalifikační systém, který bude chápán co nejvíce subjekty. V současnosti v České republice se prosazuje mezinárodní kvalifikační systém CCI (Construction Classification International), který byl vytvořen spoluprací několika zemí Evropské unie včetně České republiky. Cílem tvorby CCI bylo sjednocení identifikace staveb napříč všemi jejími dílčími částmi a prvky. Díky tomu se sjednotí

všechny stavební projekty na mezinárodní úrovni a umožní se provádět analýzy, kontroly a spolupráce v mnohem větším měřítku. [18]

Klasifikační systémy fungují na principu databáze, která přiřazuje jednotlivým prvkům kódy složené z číslic a písmen. Tím je možné popsat každý prvek na stavbě, snadno ho vyhledat a připojit k němu potřebné informace. Právě díky tomuto přístupu je možné provádět třídění a klasifikaci objektů již na začátku, což zjednodušuje práci s informacemi po celou dobu životního cyklu stavby, a to nejen mezi různými týmy, ale i mezi zeměmi. [18]

3.2.4 Plán realizace BIM (BEP)

Plán realizace BIM je dokument, který byl vytvořen k ujasnění konkrétních postupů pro implementaci BIM na konkrétním projektu. EIR pouze předurčuje očekávání klienta ohledně nasazení BIM na projektu. BIM standardy jednotlivých projekčních týmů stanovují vnitroorganizační politiku pro použití digitálních nástrojů. Pak BEP slouží jako spojka mezi těmito dvěma postupy. Jeho cílem je koordinovat plán realizace projektu v BIM prostředí, popsat a doladit procesy řízení projektu, předání informací a komunikaci mezi jednotlivými členy projektového týmu. Důležitým bodem BEP je určení odpovědností, rolí a závazků během celého průběhu projektu. [12]

Největší překážkou při tvorbě kvalitního BEP je nedostatek informací v době tvorby dokumentu. Proto vzniká potřeba předvídat velkého množství okolností, se kterými se projektové týmy mohou setkat a zohledňovat je již v raném stadiu. [12]

Jelikož během různých fází se může narazit na různé překážky, je potřeba na ně pohotově reagovat a následně i měnit způsoby práce a dodávky BIM. Z tohoto důvodu se BEP tvoří jako součást tendrové dokumentace ve formě BEP Pre-Contract, který slouží jako základní soupis metod dodávky a postupů. Po výběru dodavatele BIM probíhá doladování jednotlivých postupů s cílem dosáhnout co nejvyšší kvalitu přenosu dat a jejich dodávky. Vzniká tak závazný dokument BEP Post-Contract, ve kterém jsou zohledněny veškeré metody dodávky, využitě

softwarové nástroje, rozdělení DIMS na jednotlivé dílčí modely a jejich pojmenování, požadavky na geometrii, klasifikaci jednotlivých prvků modelu, způsob jejich zápisu v IFC, výstupy z modelu a formáty ve kterých budou generovány, přípustné kolize a další aspekty. Důležitou součástí BEP je také podrobný popis práce v CDE, jakým způsobem bude probíhat předání informací, procesy schvalování a publikace jednotlivých výstupů z modelu.

BEP je klíčovým dokumentem pro úspěšný průběh projektu a vyžaduje pozornost všech členů projektového týmu. Každý tým si musí ujasnit, co se od něj očekává a jak nastavit vnitro-organizační procesy tak, aby byla dosažena maximální efektivita spolupráce a nezpomalování workflow mezi jednotlivými týmy.

3.2.5 Level of Detail, Level of Development

Hlavní rozdíl řízení projektu v prostředí BIM oproti klasické metodě je okamžitý přístup k parametrickým informacím přímo v modelu, které jsou vázány na konkrétní stavební prvek. Nejedná se pouze o geometrické zobrazení objektu v prostoru, ale taky i negrafické parametry jako např. název výrobce, přesné označení prvku, datum dodání na stavbu, bezpečnostní listy atd. Proto, aby se splnily cíle a očekávání od projektu, se před jeho tvorbou definují požadavky na geometrickou úroveň propracovanosti (Level of Detail) a požadavky na negrafické informace (Level of Development), které jsou sjednocené do jedné zkratky LOD. [20]

Požadavky Level of Detail/Development jsou definovány již v požadavcích objednatele na informace (EIR) a jsou blíže specifikovány jednotlivými projektovými týmy v Plánu realizace BIM (BEP) a udávají se jako číselná hodnota x00 za zkratkou LOD. Každá skupina prvků je tedy definována jako např. LOD200. Pro české stavební prostředí zatím neexistuje sjednocené provázání konkrétních požadavků na informace a číselné hodnoty za zkratkou LOD, tudíž u každého investora nebo projekčního týmu se definice tedy může mírně lišit. [20]

Základní principy definice podrobnosti jsou následující:

LOD 100: prvek modelu je zobrazen velmi schematickou geometrií (čáry, čtverce) a neobsahuje žádné specifické informace o materiálech a vlastnostech prvku.



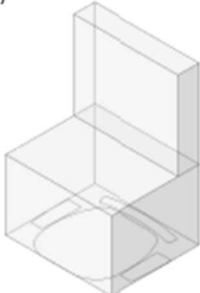


LOD 200: prvek modelu je zobrazen schématickou geometrií s prostorovými vlastnostmi a základní negrafické informace (klasifikace typu, umístění).

LOD 300: prvek modelu je zobrazen podrobně a obsahuje propracovanější grafické informace. V této úrovni podrobnosti prvek již bude obsahovat specifické negrafické informace o typu, materiálu, počtu jednotlivých součástí a např. tepelně fyzikální vlastnosti.

LOD 350: prvek obsahuje veškeré informace podrobnosti LOD 300, ale je doplněn o jednotlivé vazby s ostatními prvky modelu, které jsou nezbytné pro koordinaci jednotlivých systémů v modelu.

LOD 400: prvek je podrobný natolik, že může být vygenerována dílenská dokumentace pro např. zámečnické prvky nebo monolitickou prefabrikaci. Obsahuje veškeré negrafické informace k tomu potřebné, jako např. polohu a počty prvků armatury, přesný popis materiálu (např. třída a receptura betonu) nebo informace o svarech a kotvení u ocelových konstrukcí.

LOD 500: prvek obsahuje nižší grafickou podrobnost, ale mnohem podrobnější negrafické vlastnosti určené k provozu objektu. Tyto informace budou doplněny ve fázi předání provedeného díla, kdy do modelu se zanesou faktické informace, u již zabudovaných a použitých výrobků a informace nezbytné pro provoz a údržbu.[21]

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
(Pouze data označená červeně jsou použitelná)				
				
Koncept (prezentace)	Návrh	Dokumentace	Konkrétní výrobek	Facility management
POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 100 HLOUBKA: 450 VÝŠKA: 1100 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 100	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 700 HLOUBKA: 450 VÝŠKA: 1100 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 200	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 700 HLOUBKA: 450 VÝŠKA: 1100 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 300	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 685 HLOUBKA: 430 VÝŠKA: 1085 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 400	POPIS: Kancelářská židle s područky, na kolečkách ŠÍŘKA: 685 HLOUBKA: 430 VÝŠKA: 1085 VÝROBCE: Hermann Miller MODEL: Mirra LOD: 01/07/2015

Obrázek 21 - LOD v prostředí BIM, zdroj:[20]

Pro realizaci stavby jako takové a projektového manažera jsou zásadní informace negrafické, které popisují jednotlivé prvky a tím umožní lépe plánovat postup výstavby nebo dodávky jednotlivých materiálů a stavebních výrobků. To neznamena však, že geometrické informace se musí zanedbat. Level of Detail je velmi důležitý při tvorbě vizualizací z modelu, prostorovou koordinaci a návazností jednotlivých prvků, což značně snižuje počty chyb PD pro provádění stavby. Zároveň je potřeba si uvědomit, že přehnaně podrobně vytvořená grafika modelu může být kontraproduktivní a jít na úkor kvality a pohodlí práci s modelem. [8]

Nejvíce informací teoreticky bude obsahovat model v provozní fázi objektu, kde se budou ukládat informace o proběhlých revizích a protokolech oprav nebo výměny nějakých prvků technického zařízení stavby.

Předtím, než se budou udávat požadavky na negrafické informace nebo detailizaci, je velmi důležité si uvědomit za jakým účelem se model vytváří a už v této fázi definovat požadavky na informační kontejnery. Požadavky na informace a detailizace se budou lišit, jestliže je model

určen primárně k řešení koordinačních problémů při provádění stavby nebo jestliže se plánuje využití modelu pro správu objektu. Dalším důležitým kritériem při rozhodování o úrovni podrobnosti modelu bude výkonnost hardwaru, se kterým pracují jednotlivé členy projektového týmu, velikost stavebního objektu a požadavky na kvalitu, neboť s velkým objemem informací přichází obrovská zátěž na počítače, která neumožní efektivní práci s modelem.

Co nejpodrobnější model v tomto případě nebude znamenat, že bude nejlepší. Proto je potřeba již předem definovat priority a požadavky tak, aby práce s ním byla co nejefektivnější a nejpohodlnější pro všechny účastníky projektu.

3.2.6 CDE – Společné datové prostředí

Hlavním cílem řízení projektu metodikou BIM je jednoduchý přístup a možnosti shromáždění a organizace dat, zajištění jejich úplnosti, aktuálnosti a jednoduchému zpracování. Při klasickém přenosu dat a dokumentů pomocí papírové/emailové komunikace v projektu většího rozsahu dochází v určitém okamžiku k chaosu a následné neschopnosti systematického řízení velkého objemu informací. Proto byla jen otázka času, kdy se vytvoří platforma, která umožní centralizované řízení a nakládání s daty přístupná pro všechny účastníky projektu, tzv. Společné datové prostředí (CDE).

Bylo by chybou se domnívat, že jako systém CDE může sloužit obyčejné cloudové úložiště nebo společný server. Je důležité si uvědomit, že v tomto případě se nejedná o prostý průzkumník, resp. souborový manažer, ale platformu, která je schopná:

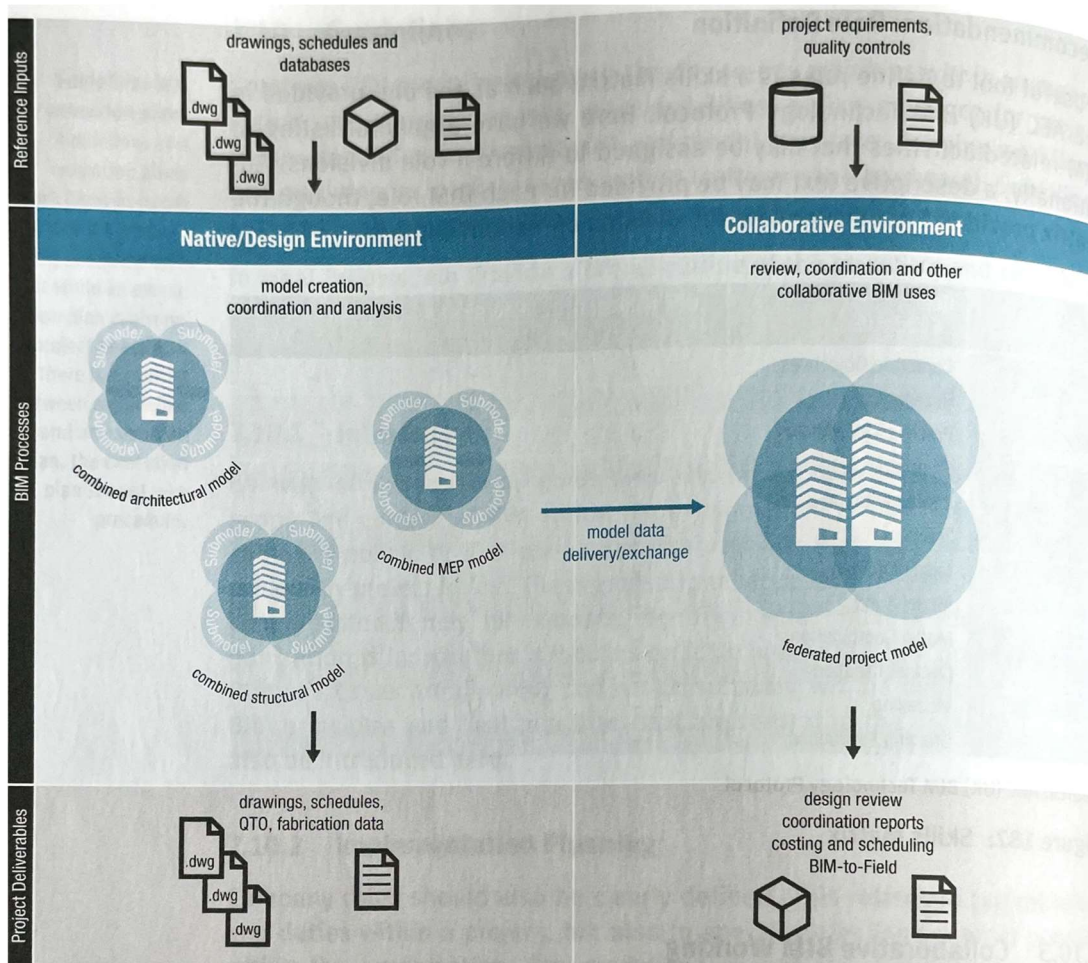
1. Řídit procesy managementu s informacemi (publikování, schvalování, předávání)
2. Přiřazovat stavy jednotlivých dat
3. Pracovat s informačními kontejnery
4. Umožňovat integrované prohlížení IFC souborů
5. Umožňovat revidování souborů a tvorbu připomínek
6. Podporovat různé datové formáty

7. Chránit přístup k datům nepovolaným osobám a subjektům

Výše uvedené nelze pokládat za kompletní popis veškerých požadavků na CDE, ale jedná se pouze o ukázkou nejdůležitějších parametrů. Bližší požadavky určuje vždy objednatel na základě konkrétního projektu a jsou součástí BIM protokolu.

CDE neslouží pouze k práci s projektovou dokumentací, ale také jako platforma pro řízení výstavby objektu. Platforma umožňuje práci s modelem, kde lze pomocí filtrů zobrazovat potřebné sady prvků modelu, generovat informace z modelu, resp. přidělit nová data k jednotlivým prvkům a objektům. Přes CDE probíhá komunikace zhotovitele s kontrolními orgány na staveništi, dodržování zásad BOZP na staveništi, kontrola kvality, předávání jednotlivých konstrukcí a okamžité řešení vad a nedodělků. V budoucnu bude umožněno předání dokumentace skutečného provedení, jelikož CDE již bude automaticky shromažďovat a třídit dokumentace dle oddílů, revizí a pokynů stavbě.

Na ukázce reálného projektu bylo jasně vidět, že prostředí CDE nebylo využito na 100 % svého potenciálu a neumožňovalo vzájemnou koordinaci zhotovitelů na staveništi. Za velkou škodu považuji nevyužití systému komentářů a možnost komunikace s týmem projektového řízení. Chybně nastavená konvence pojmenování souborů také hrála velkou roli ve vytvoření nekomfortního prostředí pro práci s informacemi a PD.



Obrázek 22 - Logika práce ve společném datovém prostředí, zdroj: [8]

3.2.7 Process management

Absence kvalitních národních standardů pro implementaci BIM určitě má vliv na efektivitu průběhu projektu, ale zároveň se dá rovněž konstatovat, že největší přínos pro řízení projektu v BIM bude tvorba firemních směrnic pro aplikaci BIM, ze kterých potom budou vycházet konkrétní BIM specifikace přizpůsobené pro určitý projekt.

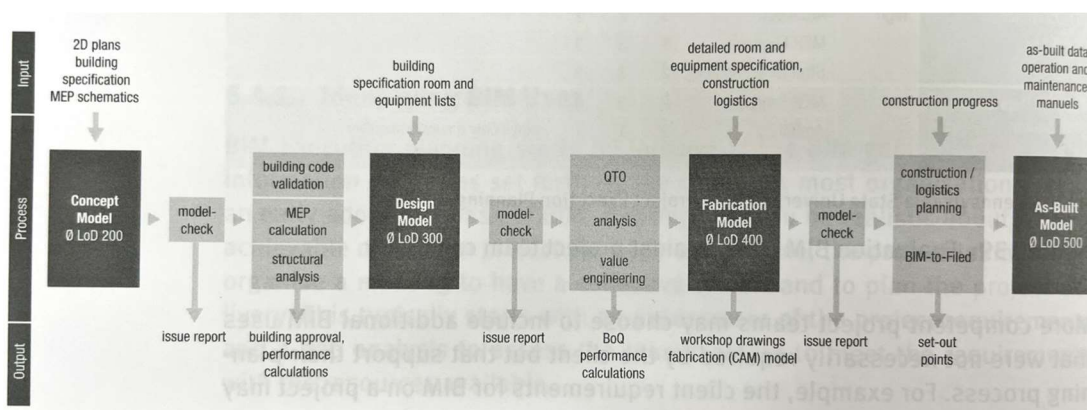
Vzniká potřeba zakládání vnitro-firemních BIM týmů, které by se zabývaly tvorbou potřebných strategií, analýzou nasazení postupů, jejich vyhodnocování a návrhů změn a úprav v celém systému.

Firemní směrnice by měly obsahovat:

- Šablonu pro tvorbu matic odpovědnosti uvnitř firmy
- Checklisty pro řízení přípravy a průběhu projektu

- Plán provádění kontrol kvality a jakým způsobem budou tvořeny výstupy z nich
- Vnitro-firemní šablony dokumentů (BIM Protokol, BEP, EIR)
- Globální směrnice tvorby požadavků na informace
- Strategie Issue managementu
- Struktura nasazení lidských zdrojů na projektu [8]

V neposlední řadě bude třeba tvořit plán a harmonogram nasazení určitých postupů monitorovat průběh progresu a také organizovat workshopy a vzdělávací semináře pro jednotlivé pracovníky.



Obrázek 23 - Příklad strategie implementace procesů na projektu, zdroj: [8]

3.2.8 Firemní role a organizační struktura

BIM role a odpovědnosti uvnitř firmy by měly být specificky definovány s ohledem na kompletní organizační strukturu společnosti. Velmi důležité mít BIM procesy nastavené na každodenní aktivitu a workflow.

Role pro implementaci BIM ve vnitřní struktuře firmy by mohly být rozděleny do 3 úrovní:

1. Strategické (Vrcholový management)
2. Taktické (BIM manažer)
3. Operativní (Stavební manažeři) [8]

Úroveň 1 - Vrcholový management by měl vytvářet strategii vývoje a nasazení BIM nástrojů, aby byla v souladu s firemními cíli.

Úroveň 2 - BIM manažer by měl mít na starosti konkrétní kroky a postupy implementace BIM managementu uvnitř společnosti. Nastavovat procesy, provádět reporty, navrhovat optimalizační řešení a celkově dohlížet na plnění cílů.

Úroveň 3 - Stavební manažeři by měly být schopní pracovat s modely, chápat logiku a zaznamenávat progres a sloužit zpětnou vazbou pro BIM manažera.

3.2.9 Projektové role a organizační struktura

Na konkrétním projektu nebyla definována struktura řízení a rozdělení rolí, což bylo velmi znát. Ve chvíli, kdy je nastavena vnitrofiremní struktura řízení BIM, ji lze promítnout do specifické struktury přizpůsobené určitému projektu.

Na vrcholu matice odpovědnosti se bude nacházet zástupce objednatele (stavební manažer), který bude plnit funkci „BIM Champion“. Tento jedinec je zodpovědný za vytváření strategie BIM, která respektuje požadavky stavebníka na dokončené dílo a procesy nezbytné k jejich dosažení. Na projektu, kde jsem působil, takový člověk existoval a disponoval potřebnými schopnostmi pro tuto roli. [8]

Na zvážení je nasazení externího poradce pro objednatele, který bude napomáhat stavebníkovi v plánování a koordinaci BIM procesů na celém projektu. Tato role je pojmenována „BIM Auditor“. [8]

Generální dodavatel nebo společnost zajišťující projektové řízení by měla mít člověka, který by plnil funkci „Projektový BIM koordinátor“. Tato role by měla sloužit jako podpora pro všechny týmy, které na projektu spolupracují. Vést reporty pro BIM Championa ohledně využití BIM na projektu, organizovat BIM orientované kontrolní dny. Hlavním úkolem sledovat výkonnost všech týmů, úplnost dodávky informací, dodržení Plánů dodávky BIM (BEP) a následně i převod potřebných informací pro FM (podpora procesů COBie).[8]

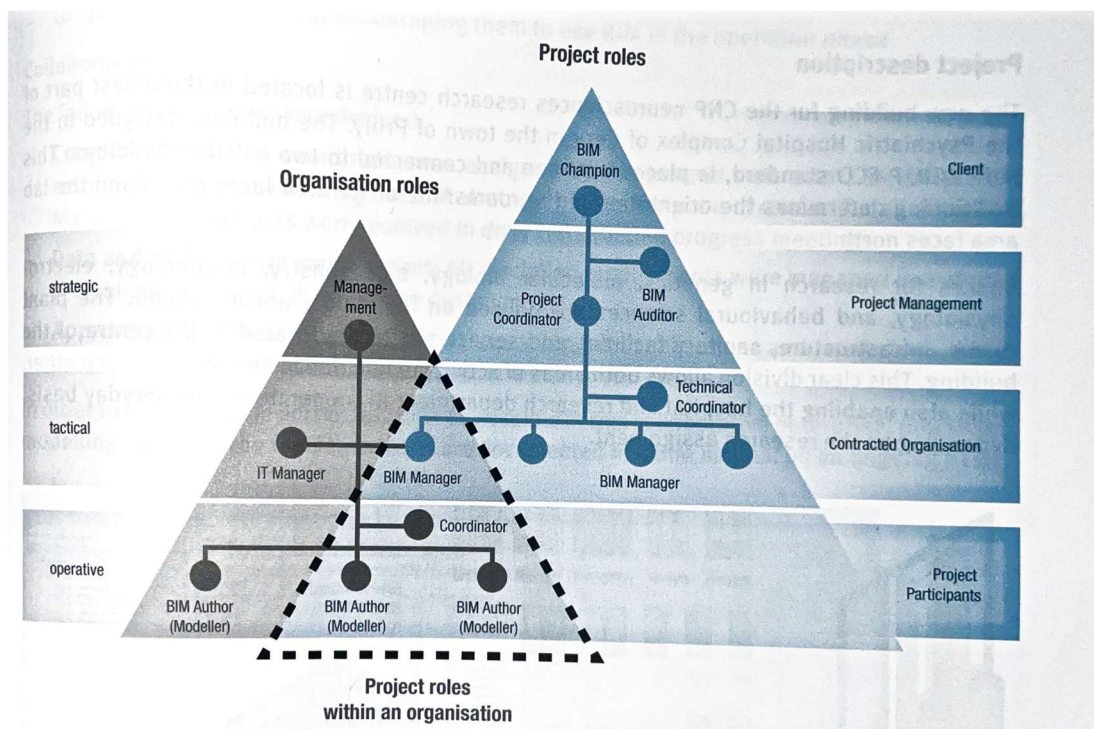
Další důležitý subjekt, který vstupuje do projektu se nazývá „BIM Koordinátor“. Jestliže Projektový BIM Koordinátor se spíše zaměřuje na

výstupy z modelu a workflow, BIM Koordinátor vykonává spíše technickou podporu pro všechny týmy, které se na projektu podílejí. Kontroluje konfederativní model z hlediska možných kolizí, dodržení datového standardu a plynule dodávky informací do CDE. [8]

Jednotlivé týmy, které dodávají svoje dílčí DIMS, mají svého BIM manažera, který sleduje vnitro-firemní procesy, vede tým jednotlivých inženýrů, projektantů a spolupracuje s Projektovým BIM Koordinátorem a BIM Koordinátorem. [8]

Na spodku celého systému pak se nachází jednotliví autoři modelu, kteří vzájemně spolupracují pod vedením vnitro-firemního BIM manažera.

Díky této struktuře se dá definovat role, nastavit postup a rozdělit ho do jednotlivých kroků, které budou vytvářet společné příznivé workflow pro konkrétní projekt. Samozřejmě organizační struktura se bude lišit v závislosti na konkrétním projektu, podle schopností dodávky BIM a konečných cílů.



Obrázek 24 - Vztah vnitro-firemních a projektových rolí, zdroj: [8]

3.3 Porovnání aplikací metod na projektu a návrhu na využití

Shrnutí aplikací metod na projektu by mělo názorně posloužit jako zjednodušený issue report a udat směr vývoje nasazení BIM pro další projekty.

Činnosti	Praxe	Návrh	Závažnost
Vnitro-firemní postupy nasazení BIM a organizační struktura	NE	ANO	3
Strategie nasazení BIM na konkrétní projekt	NE	ANO	5
Matice odpovědnosti	NE	ANO	5
Kontrolní dny BIM	NE	ANO	4
Podrobně zpracované požadavky na informace (EIR)	NE	ANO	5
Zpracovaný BIM Protokol	ČÁSTEČNĚ	ANO	5
Dodané Plány realizace BIM	NE	ANO	5
Nasazení CDE	ANO (S VÝHRADAMI)	ANO	5
Datový standard a pravidla tvorby modelu	ČÁSTEČNĚ	ANO	4
Aktualizace modelu	ANO (S VÝHRADAMI)	ANO	4
Kontrola kvality modelu (kolize)	ANO	ANO	5
Požadavky na komunikaci a přenos dat	NE	ANO	4
Kontrola kvality na staveništi	ANO	ANO	2
Řízení BOZP na staveništi	ANO	ANO	2
Tvorba AIM a podpora přenosu dat COBie	ZVAŽUJE SE	ANO	3

1 - nejnižší stupeň závažnosti

5 - nejvyšší stupeň závažnosti

Tabulka 1 - Report o nasazení BIM nástrojů na projekt v porovnání s doporučením, zdroj: vlastní zpracování

4. Závěr a doporučení

Jak je vidět z předešlé kapitoly, ne všechny důležité body, nezbytné pro efektivní nasazení BIM, byly na analyzovaném projektu dodrženy a zohledněny. Absence jednotlivých vnitro-firemních struktur, konkrétní struktury projektu s určením rolí a odpovědností, jasně definovaných pravidel a zpracování nezbytných dokumentů pro využití BIM měla velké dopady na celkový průběh řízení projektu, plnění cílů (jak dílčích, tak globálních) a celkově komfortní prostředí pro spolupráci.

Veškeré dílčí problémy vycházely pouze z jedné podstaty: nenastavení procesů v rámci projektu, absence strukturovaného plánu provádění činností a nezavázání k jejich plnění ve smluvních vztazích.

Z předchozího hodnocení bych chtěl zdůraznit, že na BIM by se mělo hledět jako na nový způsob projektového řízení a nikoli jako pouhé 3D modelování staveb a ovládání specifického softwaru. Tuto skutečnost by si měl každý uvědomit a změnit tím i svůj přístup k problematice. Zároveň stojí za zmínku, že se jedná o globální změnu v celé logice pracovních postupů, která nenastane ze dne na den a zabere hodně času na implementaci a zažití do celého stavebního průmyslu. Change management vždy přináší komplikace a rozvracení vnitro-firemních pravidel a struktur, proto ke změnám by se mělo přistupovat s rozvahou a systematicky, aby při přechodu nedošlo k většímu poklesu produktivity. Každý jedinec, který působí ve stavebnictví, by si měl uvědomit, že změna je nevyhnutelná a její odkládání bude mít velmi negativní následky v budoucnu.

Hlavní body, na které by se měl zaměřit vývoj a vylepšení globálního procesu implementace BIM, jsou následující:

- Kvalitní vzdělání a příprava budoucích odborníků
- Reorganizace firemních struktur a tvorba vlastní strategie a postupů
- Zohlednění BIM ve smluvních vztazích
- Definice jasných cílů a požadavků
- Respektování zásad práce s DIMS

- Tvorba kvalitních národních standardů
- Férový přístup k práci

Dle mého názoru bychom k celému vývoji měli přistupovat i filozoficky a začít od sebe. Zhodnotit vlastní činy a přístup k práci, jestli se opravdu naplňují naše vnitřní očekávání a jestli máme čisté svědomí. Nemusíme nutně čekat na vnější faktory, ale můžeme jednoduše napomoci ke změně malými kroky, což ve výsledku bude mít velký přínos. Žádné nové procesy nastavení spolupráce nepřinesou zvýšení kvality, dokud si lidé neuvědomí, že kvalitu vytvářejí jednotlivci a dokud sami nebudeme respektovat jak práci svoji, tak i práci ostatních. Bez toho nám ani BIM nepomůže v plnění cílů a dosažení pokroku.

Bibliografie

[1] 60 Years History of CAD Infographic. *Trillions of 3D CAD Models, Component Software & Catalogs* [online]. CADENAS PARTsolutions, 2023 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/>

[2] *Countfire: How BIM is impacting the construction industry?* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.countfire.com/blog/how-bim-is-impacting-the-construction-industry/>

[3] Уровни внедрения BIM-технологий. *Журнал "Научный аспект" - публикация научных статей* [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://na-journal.ru/4-2020-informacionnye-tekhnologii/2810-urovni-vnedreniya-bim-tekhnologii>

[4] *BUILDEXT: What are the BIM dimensions?* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://buildext.com/en/bim-dimensions/>

[5] EYNON, John. *Construction manager's BIM handbook*. Chichester: Wiley Blackwell, 2016. ISBN ISBN978-1-118-89647-1.

[6] FUNTÍK, Tomáš. *Building Information Modeling: informačné modelovanie stavieb*. Bratislava: Eurostav, 2018. ISBN 978-80-89228-56-0.

[7] Demystifying the Common Data Environment. *PBC Today* [online]. [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.pbctoday.co.uk/news/digital-construction/demystifying-common-data-environment/26133/>

[8] BALDWIN, Mark. *The BIM-manager: a practical guide for BIM project management*. Berlin: Beuth Verlag, 2019. ISBN ISBN978-3-410-26821-5.

[9] *Facility Management EMA+: Komplexní nástroj pro facility management* [online]. [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: https://caf.m.emaplus.cz/?gclid=Cj0KCQjwIumhBhCIARIsABO6p-xGtm3fYBrcwjuSnDI5hEJO_1fGLwCTQef-3VE9gZBqEtGKpZAluDMAI9wEALw_wcB#home

[10] MATĚJKA, Petr a Nataliya ANISIMOVA. *Základy implementace BIM na českém stavebním trhu*. Praha: FinEco, 2012. ISBN 978-808-6590-103.

[11] Návrh věcného záměru zákona o správě informací o stavbě a informačním modelu stavby a vystavěného prostředí. *Zákony pro lidi: Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/monitor/7387332.htm>

- [12] HOLZER, Dominik. *The BIM manager's handbook: guidance for professionals in architecture, engineering, and construction*. New York: John Wiley, [2016]. ISBN 978-1-118-98242-6.
- [13] ČKA k povinnosti projektování v BIM ve veřejných zakázkách. *Česká komora architektů* [online]. [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://www.cka.cz/sluzby/verejne-sprave/cka-k-povinnosti-projektovani-v-bim-ve-verejnych-zakazkach>
- [14] COUCH, C., T. HEDGES a R. LISTER. Applying BIM principles to the construction process. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*. 2010(163). ISSN 1751-4304.
- [15] *Usnesení vlády České republiky: o významu metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení*. In: . Praha, 2016, číslo 958. Dostupné také z: https://www.ckait.cz/sites/default/files/usneseni_vlady_c._958_cj._1353_16_bim.pdf
- [16] ČESKÁ TISKOVÁ KANCELÁŘ. Senát umožnil roční odklad fungování Nejvyššího stavebního úřadu. *Právní prostor* [online]. 16.06.2022 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.pravniprostor.cz/aktuality/senat-umoznil-rocni-odklad-fungovani-nejvyssiho-stavebniho-uradu>
- [17] ODBOR 71100. Koncepce zavádění metody BIM v ČR schválena vládou. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 26.9.2017 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>
- [18] *Česká agentura pro standardizaci: Koncepce BIM* [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/>
- [19] Zpráva o pracovní úrazovosti v České republice v roce 2021. *Státní úřad inspekce práce* [online]. 2021 [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <https://www.suip.cz/documents/20142/43692/Zpr%C3%A1va+o+pracov%C3%AD+%C3%BArazovosti+v+%C4%8CR+za+rok+2021.pdf>
- [20] LOD - Level Of Development: Co znamená pojem Level of Development pro spolehlivost informačního modelu stavby. *BIMinfo* [online]. [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/LOD-Level-Of-Development.aspx>
- [21] A Practical Approach to Level of Detail (LOD). *United BIM* [online]. [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: [https://www.united-bim.com/practical-approach-to-level-of-detail/#:~:text=The%20Level%20of%20Detail%20\(LOD\)%20is%20to%20](https://www.united-bim.com/practical-approach-to-level-of-detail/#:~:text=The%20Level%20of%20Detail%20(LOD)%20is%20to%20)

define%20the%20amount,data%20associated%20with%20the%20objec
ts.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Stupně BIM modelování, zdroj: [2]	15
Obrázek 2 - Dimenze BIM modelování, zdroj: [4].....	17
Obrázek 3 - Přenos informací o problémech během výstavby, zdroj: vlastní zpracování.....	18
Obrázek 4 - Vazby jednotlivých modelů, zdroj:[7].....	21
Obrázek 5 – Logika přenos dat z PIM do AIM, zdroj: [8].....	22
Obrázek 6 - Komentář ČKA ohledně použití BIM pro navrhování staveb, zdroj:[13].....	27
Obrázek 7 - Řez dílčím statickým modelem, který byl vyfiltrován z komplexního modelu, zdroj: export z CDE projektu	37
Obrázek 8 - Porovnání průběhu instalací v objektu a v DIMS, zdroj: vlastní foto + export z CDE projektu	37
Obrázek 9 - Propojení modelu s výstupem z DIMS (Výkres tvaru), zdroj: export z CDE projektu.....	38
Obrázek 10 - Přehled KZP vázaných ke konstrukcím 4.NP, zdroj: export z CDE Projektu.....	39
Obrázek 11 - Ukázka kontroly armatury, zdroj: export z CDE projektu	39
Obrázek 12 - Přehled zpracovaných KZP a popis jejich stavu, zdroj: export z CDE projektu.....	40
Obrázek 13 - Popis závady BOZP s fotografií, zdroj: export z CDE projektu	41
Obrázek 14 - Oprava závady nahraná do CDE, zdroj: export z CDE projektu	42
Obrázek 15 - Automatické porovnání revizí výkresů s barevným odlišením změn, zdroj: export z CDE projektu.....	43
Obrázek 16 - Kolize VZT a RTCH, zdroj: export z CDE projektu	44

Obrázek 17 - Kolize střešní vpusti a vodorovné monolitické konstrukce, zdroj: export z CDE projektu	45
Obrázek 18 - Porovnání DIMS a reálného provedení konstrukce, zdroj: export z CDE projektu + vlastní foto.....	45
Obrázek 19 - Vyfiltrované závady podle typu (kolektivní ochrana), zdroj: export z CDE projektu.....	47
Obrázek 20 - Komentář k závadě BOZP v aplikaci Field, zdroj: export z CDE projektu	48
Obrázek 21 - LOD v prostředí BIM, zdroj:[20].....	58
Obrázek 22 - Logika práce ve společném datovém prostředí, zdroj: [8]..	61
Obrázek 23 - Příklad strategie implementace procesů na projektu, zdroj: [8]	62
Obrázek 24 - Vztah vnitro-firemních a projektových rolí, zdroj: [8].....	64

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Report o nasazení BIM nástrojů na projekt v porovnání s doporučením, zdroj: vlastní zpracování	65
--	----