ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA EKONOMIKY A ŘÍZENÍ VE STAVEBNICTVÍ

PROTOKOL ŘÍZENÍ PROJEKTŮ BIM

MANAGEMENT PROTOCOL OF BIM PROJECTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Filip Pavka

2023

Prohlášení

Jméno diplomanta: Bc. Filip Pavka

Název práce: Protokol řízení projektů BIM

Prohlašuji, že jsem uvedenou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Petra Matějky, Ph.D.

Použitá literatura a materiály jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne …… ……

Bc. Filip Pavka

Zadání diplomové práce

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Pavka** Jméno: **Filip** Osobní číslo: **510718**

Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**

Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**

Studijní program: **Stavební inženýrství**

Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Protokol řízení projektů BIM

Název diplomové práce anglicky:

Management Protocol of BIM Projects

Pokyny pro vypracování:

- Úvod práce, vymezení tématu, vysvětlení řešeného problému, popis metodiky práce
- Shrnutí poznatků o BIM v kontextu řešeného tématu (zejména souvisejících s klíčovými dokumenty řídícího procesu)
- Syntéza teoretických poznatků různých přístupů zadávání/řízení a navržení optimálního postupu
- Praktická aplikace teoretických poznatků
- Závěr, zhodnocení výsledků práce a diskuze

Seznam doporučené literatury:

Eastman, C.: BIM Handbook. 2. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. ISBN 978-0-470-54137-1.
Koncepce BIM [online]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/koncepce
Matějka, P.: Rizika související s implementací Informačního modelování budov (BIM). Praha, 2017. Disertační práce, ČVUT, FSv.
Portál koncepce BIM [online]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/
ISO 19650-1. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM), 2018. a navazující oddíly
PAS 1192-2. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. NBS, 2013. a navazující oddíly

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

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

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

Datum zadání diplomové práce: **22.09.2022** Termín odevzdání diplomové práce: **09.01.2023**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Ing. Petr Matějka, Ph.D. podpis vedoucí(ho) práce	prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D. podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	prof. Ing. Jiří Máca, CSc. podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

22.11.2022
Datum převzetí zadání

Podpis studenta

© ČVUT v Praze, Design: ČVUT v Praze, VIC

Anotace

Hlavním tématem této diplomové práce je přiblížení problematiky protokolu řízení u projektů realizovaných s využitím BIM. V úvodní teoretické části se práce zabývá rešerší současných přístupů, a to na zahraničním i českém poli působnosti. Zprvu je nadefinován celkový proces a následně jsou blíže rozebrány jeho jednotlivé části. V navazující praktické části, autor na základě načerpaných znalostí a praktických zkušeností, stanovil ideální přístup pro řízení BIM projektů během fáze přípravy a realizace. Praktické řešení práce je vztaženo na dodavatelský systém Design-Bid-Build, který se řadí mezi nejpoužívanější na českém stavebním trhu. Řešení se skládá z několika informačních grafik. Ty mají za účel, provést účastníka srozumitelně procesem a definovat jednotlivé kroky. V závěru práce je navržené řešení demonstrováno na reálném projektu z praxe, kterého se autor účastnil.

Klíčová slova

BIM, BIM protokol, dodavatelské metody, informační modelování budov, implementace BIM, informační cyklus, klasifikační systém, účastníci výstavby, životní cyklus stavby

Abstract

The main topic of this master thesis is to explain problematics connected with the management protocol of BIM projects. The introduction of the theoretical part describes different approaches to the topic in the view of Czech and foreign surroundings. In the beginning, the whole process of managing was explained. After that, individual parts together with all requirements and necessities of the process were examined separately. In the practical part, based on theoretical knowledge and the author's practical experience, there was created an ideal approach to the management protocol of BIM projects. The suggested process is related to projects with the Design-Bid-Build delivery method, which is the most common method in the Czech construction market. The solution consists of a few information graphics with educative content. The main purpose of these graphics is to create an intelligible guide throughout the process which helps all participants. Furthermore, it should define each step together with the obligations. At the end of the work, the created process was demonstrated on a real project from practice in which the author participated.

Keywords

BIM, BIM Protocol, BIM documents, Delivery Methods, Building Information Modeling, BIM Implementation, Information Cycle, Classification System, Participants of a Process, Building Life Cycle

Obsah

Seznam použitých zkratek 7
Úvod 9
1. Úvod do informačního modelování staveb 10
1.1. Přínosy a rizika BIM 10
1.2. Účastníci procesu 12
1.2.1. Objednatel 13
1.2.2. Dodavatel 14
1.3. Úrovně implementace BIM 15
1.4. Implementace BIM ve vybraných zemích 17
1.4.1. Implementace v České republice 17
1.4.2. Implementace BIM ve Velké Británii 19
1.4.3. Implementace ve Spojených státech amerických 20
1.5. Standardy a klasifikační systémy v ČR 21
1.5.1. Klasifikační systém CCI 21
1.5.2. Datový standard staveb DSS 23
1.6. Dílčí závěr 25
2. Informační cyklus BIM 27
2.1. Přípravná fáze 28
2.2. Dodací fáze 29
2.3. Provozní fáze 30
3. Dodavatelské metody 31
3.1. Design-Bid-Build (DBB) 32
3.2. Design-Build (DB) 33
3.3. Integrated Project Delivery (IPD) 35
4. Požadavky na informace 37
4.1. Požadavky zainteresovaných stran 39
4.2. Požadavky vyplývající z pověření 40
4.3. Informační výstupy 42
5. BIM Protokol 44
5.1. BIM Protokol dle ČAS 45
5.2. BIM Protokol dle CIC 48
5.3. BIM Protokol dle AIA 51

6. Dokumenty BIM protokolu 54
6.1. Požadavky na společné datové prostředí (CDE) 55
6.2. Plán realizace BIM (BEP) 57
6.2.1. Pre-Contract BEP 57
6.2.2. Post-Contract BEP 58
7. Tvorba protokolu řízení projektů BIM 59
7.1. Všeobecný proces protokolu řízení 59
7.1.1. Fáze předinvestiční 62
7.1.2. Fáze investiční 62
7.1.3. Fáze provozní 66
7.1.4. Fáze likvidační 66
7.2. Struktura informačního modelu 66
7.3. Nasazení BIM v různých fázích projektu 68
7.3.1. Fáze zadávání projektové dokumentace 68
7.3.2. Fáze zadávání realizace stavby 69
7.3.3. Fáze na konci realizace stavby 69
8. Případová studie 71
8.1. Popis projektu 71
8.2. Výchozí stav 72
8.3. Návrhový stav implementace 73
Závěr 77
Reference 79
Seznam obrázků 81
Seznam příloh 82

Seznam použitých zkratek

AIM	Asset Information Model, (Informační model aktiva)
AIA	American Institute of Architects
AIR	Asset Information Requirements, (Požadavky na informace o vybavení)
BEP	BIM Execution Plan, (Výkonný plán realizace BIM)
BIM	Building Information Modeling, (Informační model budov)
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
CCI	Construction Classification International, (Mezinárodní klasifikační systém)
CDE	Common Data Environment, (Společné datové prostředí)
CIC	Construction Industry Council
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
CoClass	Švédský klasifikační systém pro stavební odvětví
CzBIM	Odborná rada pro BIM
ČAS	Česká agentura pro standardizaci
ČSN	České státní normy
DB	Design-Build
DBB	Design-Bid-Build
DiMS	Digitální model stavby
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DSS	Datový standard staveb
DUR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
EIR	Exchange Information Requirements, (Požadavky na výměnu informací)
FIDIC	The International Federation of Consulting Engineers
FM	Facility management
GDPR	General Data Protection Regulation, (Obecné nařízení o ochraně osobních údajů)

GIS	Geographic information system, (Geografický informační systém)
IFC	Industry Foundation Classes
IPD	Integrated Project Delivery, (Integrovaná dodávka projektů)
ISO	International Organization for Standardization, (Mezinárodní organizace pro standardizaci)
LoD	Level of Development, (Úroveň podrobností)
LoI	Level of Information, (Úroveň obsažených informací)
LoIN	Level of Information Need, (Úroveň požadovaných informací)
MIDP	Master Information Delivery Plan, (Hlavní plán předávání informací)
OIR	Organizational Information Requirements, (Požadavky na informace o organizaci)
PIM	Project Information Model, (Projektový informační model)
PIR	Project Information Requirements, (Požadavky na informace k projektu)
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
SNIM	Datový standard negrafických informací modelu
SoD	Smlouva o dílo
TIDP	Task Information Delivery Plan, (Plán předávání informací o úkolech)
TSKP	Třídník stavebních konstrukcí a prací
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Úvod

S příchodem nových technologií se průmysl posouvá neustále kupředu. Inovace a nové způsoby myšlení, jsou čím dál tím nutnější, především z důvodu naplnění všech požadavků, a to jak v kontextu environmentálního, tak i lidského uspokojení. V seznamu inovací, dle průmyslových odvětví, se stavebnictví nachází v části druhé poloviny. Přes to lze zaznamenat nové přístupy, které by mohly celé odvětví výrazně posunout kupředu. Omílaným trendem poslední doby, se stal termín BIM neboli informační modelování staveb. BIM přináší zcela nové smýšlení, jak ke stavebním projektům přistupovat a jak je řídit. Hlavním cílem této metody je optimalizace životního cyklu stavby a zachycení celého procesu v digitální podobě.

Ačkoli na poli českého stavebního prostředí tento pojem zaznívá velice často, málo kdo chápe jeho význam. Pokud není schopen uživatel termín definovat, nelze očekávat ani jeho správné použití. Z tohoto důvodu bylo autorem zvoleno téma v oblasti BIM. Teoretická část práce přináší vymezení problematiky a popis jednotlivých pojmů. Dále jsou čtenáři přiblíženy jednotlivé přístupy řízení BIM projektů, a to jak z českého, tak zahraničního trhu.

Obsah práce s názvem „Protokol řízení projektů BIM“, jde však ještě dál a snaží se o stanovení univerzálního postupu. Pod označením BIM protokol, lze v terminologii najít dokument, který spojuje jednotlivé části smlouvy nebo také procesní postup projektu. Právě v kontextu procesního postupu je zpracováno téma diplomové práce. Hlavním účelem tohoto procesního postupu je stanovit jakýsi návod, který provede jednotlivé účastníky skrz životní cyklus projektu.

Jak je známo, dodavatelský systém neovlivňuje pouze proces vedení projektu, ale i způsob implementace BIM. Z toho důvodu, nelze stanovit jednotný protokol řízení, který by bylo možné aplikovat obecně. Navržené řešení je autorem vztaženo na projekty typu Design-Bid-Build, které jsou nejčastěji zastoupeny v české stavební praxi.

Cíle práce

- **Cíl I.** - Popsat a sjednotit základní pojmy dotýkající se oblasti metody a procesů BIM.
- **Cíl II.** - Syntetizovat jednotlivé teoretické přístupy řízení projektů BIM v České republice a v zahraničí.
- **Cíl III.** - Definovat protokol řízení projektů BIM.
- **Cíl IV.** - Prakticky aplikovat navržené řešení.

1. Úvod do informačního modelování staveb

První kapitola, přináší vysvětlení jednotlivých pojmů, které jsou nezbytné pro vymezení obecné problematiky BIM. Jednotlivé pojmy jsou členěny do několika podkapitol.

Nejdříve jsou objasněny možné přínosy a rizika, vyplývající z BIM. Dále jsou popsáni jednotliví účastníci a jejich povinnosti v souvislosti s BIM projektem. Následně jsou vymezeny možné stupně implementace BIM a popsány aktuální stavy tří vybraných zemí. Závěrečná podkapitola je věnována problematice standardizace a klasifikace v České republice.

1.1. Přínosy a rizika BIM

Metoda BIM přináší do stavebního procesu velké množství příležitostí. Může jít o příležitosti pozitivní, ale i negativní. Dosažení pozitivních příležitostí, je hlavní vidinou všech uživatelů, kteří metodu implementují. Mezi nejčastější lze zařadit úsporu času a nákladů. Na straně druhé, je velice pravděpodobné narazit na rizika. Tento negativní aspekt, může vzejít ze špatného použití či nastavení chybných očekávání. Ať je původ jakýkoliv, uživatel by měl znát obě strany příležitostí a měl by umět projekt správně vyhodnotit.

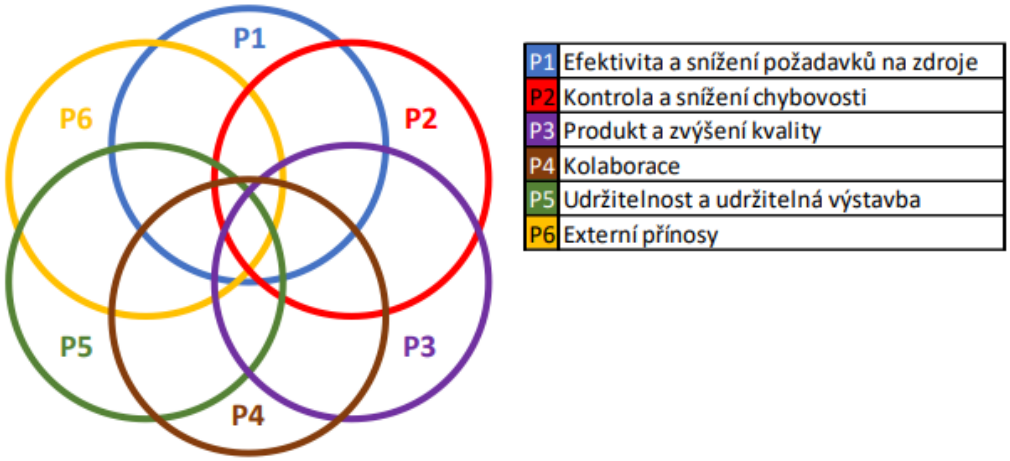
Obecně platí, že pokud mají být přínosy a hrozby identifikovány, musí být měřeny a sledovány. [1] Z toho vyplývá, že nejprve, musí proběhnout jejich identifikace a kvantifikace. Následně jejich vyhodnocení a určení jejich signifikance. Nad takto definovanými riziky lze provést rozhodnutí a sestavit plán řízení rizik.

Přínosy

Přínosy BIM je možné vnímat dvěma způsoby. Prvním způsobem vnímání, jsou přínosy, které přispívají ke zlepšení aktuálně používaných metod a nástrojů. Jedná se například o optimalizaci pracovních postupů nebo zlepšení komunikace mezi jednotlivými účastníky. Druhým způsobem vnímání jsou inovace. Ty do průmyslu přinášejí doposud nevyzkoušené metody a nástroje. [1]

Profesor Charles M. Eastman ve své publikaci uvádí, že *„BIM vytváří významné příležitosti pro zajištění udržitelných výstavbových procesů a zvýšení produktivity při dosažení nižších požadavků na zdroje a rizika v porovnání s tradičními metodami.“* [2] Dále uvádí, že při použití BIM dochází ke snížení nákladů a doby realizace na výstavbovém projektu. [2] Trochu jiný názor přináší pohled Jernigana člena AIA, který zmiňuje, že jeden z hlavních přínosů je zvýšení kontroly nad výstavbovým projektem, kterého je dosaženo formou práce s informacemi. Tyto informace tvoří jakousi spolehlivou základnu pro rozhodování a následné řízení projektu. [3]

Přínosy lze rozčlenit do šesti hlavních kategorií. Tyto kategorie jsou znázorněny na obrázku 1. Překryvy oblastí, představují zařazení přínosu do více kategorií současně.



Obrázek 1: Průnik zobecněných přínosů BIM

Zdroj: [1]

Pokud byly postupy a procesy BIM zavedeny a používány optimálním způsobem, je pro účastníky výstavbového procesu vlastní informační modelování přínosné. Na straně druhé, existuje riziko, že potenciální přínosy BIM nebudou plně zužitkovány a zápory předčí klady.

Rizika

Stejně jako tomu bylo u přínosů, je složité specifikovat konkrétní rizika. Jeden z hlavních přístupů členění rizik, je pohled jednotlivých účastníků projektu. Jednotliví účastníci často vnímají stejná rizika odlišně. Stejné riziko může být vnímáno s odlišnou pravděpodobností a odlišnou mírou dopadu. Dokonce může dojít k situaci, kdy se hrozba pro jiného účastníka jeví jako pozitivní příležitost.

Další věcí, od které se odvíjí druhy rizik, je výběr dodavatelské metody. V případě Design-Bid-Build, dochází k tradičnímu rozložení rizik mezi jednotlivými účastníky výstavbového projektu. Zhotovitel a projektant mají automaticky vyšší riziko, jen z pozice, kterou zastupují v porovnání s investorem. Například při využití dodavatelského systému Integrated Project Delivery (IPD), který je založen na vzájemné spolupráci, je riziko mnohem lépe alokováno. V souvislosti s těmito druhy rizik, vznikají rizika nová. Například riziko špatného rozdělení rizik mezi účastníky projektu nebo riziko snížení motivace některá rizika na straně konkrétního účastníka řešit. [4]

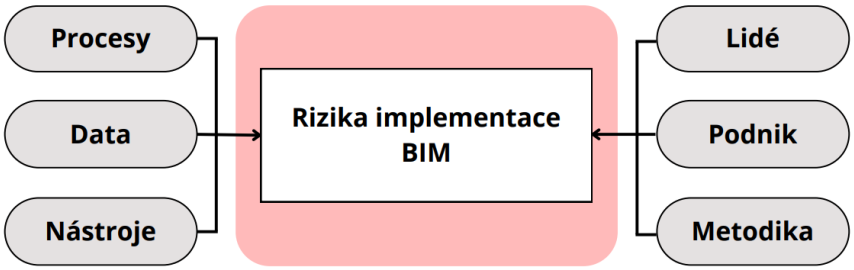
Jak uvádí Matějka P. ve své disertační práci, která řeší problematiku rizika implementace BIM, u nás ani v zahraničí neexistuje dokument, který by se na problematiku BIM a rizika přímo zaměřoval. Pokud je v literatuře toto téma řešeno, tak pouze v obecné rovině. Primární problém nastává při identifikaci rizik a jejich kategorizace. Dle této diplomové práce a zvoleného přístupu je možné rizik rozdělit do dvou obecných kategorií. Rizika v souvislosti s implementací a rizika vycházející z používání BIM. [1]

Rizika vyplývající z používání BIM

Pokud jde o rizika spojená s používáním BIM, tak toto téma není zatím příliš probádáno. Důvodem je malá míra zkušeností, které lze získat v současné stavební praxi. [1] Pokud jde o konkrétní rizika, tak ty úzce souvisí s technickou infrastrukturou, kybernetickou bezpečností či elektronickou správou dat.

Riziko spojené s implementací

Rizika spojená s implementací by mělo být jednodušší určit. Hlavním důvodem je jejich vyšší výskyt v praxi a větší možnost získání potřebných dat. I přes toto hojné zastoupení nemusí být přístupná data plně objektivní. Společnosti nerady zveřejňují negativní informace či nezdary, které je postihly během zkušebních projektů. Důvodů může být hned několik. Vše záleží na typu společnosti a přístupu vedení. Jedna z hlavních příčin publikace částečně zkreslených informací, může být například zachování marketingového postavení či konkurenceschopnosti daného podniku na trhu působnosti. V případě sestavení analýzy tohoto typu rizik, se doporučuje obsáhnout data od co nejvíce subjektů. [4]



Obrázek 2: Schématická mapa rizik implementace BIM
Zdroj: vlastní zpracování s využitím [1]

V obecné rovině lze rizika spojená s implementací rozdělit do šesti hlavních kategorií a to dle zdroje původu. Jak je znázorněno na obrázku 2, tyto kategorie mají souvislost s procesy, daty, nástroji, lidmi, podnikem a metodikou. [1] K těmto šesti kategoriím lze přiřadit dělení dle rolí jednotlivých účastníků a vytvořit rizika úplně nová. Rizik je tedy nespočetné množství a obecně je nelze plnohodnotně obsáhnout. Před započetím každého výstavbového projektu, je nutné vyhotovit individuální seznam rizik, který bude reflektovat aktuální situaci. Jen tímto způsobem lze obsáhnout všechna rizika vyplývající z konkrétního projektu.

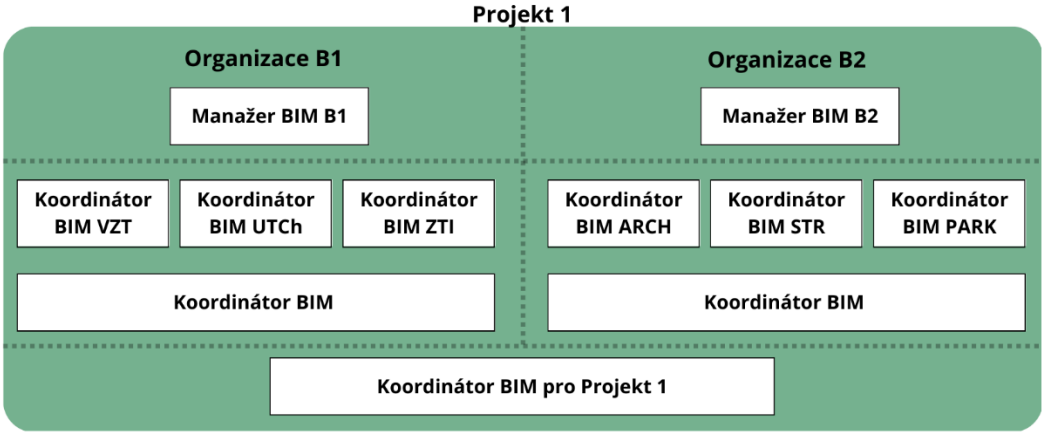
1.2. Účastníci procesu

I při jednodušších projektech je do procesu zapojeno velké množství účastníků. Každý účastník do projektu přispívá svým dílem. Ačkoli výsledek realizace projektu vychází ze společného snažení, zájmy jednotlivých účastníků jsou obvykle protichůdné a často dochází ke konfliktům. Aby se těmto skutečnostem alespoň částečně předešlo, upravují se vztahy předpisy, jako jsou občanský zákoník, stavební zákoník nebo obchodní smlouva.

Podle role zapojení v projektu, se účastníci dělí na přímé a nepřímé. Přímí účastníci se na projektu přímo podílí a jsou do něj zapojeni. Jde například o investora, autora projektu a zhotovitele stavby. [5]

Nepřímí účastníci se na projektu přímo nepodílí a nepřispívají do něj. Jde o státní správu či banky. Tito účastníci vydávají pouze rozhodnutí nebo poskytují finance a jsou v projektu částečně zainteresováni. [5]

Dále lze účastníky rozdělit na část, která spadá pod objednatele a na část, která spadá pod dodavatele. U dodavatele může jít o dodavatele projekční části nebo realizační části, případně obou současně.



Obrázek 3: Vzorový organigram BIM projektu

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [6]

Na obrázku 3 je znázorněna projektová organizační struktura, která se skládá ze dvou organizací B1 a B2. Tyto organizace reprezentují stranu objednatele a stranu dodavatele. Za strany lze dosadit investora a dodavatele modelu či generálního dodavatele a jeho subdodavatele. Struktura je v tomto případě složena z BIM manažera, který řídí několik BIM koordinátorů. Velikost organizační struktury se však vždy liší dle velikosti a složitosti projektu, případně zkušeností účastníků

1.2.1. Objednatel

Objednatel nebo také investor či klient, je jeden z prvních účastníků, který celý proces iniciují. Bez tohoto účastníka by projekt nevznikl. Hlavním účelem je realizace investičního záměru. Dále se může objednatel označovat jako vlastník, developer, stavebník, kupující či zadavatel. Toto označení se odvíjí na základě prostředí, ve kterém projekt vzniká. Pokud jde o subjekt soukromý, rozlišuje se osoba fyzická a právnická. Pro soukromou osobu je důvodem realizace, ve většině případů, dosažení zisku. Naopak v sektoru veřejném, je důvodem realizace zajištění potřeb veřejnosti. Pokud jde o zdroje financování, ty mohou pocházet ze zdrojů vlastního kapitálu, cizího kapitálu nebo kombinace obou, jak bývá nejčastěji zvykem.

S rolí objednatele souvisí velké množství úkolů a povinností. Na pomoc si tedy objednatel najímá další subjekty. Nejčastěji jde o projektového manažera, technický dozor, kontrolora kvality, realitního makléře či facility manažera. Pokud se objednatel

rozhodne pro použití metody BIM, přichází v úvahu další role k obsazení. Nejnutnější rolí je BIM koordinátor a správce informací. Pokud je projekt rozsáhlejší a obsahuje více jak jednoho BIM koordinátora, měl by být zvolen i BIM manažer, který bude za celý tým odpovídat. Mezi hlavní povinnosti těchto BIM rolí patří:

- jmenování správce informací a BIM koordinátora,
- sestavení cílů a vyhotovení požadavků pro výměnu informací EIR včetně příloh,
- odsouhlasení a kontrola dodržování dokumentu BEP a jednotlivých příloh,
- uzavření BIM protokolu a souvisejících dokumentů,
- kontrola a převzetí finálního informačního modelu. [7]

BIM koordinátor objednatele

Tato role zastupuje objednatele v souvislosti s BIM ve spolupráci s projektovým manažerem. Pokud je na projektu i BIM manažer objednatele, tak mu BIM koordinátor podléhá. Vždy záleží na velikosti a složitosti projektu. Hlavním úkolem této osoby je vyhotovení EIR společně s datovým standardem a následná kontrola jeho dodržování. Dalšími úkoly mohou být správa datového prostředí CDE a kontrola plánu realizace BEP. Objem práce se odvíjí od smluvních povinností a dodavatelské metody.

Správce informací

Správce informací má na starosti procesy spojené s datovým úložištěm CDE. Jde o procesy spojené s archivací, sdílením dat či nastavení pracovního workflow. Dalším úkolem je správa licencí a přístupových práv pro ostatní členy projektového týmu.

1.2.2. Dodavatel

Roli dodavatele lze rozdělit dle způsobu dodavatelské metody na projektanta s architektem a zhotovitele s jeho subdodavateli. Obecně platí, že úkolem dodavatele, je dodání projektové dokumentace, informačního modelu a realizace stavby. Vztah dodavatele a objednatele je navázán napřímo a je upraven smlouvou o dílo, společně s přiloženým BIM protokolem a souvisejícími dokumenty.

Přípravnou fázi, při níž dochází k tvorbě modelu, má na starosti hlavní inženýr projektu ve spolupráci s architektem a projektanty stavební, technické a technologické části. Práce na modelu probíhají po celou dobu projektu, od koncepčního návrhu, až po skutečné provedení stavby. Autoři modelu se musí řídit pokyny uvedenými v BEP a dodat model dle požadavků EIR a datového standardu.

Před samotnou realizací, má dodavatel stavební části možnost provést důkladnou koordinaci modelu. Koordinace by měla pomoci s předčasným odhalením chyb v projektové dokumentaci. Na pomoc s těmito povinnostmi by měla být pozvána osoba zastupující BIM koordinátora. Pokud jde o projekt komplexnější, který obsahuje více jak jednoho BIM koordinátora, je nutné stanovit BIM manažera. [7]

BIM koordinátor dodavatele

Jde o osobu, která zastupuje dodavatele v otázkách informačního modelování. Tato osoba by měla mít ucelené znalosti z problematiky BIM a musí být schopna plně

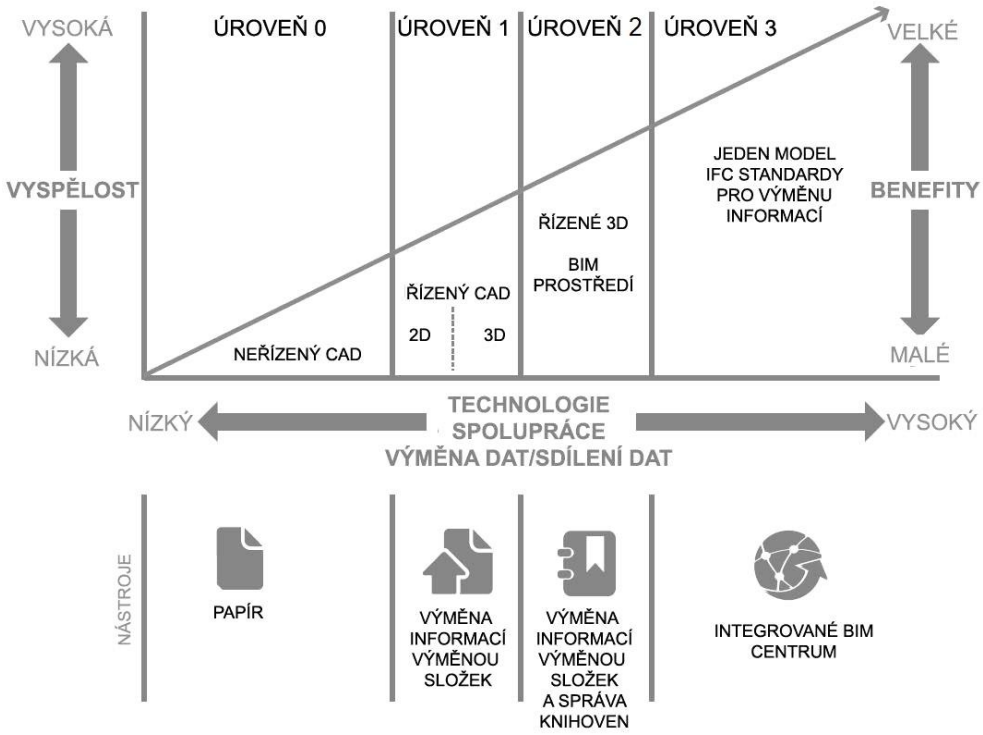
využívat pomocné BIM softwary. Hlavním úkolem, je koordinace celého BIM modelu společně s řízením a kontrolou jednotlivých subdodavatelů, kteří dodávají části informačního modelu, nebo se podílejí na jeho skutečné realizaci. Povinnosti se mohou lišit dle ujednání, které si strany mezi sebou stanovily. Mezi nejčastější patří:

- vyhotovení, kontrola a aktualizace BEP,
- zajistit plnění požadavků objednatele dle EIR,
- koordinace dílčích informačních modelů do jednoho finálního DiMS,
- spolupráce se členy projektového týmu a jejich technická podpora při práci s informačním modelem. [7]

1.3. Úrovně implementace BIM

S rostoucí vyspělostí BIM technologie se začala objevovat potřeba měřit efektivitu a hloubku použití. Základním pojmem, vypovídajícím o stavu modelování BIM a předávání informací je BIM Maturity Level. Anglický pojem vystihuje toto měření mnohem přesněji než jeho volné přeložení, úroveň vyspělosti BIM.

Zralost a implementace BIM je široce diskutované téma mnoha autorů. Na obrázku 6 jde o interpretaci této problematiky od autora Richardson.



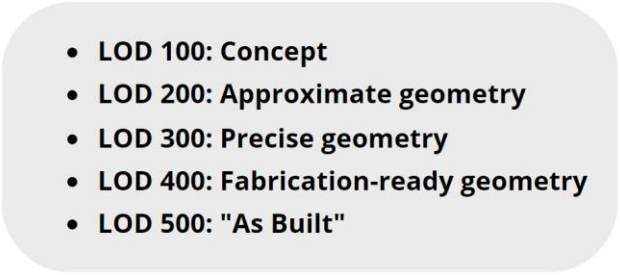
Obrázek 4: Definice úrovně implementace BIM

Zdroj: [8]

V zásadě jde o kombinaci použitých nástrojů a technologií, interoperabilitu mezi zapojenými stranami a efektivitu procesu. Celý graf je seřazen do čtyř úrovní podle hloubky použití s označením Level 0–3. Tento graf byl implementován do britské

standardizace skupinou BIM Industry Working Group roku 2011, která na jednotlivé úrovně postupně navazuje další britské národní normy. [9]

Podobně je tomu i v USA, kde je tato problematika také řešena, ale pod jiným označením. LOD neboli Level of Development, umožňuje přesně specifikovat a formulovat spolehlivost informačního modelu. LOD je tedy jakýmsi měřítkem, jak informace reprezentují daný BIM element. Pro označení jsou rozlišovány úrovně LOD 100-500. Každý stupeň obsahuje popis spolehlivosti prvku a odpovědnou osobu za řízení, řešení kolizí, zobrazení prvku a archivaci. [10]



Obrázek 5: Definice LoD

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [10]

Úroveň 0

Úroveň 0 je v dnešní době používána jen ojediněle. U projektů s touto úrovní je dosahováno nulové koordinaci. Efektivita procesu je také velmi malá. Výkresy jsou tvořeny v papírové podobě a to buď ručně nebo v elektronicky ve 2D CAD systémech.

Úroveň 1

Tato úroveň zahrnuje jak 2D tak i 3D tvorbu výkresů. Co se týče 3D výkresů, jde většinou o použití na architektonické návrhy či koncepční studie. Dále jsou 3D modely používány pro zobrazení komplikovanějších detailů, pro snížení chybovosti provedení.

Prolíná se zde řízené projektování ve 2D nebo 3D formátu za používání příslušných ISO norem. Současně zde působí nástroje podporující spolupráci na výměnu dat. Pro zajištění funkčnosti této úrovně, je nutné definovat společné datové prostředí a datovou strukturou s výměnnými formáty. [11]

Úroveň 2

Úroveň druhá, je definována spoluprací jednotlivých účastníků, kdy každý účastník pracuje na svém vlastním 3D modelu a následně sdílí hotové informace s ostatními. Tímto vzniká řízené prostředí, plně využívající nástroje BIM s přístupem k integrovaným datům. Kromě 3D, lze vytvářet 4D data pro zobrazení časového plánování, nebo 5D pro stanovení nákladů.

Aby vše fungovalo, je nutné proces standardizovat pomocí norem a příslušných doporučení. [11] Zde vstupuje do problematiky také BIM protokol a s ním spojené dokumenty vymezující rozsah BIM implementace.

Úroveň 3

Tato úroveň je považována za cílový stav, naplňující všechny požadavky kladené na metodu BIM. V tomto případě, probíhá koordinace s maximální efektivností během celého životního cyklu stavby. Dochází k plné integraci dat a procesů. Této integraci je docíleno pomocí online služeb, které umožňují práci na jednom stále aktualizovaném modelu. Veškeré informace jsou ukládány pouze centrálně pro celý projekt. Všechny procesy jsou jasně definovány a společně propojeny. Problematika právní a autorská je jasně vyřešena.

Aby vše mohlo fungovat, je nutné zavedení a respektování mezinárodních standardů a datových formátů na státních úrovních. [9]

1.4. Implementace BIM ve vybraných zemích

Tato podkapitola řeší stav implementace BIM ve třech vybraných zemích. Problematika se opírá o poznatky z předchozí podkapitoly, kde byly vymezeny jednotlivé stupně implementace BIM.

Nejdříve je popsán stav implementace v České republice, následně ve Velké Británii a USA. Tyto dvě zahraniční země byly vybrány, z důvodu vyššího stupně implementace a možnosti porovnání s českým prostředím.

1.4.1. Implementace v České republice

Metodu BIM zvolilo velké množství vyspělých států jako nejspolehlivější cestu k dosažení Stavebnictví 4.0. Od roku 2018 to platí také v České republice. Stejně jako celou řadu dalších oborů, čeká i stavebnictví nevyhnutelně digitalizace. Cestou k digitálnímu stavebnictví je metoda BIM. Ta nestojí samostatně, ale je součástí širšího trendu digitalizace státních a veřejných agend shrnutých ve strategii Digitální Česko. BIM je a v ještě větší míře bude hybnou silou mnohem širšího rozvoje celého stavebního sektoru. [7]

Veřejný sektor

Již od doby, co je metoda BIM diskutována, probíhají jednání na téma státní podpory při jejím zavádění. Dlouho však nebylo zcela jasné, jaký vládní resort by se měl problematikou zabývat. Usnesení vlády č. 682/2017 bylo realizací koncepce zavedení metody BIM v ČR pověřeno Ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci s ÚNMZ. Pověření proběhlo prostřednictvím České agentury pro standardizaci (ČAS), konkrétně jejího odboru Koncepce BIM. [7] Tato organizace dostala za úkol připravit standardy, návody, metodiky a doporučení pro zavedení metody BIM. Na této koncepci se také podílí spolek Odborná rada pro BIM z.s. (CzBIM), která se dá u nás považovat za prvotního iniciátora této myšlenky. Co se dalších účastníků týče, ze strany státu je zapojeno Ministerstvo dopravy a Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI). Jako jeden z hlavních cílů, který byl stanoven usnesením vlády č. 682/2017 v časovém horizontu na rok 2023, je povinnost zadávat a řídit nadlimitní veřejné zakázky metodu BIM. Jde o zakázky vyšší než 150 milionů korun. Toto oznámené datum je však již druhé a vychází z původního, které bylo stanoveno o rok dříve. [7]

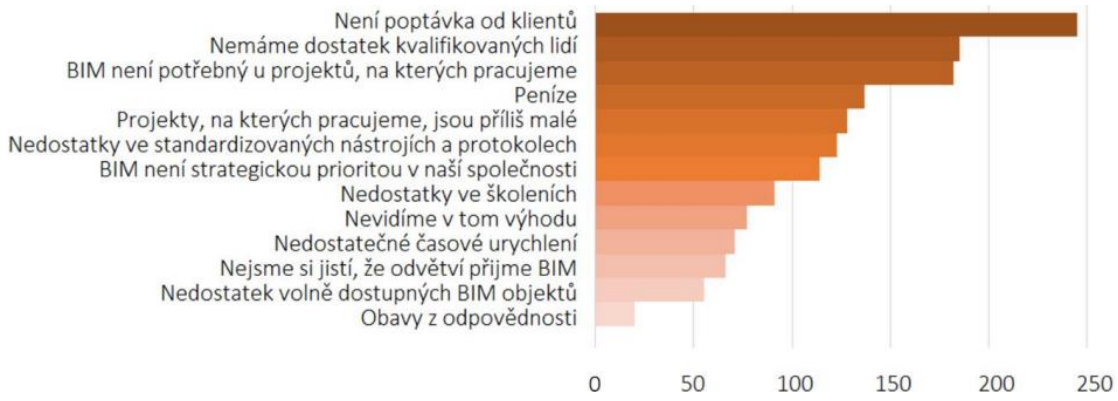
Co se týče postupného plnění toho plánu, agentura ČAS vytvořila 23 dokumentů spojených s koncepcí, které jsou veřejně dostupné na jejich webových stránkách. Dokumenty se týkají úspěšné implementace managementu informací v BIM. Jde především o oblast zadávání veřejných zakázek, smluvního standardu, řízení změny, požadavků na informace, klasifikačního systému, společného datového prostředí, středoškolského i vysokoškolského vzdělávání, ale také představení principů a přínosů metody BIM neodborné veřejnost. Za hlavní úspěch lze považovat částečné vydání datového standardu staveb, který vyšel ze standardu SNIM od spolku CzBIM a mezinárodního klasifikačního systému CCI. Vlastní datový standard a klasifikaci vydal i SFDI pro zaměření na dopravní stavby, avšak v trochu jiné struktuře.

I přes zavedení certifikace od buildingSMART, kterou mohou jednotlivci získat, je v praxi stále málo odborníků. Významnou překážkou se tedy ukazuje nedostatek realizovaných projektů a případových studií. Chybí také potřebné ukotvení BIM v právních požadavcích a jiných předpisech. Informace lze tedy čerpat především z norem zahraničních, a to jak britské PAS, tak z normy ISO 19650. Zároveň neexistuje dostatečné množství podkladů, které by bylo možné pro výuku využít. Na straně druhé, se BIM objevuje mezi hlavními tématy konferencí. Proto je jen otázkou času kdy se situace změní. [1]

Soukromý sektor

I když povědomí o BIM stále roste, o jeho praktické implementaci se to říct nedá. Podle dat průzkumu provedeného společností URS CZ a.s., o BIM slyšelo 88 % respondentů. Tato hodnota představuje výrazný posun oproti roku 2015, kdy proběhl stejný průzkum. Tehdy byla hodnota téměř poloviční, pouze 43 % respondentů. [12]

Dále se průzkum zabýval otázkou implementace. Celkem na tuto otázku odpovědělo 470 respondentů. Především šlo o zástupce stavebních, montážních a projekčních firem. Z průzkumu vyplývá, že největší problém pro zavedení metodiky BIM do společnosti, je nedostatečný zájem ze strany objednatelů. Zájem ze strany firem, by byl, ale nejprve musí přijít iniciace ze strany investorů. S tímto přímo souvisí i iniciace ze strany vlády ČR, která by měla primárně vyhotovit jednotné standardy a doporučení, jak se během procesů využívajících metodu BIM chovat. Na takto vzniklých základních kamenech, pak lze začít stavět a budovat pilotní projekty, které otestují celý proces v praxi. [12]



Obrázek 6: Nejčastější bariéry při zavádění BIM

Zdroj: [12]

Další zmiňovanou bariérou, je nedostatek kvalifikovaných lidí. Tento problém lze vztáhnout na celý pracovní trh, který se potýká s nedostatkem pracovníků již několik let. Další bariéry vycházejí z nedostatečných zkušeností a kvalitou studijních materiálů, které lze na trhu získat.

Data průzkumu RTS ukazují, že alespoň jednou se s BIM projektem v praxi setkalo 38,9 % ze 470 oslovených respondentů a více jak jednou ho však aplikovalo pouze 13,8 % ze stejného počtu respondentů. Stále se jedná o velmi malé hodnoty. Pokud je rozebrána struktura těchto firem, jde ve větší míře o společnosti projekční a architektonické, které se podílejí na tvorbě modelu. [12] Jejich iniciativou přitom není dělat BIM, nýbrž pouze efektivněji projektovat, což 3D modelovací softwary umožňují. Většina využívá své datové standardy a knihovnu rodin prvků, které si tyto společnosti vytvořily samy.

Na otázku používání CDE odpovědělo jen 183 respondentů z původních 470 a pouze 36,6 % s ním reálně pracuje. Z těchto poznatků vyplývá, že oblast projekčních a architektonických kanceláří má dostatečné zkušenosti s projektováním v BIM, ale ze strany dodavatele stavby tyto zkušenosti chybí. Pokud tedy model dostane, nebude vědět jak s ním zacházet, natož plně využít jeho potenciál a další navazující procesy související s digitalizací stavebnictví. [12]

1.4.2. Implementace BIM ve Velké Británii

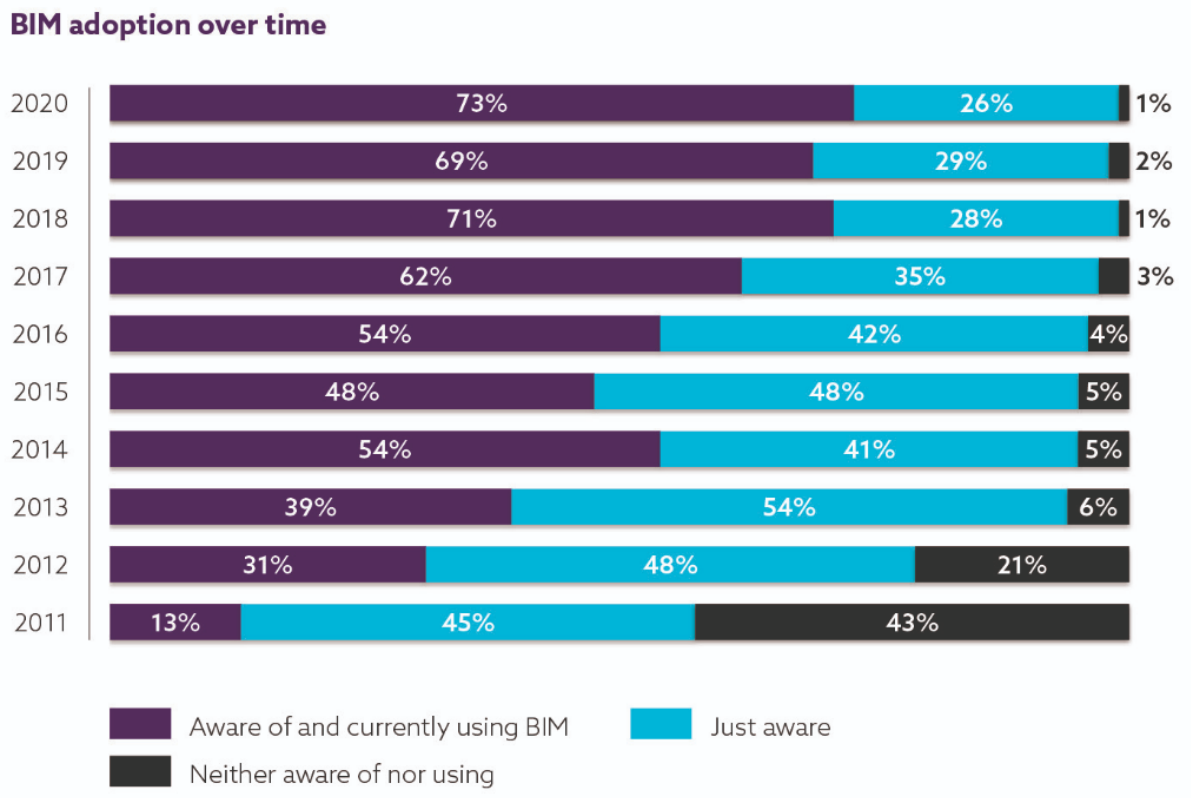
Mezi úspěšné lídry implementace BIM lze považovat Velkou Británii. Prvotní impuls implementace vzešel z vládní strany v roce 2011, nazvaný jako BIM Mandate. Dříve byl stavební sektor na špatné úrovni, vláda měla problémy s dosažením produktivity a efektivností země. Z tohoto důvodu vzešla celková iniciace, která si vytyčila za cíl redukovat náklady, snížit produkci odpadů a vyhnout se chybovosti v tomto sektoru.

První oficiální materiály začaly vznikat roku 2013, publikací prvních částí dokumentu PAS z dílny britského institutu standardizace. Šlo především o specifikaci cyklu informací a jednotlivých úrovní. Postupem času přibývaly další dokumenty. Šlo o dokumenty zaměřené na smluvní podmínky a datový standard. [13]

Ve Velké Británii v roce 2014 vyšla norma odkazující se na datová formát COBIe. Tento formát původně vznikl v USA, ale rychle nabral na popularitě i v zahraničí. Anglická abreviace značí Construction Operations Building Information Exchange, což podle názvu odkazuje na výměnu informací o aktivu mezi realizační a provozní fází. Jde tedy o definici datové struktury, která je použita mezi zhotovitelem a budoucím provozovatelem. Tento standard se stal podkladem pro vznik českého DSS. [14]

V roce 2016 proběhl mandát, kdy byla stanovena povinnost BIM druhé úrovně na veřejných zakázkách. Tento přístup klade především důraz na spolupráci a vyžaduje vedení a tvorbu celé dokumentace a informací pouze v elektronické podobě. Celá tato iniciace pramení z centra organizace Digital Built Britain. Ta se snaží dosáhnout efektivního procesu tvorby a především správy svého majetku za pomoci digitálních technologií. [13] Velká Británie používá pro vyjádření implementace čtyři úrovně s označením Level 0-3, jak bylo shrnuto již výše v textu. Jako klasifikační systém pro všechna odvětví stavebního průmyslu je v celé zemi používán Uniclass.

Jak ukazují data z NBS BIM Report od roku 2011 do roku 2020 povědomí a reálné využívání BIM rychle narostlo z 13 % na 73 %. Téměř polovina účastník průzkumu se s BIM nesetkalo nebo ho nikdy nepoužilo a v roce 2020 se tato část snížila na 1 %, což značí velkou míru vzdělávání a šíření mezi lidmi v oboru. [15]



Obrázek 7: Adaptace BIM v průběhu času
Zdroj: [15]

Co se týče problematiky implementace BIM mezi firmami, data ukazují velice stejné hodnoty jako v České republice. Na první příčce s 64 % se umístil nedostatečný zájem ze strany objednatele. Mezi další příčky se zařadily nedostatečná kvalifikovanost pracovníků ve společnosti nebo náklady implementace digitalizace. V rozdílném pořadí od českého prostředí se umístily položky týkající se problematiky standardů a iniciace ze strany vlády, které zde obsadily spodní část.

1.4.3. Implementace ve Spojených státech amerických

Termín informačního modelování staveb se jako první objevil ve Spojených státech již v roce 1975. [16] Od té doby myšlenka pokročila a začala se propojovat s praxí. V roce 2003 vznikl první program vlády s iniciací implementace BIM pro veřejné zakázky, do kterého se postupně zapojovaly jednotlivé státy.

USA se skládá z řady států a nemá jedno centrální oddělení, které by se soustředilo na stavební sektor v celonárodním měřítku. Proto byla jeho implementace jiná, v porovnání s Velkou Británií, kde vzniklo pouze jedno nařízení pro celou zemi. Každý stát má trochu jinou legislativu a proces výstavby zde probíhá zákonně odlišně. Proto

implementace BIM rostla tak trochu organicky. Projekční a realizační firmy si začaly uvědomovat přínosy, kterých mohou dosáhnout a začaly s implementací samostatně. V současnosti, podle amerického institutu architektů přes 98 % velkých firem plně implementovalo BIM a u malých podniků je to okolo 30 %. [16]

Co se týče standardizace ve Spojených státech, je zde mnoho organizací, které se na tvorbě podílí. Standardizace však vznikají jako doporučení. Firmy je zde vidí především jako pomocné nástroje a doporučení, které nechávají prostor pro individuální přístup. Každý stát či institut si sám rozhodne, které standardy mu nejvíce vyhovují a má možnost je uvést v povinnost. Mezi nejznámější organizace, které se této problematice věnují, jsou:

- National BIM Standards (NBIMS-US),
- BuildingSmart International,
- International Standards Organization (ISO),
- The American Institute of Architect (AIA),
- Construction Operations Building Information Exchange (COBIe).

Pokud jde o konkrétní standardy v souvislosti s BIM, jako první v roce 2012 vnikl NBIM-US s názvem Rules for the Structure and Drafting of International Standards. Tato norma prošla dvěma úpravami a od roku 2015 je v platnosti ve třetí verzi NBIMS-US V3. V této verzi se odkazuje na koncept datového standardu COBIe a míru implementace Level of Development (LoD). Jako klasifikační systém se ve stavebním odvětví běžně používá OmniClass. Tato americká norma posloužila jako výchozí podklad pro vznik norem ve Velké Británii. [13]

1.5. Standardy a klasifikační systémy v ČR

Během stavebního procesu vznikají velké objemy dat a s tím spojené požadavky na jejich výměnu. Tyto informační požadavky vstupují do stavebních procesů během jednotlivých fází životního cyklu stavby. Úspěšný projekt závisí na schopnostech a možnostech účastníků informace vytvořit, předat a případně je zpětně dohledat v požadovaném čase a kvalitě. Se složitostí projektů a větším počtem zapojených subjektů se zvyšují i nároky na samotný proces. Tuto problematiku je možné vyřešit formou jednotné klasifikace a standardizace.

1.5.1. Klasifikační systém CCI

Jediný funkční klasifikační systém, který se v českém stavebnictví současně používá, je vztažen k cenovým soustavám a rozpočtování s označení TSKP. Dle webu koncepce BIM, v dnešní době „*neexistuje společný jazyk mezi výrobci stavebních materiálů a výrobků, architekty, projektanty, geology, geodety, správci stavby, stavbyvedoucími, rozpočtáři, technology, dozory, ekonomy, provozovateli atd. Právě jednotná terminologie, definice a konzistentní užití jsou však klíčem k adaptaci úspěšného klasifikačního systému.“* [7]

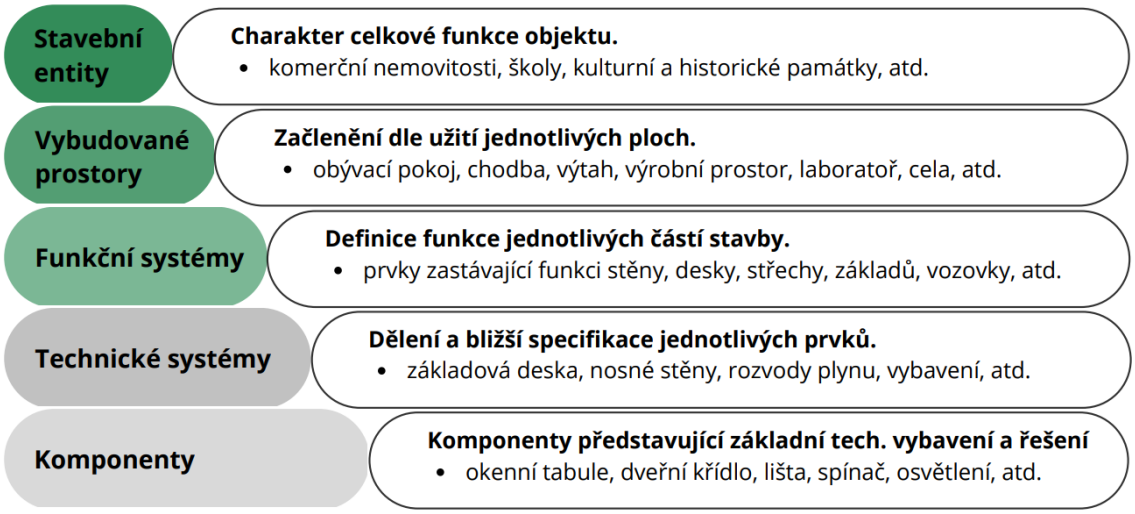
Tento problém řeší klasifikační systém CCI – Construction Classification International. Vznikl v rámci mezinárodní spolupráce několika zemí EU, včetně České republiky, která se ho snaží ukotvit do svého prostředí. CCI je navržen s ohledem na informační

modelování a digitální zpracování informací. Jde v podstatě o seznam několika tříd a podtříd, které tvoří jedinečný kód na základě vlastností daného prvku a jeho zařazení. Třídy, do kterých se zatřiďuje, jsou stavební entity, neboli druhy staveb, vybudované prostory, funkční či technické systémy a jednotlivé komponenty. [7] Pokud se jednou určí klasifikace jakémukoli stavebnímu prvku, osoba, která s ním bude následně pracovat, může ihned provést jednoznačnou identifikaci.

Klasifikační systém CCI není jediný, který se s problematikou BIM spojuje. Například ve Velké Británii se používá UniClass jako jednotný klasifikační systém pro stavební odvětví. Ve Švédsku je využíván CoClass a ve Spojených státech amerických vznikl a je používán OmniClass. V českém prostředí se však usiluje o implementaci CCI, proto se rozsah práce zaměřuje jen na tento klasifikační systém.

Dělení a struktura

Klasifikační systém se skládá z několika úrovní, kde každá úroveň představuje skupinu činností probíhajících během určité části životního cyklu stavby. Tyto vlastnosti se navzájem doplňují svojí kombinovatelností, což vytváří variabilitu pro stávající i budoucí pracovní postupy. Těchto úrovní je celkem pět. Následující obrázek 4 uvádí jednotlivé úrovně s praktickými příklady.



Obrázek 8: Vzorová struktura klasifikačního systému CCI

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [6]

Dále se struktura klasifikačního systému skládá z jednotlivých datových šablon, které jsou takzvanou klasifikační podmnožinou. Tyto datové šablony vycházejí z datového standardu staveb (DSS) a jsou tvořeny seznamem vlastností pro danou část stavby. Daný objekt je nejdříve klasifikován dle CCI do jednotlivých tříd a následně blíže specifikován datovými šablonami pro jednotlivé části DSS, které určí jeho bližší vlastnosti.

Možnosti budoucího využití

Kromě jednotné klasifikace, která ušetří čas a celý proces zefektivní, může být potenciál budoucího využití klasifikačního systému mnohem širší. Především ve státní správě, kdy

by mohlo dojít k provázání systému s některými státními organizacemi. Ty by následně mohli čerpat aktuální data. Významné by to například bylo pro Český statistický úřad. Dalším využitím by mohlo být povolovací řízení staveb. Pokud by byla stavba jednotně zatřízena a klasifikována, mohlo by dojít k automatizovanému řízení. [7]

Dalším, možná trochu bližším využitím, je propojení s GIS databázemi. To znamená, že by došlo k přesnému usazení jednotlivých objektů do mapového podkladu. Tímto způsobem by byl vytvořen digitální geografický model České republiky, historických památek, nebo spravovaného majetku. [7]

1.5.2. Datový standard staveb DSS

Datový standard staveb obsahuje unifikovaný či jinak definovaný seznam požadovaných hodnot obsažených v BIM digitálním modelu stavby (DIMS) či přidružené databáze za účel jejich bližší specifikace a konkretizace. Je tedy jedno, zda se jedná o revizního technika, projektanta či rozpočtáře, který potřebuje specifickou sadu informací pro svoji práci, vždy ví, kde ji najde.

Jinak řečeno, DSS definuje strukturu ukládaných informací pomocí datových šablon a využívá, dnes již široce akceptovaný, otevřený formát IFC pro jejich uložení. Standardizovaná struktura informací dává všem výrobcům stavebního software možnost integrovat předpis DSS do svých aplikací a zajistit vzájemnou přenositelnost. [7]

Datový standard staveb ale není vázán výlučně na tento formát. Jeho úkolem je definovat strukturu dat tak, aby bylo jasné, jaké informace se na jakém místě nacházejí. DSS tedy není nově vytvářeným formátem ani novým typem souboru, stanovuje pouze pravidla, jak s daty uvnitř souboru DiMS nakládat. [7]

Historie a vývoj

I přes to, že pojem datový standard staveb je nový a začal se objevovat až s problematikou informačního modelování, v průběhu historie existoval pod jiným označením. Nejdříve, když vznikala projektová dokumentace pouze ve 2D, byl proces řízen kreslícími normami a vyhláškami, které upravovaly formy písma, tabulek, vzhled výkresů či kótování. Bylo tedy nutné, aby DSS vznikl pro BIM a byl používán jako nadstavba pro tyto normy, které platí již z minulosti.

Základ pro současný datový standard posloužil datový standard SNIM (Standard Negrafických Informací 3D Modelu), který od roku 2015 vyvíjela skupina czBIM. Následně v roce 2021, získala veškerá práva Česká agentura pro standardizaci (ČAS), která ho v současné době dopracovává. [17]

Datová šablona

Datové šablony se skládají z předdefinovaných vlastností konkrétních prvků. Tyto datové šablony lze následně skládat dohromady a vytvářet obsáhlé DSS pro konkrétní projekty na základě potřebného stupně projektové dokumentace. Bližší specifikace datové šablony znázorňuje obrázek 5.

Obrázek 9: Datová šablona DSS

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [17]

Nejprve je nutné, aby byly nadefinovány potřebné informace, které budou sloužit jako vstup. Tyto vstupy lze rozdělit na vlastnosti, které jsou vyžadovány zákonem. Je nezbytně nutné, aby je prvek obsahoval, jinak nebude dokumentace odsouhlasena a povolena k dalšímu užívání.

Další skupinou vlastností jsou vlastnosti základní. Jde o informace, které jsou běžně zažity praxí a pomáhají charakterizovat daný prvek. Jde například o elementární geometrické rozměry a výpočty z nich, případně požadavky facility managementu.

Třetí skupinou jsou vlastnosti rozšířené, které nejsou až tak podstatné pro finální výsledek, ale pomáhají během procesu přípravy a realizace projektu. Tyto informace jsou vyžadovány především zhotovitelem. Jde o informace, které pomohou s navázáním na harmonogram či průběžnou kontrolu prostavěnosti a fakturování.

Tyto tři kategorie jsou poměrně obecné a žádná z uvedených vlastností není jednoznačně závazná. Závaznost a jejich potřebu si musí určit jednotliví účastníci na základě svých zkušeností a potřeb. V zásadě by měly být určeny tyto požadavky:

- pro budoucí správu objektu
- pro naplnění jednotlivých stupňů projektové dokumentace
- pro procesy řízení výstavby a controllingu

DSS pro pozemní stavby

K inspiraci sestavení datového standardu může posloužit DSS od agentury ČAS. Datový standard je vytvořen pro pozemní stavby s obsahem částí pro DSP, DUR a DSPS. Další části by měly být vydány v následujících měsících. [18] Jde o online formu databáze, kde

si na základě stupně dokumentace a účastníků projektu lze vyfiltrovat zjednodušený DSS, ze kterého lze vycházet. Formát exportu je možný jako XML, případně IFC.

DSS by měl být členěn dle stupňů projektové dokumentace a skupin prvků. Pro jednotlivé prvky je dobré mít obsaženy tyto hodnoty: [18]

- Jméno prvku a případné podskupiny (třídy, podtřídy)
- Skupina vlastností a jejich název
- Měrné jednotky
- Datový typ (textová hodnota, fyzikální veličina,…)
- Popis, případně ukázkový příklad
- GUID – unikátní identifikační kód
- Zápis do IFC struktury (Pset, property, data type, type) z důvodu mapování dané vlastnosti [18]

DSS pro dopravní stavby

Datový standard pro dopravní stavby je vyvíjen Státním fondem dopravní infrastruktury (SFDI). U veřejných zakázek dopravních staveb je DSS již publikován a je závazný společně s dalšími dokumenty, které jsou zveřejněny na webových stránkách organizace. Tyto ostatní dokumenty specifikují zadávací požadavky na zakázku s využitím metody BIM. Jde především o definování požadavků objednatele na informace, zhotovení BEP dokumentu a požadavky na CDE.

Stejně jako u datového standardu pro pozemní stavby je dobré rozlišovat jednotlivé stupně projektové dokumentace a úrovně detailu pro jednotlivé prvky. Tato problematika je řešena u datového standardu SFDI pomocí nadefinovaných datových šablon, které jsou zaznamenány v databázovém souboru typu XLS.

Datový standard rozlišuje stupně projektové dokumentace pro DUR, DSP a DSPS. Dalším dělením jsou jednotlivé skupiny vlastností, které představují jakousi knihovnu vlastností, ze které se následně vybírá. Skupiny vlastností se rozlišují jako:

- I – identifikace
- S – stavební výrobek / konstrukce
- E – etapizace
- Z – zobrazení
- M – množství
- F – fáze [7]

1.6. Dílčí závěr

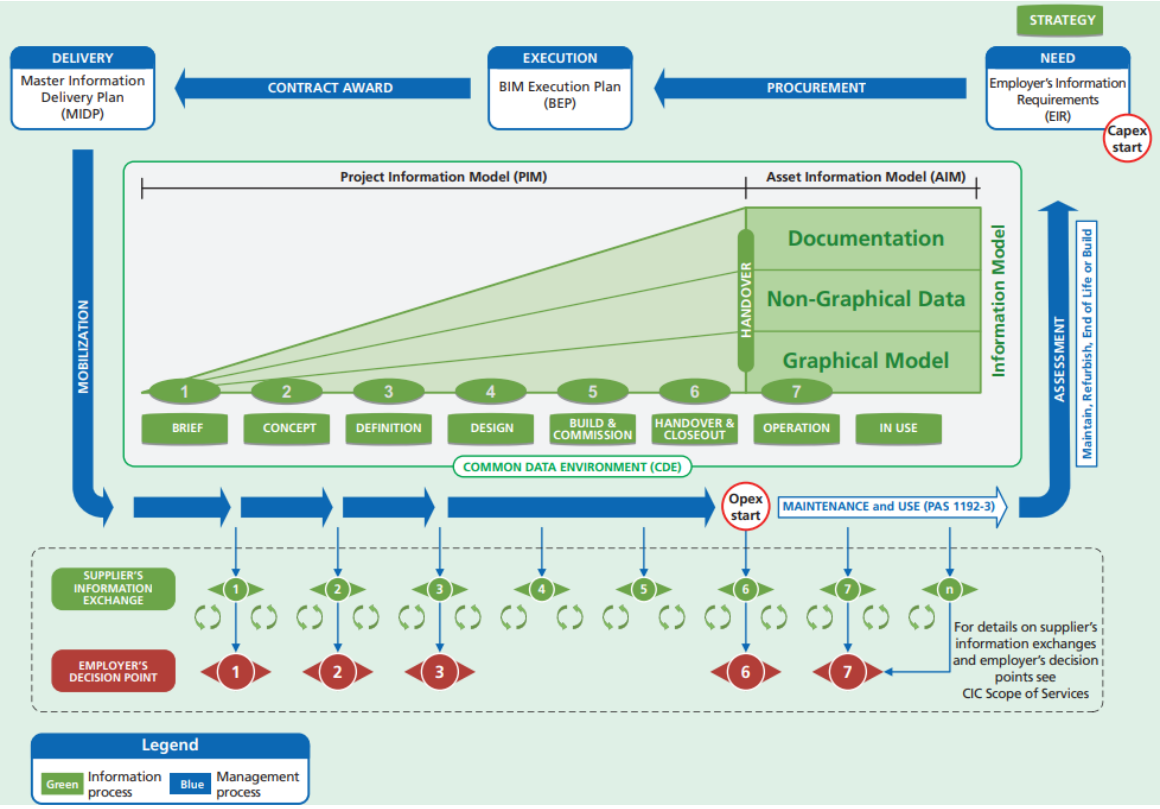
Kapitola tvoří úvod do problematiky BIM a vysvětluje jednotlivé pojmy metodiky. Pro dosažení úspěšné implementace BIM na projektu je nutné znát předběžně všechny rizika a příležitosti, které z problematiky vyplývají. Všechny tyto rizika a příležitosti nelze obecně stanovit, a proto musí být vždy vyhotoveny dle konkrétního projektu a jeho požadavků.

Velký vliv na definici rizik a příležitostí mají i jednotlivý účastníci projektu dle role, kterou zastupují. Pro jednoho účastníka může jít o příležitost, zatímco pro druhého, o riziko dosažení hrozby. Každý účastník musí mít tedy vymezené své kompetence a povinnosti, kterými se bude řídit napříč celým projektem.

Další věcí, která úzce souvisí s problematikou BIM a umožňuje spolupráci na projektu, je standardizace a klasifikace. Bez těchto opatření, by bylo obtížné jednoznačně definovat požadavky a vymezit zadání projektu v souvislosti s BIM. Z důvodu dosažení co nejvyšší efektivity a použitelnosti pravidel standardizace a klasifikace, musí být využity poznatky z praxe. Po zavedení těchto obecných pravidel a jejich dodržování během celého projektu, je možné dosáhnout efektivní implementace BIM a plné integrace dat na zvoleném projektu.

2. Informační cyklus BIM

Každý projekt prochází životním cyklem, který je tvořen několika fázemi, od první fáze iniciace až po finální ukončení. To stejné platí pro projekty vedené formou BIM. U tohoto typu projektů vznikají velké objemy dat a nároky na ně. Proto jsou kladeny velké požadavky na management informací a informační toky. Aby proces mohl být řízen je nutná jeho přesná a srozumitelná definice. Tato definice by měla vzniknout již před samotným projektem a má tak vytvořit jakýsi protokol řízení, neboli návod pro dotčené účastníky.



Obrázek 10: Informační cyklus dle PAS

Zdroj: [19]

Informační cyklus projektu BIM, vycházející ze standardů platných ve Velké Británii, které jsou specifikovány normou PAS 1192-2:2013. Cyklus je znázorněn na obrázku 10. Podobný popis procesu obsahuje i norma ISO 19650. Proces v praxi se však přizpůsobuje požadavkům jednotlivých státu a účastníkům, kteří ho používají. V České republice zatím tento proces není příliš znám, proto tato diplomová práce čerpá převážně ze zahraničních zdrojů.

Celý proces lze rozdělit do tří fází:

- Přípravná fáze, která se skládá z tří kroků Need, Execution a Delivery
- Dodací fáze aktiv, která začíná mobilizací a končí ve stejné chvíli jako investiční náklady, tedy předáním díla

- Provozní fáze aktiv, která začíná s náběhem provozních nákladů a končí s likvidací/demolicí či další investicí do aktiva [20]

2.1. Přípravná fáze

Začátek cyklu je označen červeným kolečkem s označením *Capex Start*, v pravém horním rohu obrázku 10. Tato zkratka znamená *Capital Expenditures* a jde o kapitálové výdaje, neboli investiční náklady obchodní společnosti na pořízení nového či obnovu dlouhodobého hmotného majetku. Tyto výdaje mohou zahrnovat stavbu nového zařízení nebo jen drobné opravy již existujícího aktiva.

Požadavky (Need)

Každý projekt vždy začíná iniciací vlastníka a jeho požadavky. V tomto případě jde o dokument zvaný Informační požadavky objednatele (EIR). Dle definice normy je to „*dokument pro výběrová řízení, určující, jaké informace mají být předávány a jaké normy a procesy mají být přijaty dodavatelem v rámci procesu předávání projektu.“* [20] V zásadě jde o stanovení požadavků na informace ze strany objednatele, které musí zhotovitel dodat, tak aby data byla konzistentní, kvalitní a využitelná pro naplnění cílů. Požadavky jsou zajištěny specifikací datového formátu a úrovní detailu (LOD a LOI). Podrobný popis dokumentu je obsažen v samostatné kapitole 4. Požadavky na informace.

Tvorba plánu realizace (Procurement and Execution)

Doslovný překlad z anglických slov procurement and execution není příliš výstižný, proto je zde proces označen jako tvorba plánu realizace. Jde však o proces, ve kterém dochází k podání nabídek, na základě požadavků objednatele z předchozího bodu. Jako součást výběrového řízení by měl objednatel požadovat dodání dokumentu pre-contract BEP. V tomto dokumentu prokazuje dodavatel, kompetenci, kapacitu zdrojů a schopnost dostát požadavků dle EIR a to jak za sebe, tak za své subdodavatele, kteří se na projektu budou podílet. [9]

Dokument BEP je v tomto případě v první fází návrhu a slouží jako základ pro jednání. Dodavatel může navrhnout opodstatněné změny a případně doplnit požadavky na informace. Na straně objednatele potom je, jaké podmínky přijme a s kým smlouvu uzavře. Bližšímu popisu dokumentu se věnuje samostatná část diplomové práce 6.2 Plán realizace BIM (BEP)

Uzavření smlouvy a dodání (Contract award and Delivery)

V této části cyklu dochází k uzavření smlouvy mezi oběma stranami. Diskuze nad plánem realizace BEP jsou dokončeny a jednotlivé části jsou vyjasněny. Finální verze tohoto dokumentu se nazývá post-contract BEP. ´

Jako další dokument vzniká Master Information Delivery Plan (MIDP), překládáno jako hlavní plán předávání informací. Slouží pro řízení a poskytování informací během celého životního cyklu projektu. Plán obsahuje podrobnosti, jak a kdy mají být informace připraveny v závislosti na fázích projektu a kdo za ně zodpovídá.

2.2. Dodací fáze

Poté, co jsou cíle projektu vyjasněny společně se vztahy a smluvními podmínkami, přechází projekt do dodací fáze. Na obrázku 10 je tato fáze znázorněna částí od mobilizace až po odevzdání projektu. Celé této fázi je věnovaná druhá část normy ISO 19650-2 – Dodací fáze aktiv.

Během dodací fáze, kterou lze v češtině pravděpodobně výstižněji popsat jako fáze realizace stavebního díla, dochází k tvorbě a výměně informací mezi zapojenými stranami a vzniká tzv. Project Information Model (PIM). Ten je na konci fáze předán jeho objednateli. Českým překladem je informační model stavby, který obsahuje souhrn BIM modelů jednotlivých projekčních týmů. Jde tedy o složení architektonicko-stavebního řešení s jednotlivými profesemi do jednoho modelu. [21]

Jelikož jde o poměrně složitý proces se zapojením mnoha účastníků, je nutná jejich koordinace a kooperace. K tomuto je použit komunikační kanál společného datového prostředí, označovaný jako Common Data Environment (CDE). Do tohoto prostředí se ukládají veškerá data po dobu životního cyklu aktiva, a to počínaje modelem, a konče jednotlivými revizní dokumenty.

Mobilizace

Proces mobilizace je vhodnou příležitostí projektového týmu se ujistit, že všechna navržená řešení informačního managementu fungují. Ověření funkčnosti by mělo proběhnout dříve, než nastane tvorba dat. Úkolem je tedy ověření těchto tří kategorií: [20]

- mobilizace zdrojů
- mobilizace informačních technologií
- testování projektových metod a postupů pro vytváření informací

U mobilizace zdrojů jde o prověření pracovních týmů. Ověřuje se jejich schopnost, kompetence a případně jejich doškolení. Pro ověření informačních technologií je nutné implementovat hardware, software a IT infrastrukturu dle požadavků. Dále se zřídí CDE. Pro testování projektových metod se primárně ověřuje jejich proveditelnost a přesnost.

Tvorba informací

Proces tvorby informací je znázorněna na obrázku 10 v zeleném obdélníku a označen čísly jedna až sedm. Tato čísla představují fáze projektu od prvotního konceptu až po předání. Přesná definice, ze které fáze vycházejí, je přijata například standardem *„Plan of Work“* od britské organizace RIBA. [9]

Každý tým pracuje na základě plánu úkolů (TIDP) a vytváří související data. Tato data jsou následně spojena s modely a prací ostatních týmů a dohromady vytvoří digitální model stavby (DiMS). Model je tvořen postupně a objem informací roste s časem. Postupně tedy dochází k navyšování grafické a negrafické úroveň detailu až do požadované hodnoty.

Sdílení informací

Pro sdílení informací a hlavní komunikaci je využíváno společné datové prostředí (CDE). Toto prostředí je také používáno pro dlouhodobé uchování dat, proto je nutné udržovat danou strukturu a dbát na bezpečnost informací.

Kvůli velkému objemu dat, se musí neustále kontrolovat správnost a kvalita vkládaných informací. Tyto kontroly by měly probíhat automaticky a pravidelně před každým sdílením a to na obou stranách. Tok informací vzniká mezi dodavatelem a objednatelem a to stejné platí i na úrovni subdodavatele a generálního dodavatele. Tento cyklus informací je znázorněn na obrázku 10 obdélníkem značeným přerušovanou čarou.

2.3. Provozní fáze

Jakmile je digitální model stavby finálně odsouhlasen a předán objednateli, začíná fáze provozní. Tato fáze je z pohledu délky životního cyklu aktiva nejdelší. Na obrázku 10 je fáze znázorněna od červeného kruhu *Opex start* až po uzavření cyklu *Capex start*. V předchozí fázi byly výdaje pouze kapitálové, ty předáním modelu končí a začínají výdaje provozní. Označují se jako Opex neboli *Operation Expenditures*. [9] Této fázi se věnuje celá třetí část normy ISO 19650-3 – Provozní fáze aktiv.

Finální model určený pro správu se nazývá Asset Information Model (AIM), informační model aktiva. Proto, aby byl model funkční, musí se udržovat stále aktuální. Tuto povinnost zastává správce aktiva. Model obsahuje data grafická, negrafická a dokumenty, které mohou být například ve formě certifikací, či revizí technologických zařízení. [22] Na správci tedy je, aby vždy do modelu nahrál poslední verzi aktualizovaného dokumentu.

Celá provozní fáze končí likvidací aktiva, nebo rekonstrukcí. Pokud jde o rekonstrukci, tak informační cyklus běží opět od začátku. První věcí je tedy stanovit cíle a definovat požadavky.

3. Dodavatelské metody

Na základě výběru dodavatelské metody je vytvořena struktura smluvních vztahů mezi objednatelem, dodavatel a projektantem. Je to jedno z prvních rozhodnutí, které musí objednatel učinit, když se rozhodne pro nový projekt. Toto rozhodnutí má velice zásadní dopad tvorbu kooperačního prostředí projektu.

Barbara J. Jackson uvádí, že dříve byl tento proces relativně jednoduchý. Pokud chtěl někdo něco postavit, povolal si jednoho mistra stavitele, který dohlížel na všechny aspekty od začátku až po finalizaci celého projektu. V průběhu let se však role mistra stavitele rozdělila na architekta a stavitele. Architekt vedl stavitele během výstavby. [23] V dnešní době však rolí ještě přibylo a tím se celý proces zkomplikoval. Mezi nejběžnější účastníky zapojené do procesu patří investor, projektant a dodavatel.

Aby se mohl investor správně rozhodnout, je nutné, aby si zodpověděl sérii otázek spojených s projektem. O jaký typ stavby jde? Jakého zvolit projektanta, aby měl dostatečné zkušenosti s vybraným typem stavby? Jaké riziko je ochoten nést? Jaký je rozpočet a kdy ho lze určit? Kdy dojde k zapojení dodavatele do procesu? Je dobré sdílet riziko mezi jednotlivé účastníky, nebo ho přenést na jediný subjekt? Ve zkratce lze toto rozhodování rozčlenit na tři skupiny:

- typ projektu,
- metoda financování,
- zodpovědnost a sdílení rizika. [24]

Prvním ukazatelem, který ovlivňuje výběr dodavatelské metody je typ projektu. Může jít o výstavbu zcela novou, nebo pouze o částečnou rekonstrukci. Primární je však přístup a požadavky objednatele.

Metoda financování určuje zdroj peněz. Může jít o investici soukromou, nebo veřejnou. Pro veřejný sektor jsou uzákoněny vybrané typy dodavatelských metod a přesný postup výběrového řízení. Většinou jde o stavby dopravní, jako jsou letiště, pozemní komunikace a železnice. U investic soukromých mluvíme převážně o výstavbě developerských projektů administrativy (kancelářské budovy, objekty maloobchodního prodeje/retail), bydlení a smíšeného využití.

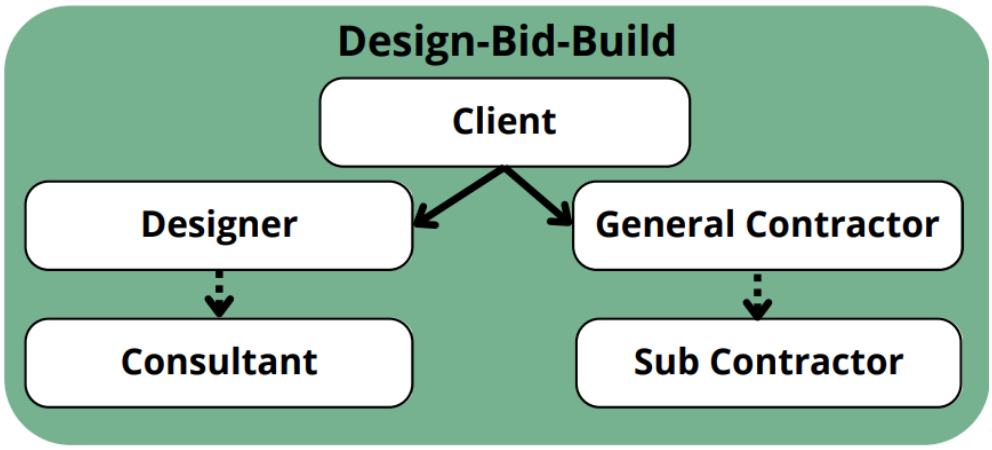
Co se týče posledního kritéria, zodpovědnosti a sdíleného rizika, to se liší napříč dodavatelskými metodami. Vybrané dodavatelské metody jsou rozepsány zvlášť na následujících stránkách práce.

Pro tuto práci byly vybrány tři nejpoužívanější dodavatelské systémy, které je možné aplikovat na projektech s informačním modelováním.

- Design-Bid-Build (DBB)
- Design-Build (DB)
- Integrated Project Delivery (IPD)

3.1. Design-Bid-Build (DBB)

Design-Bid-Build je nejtradičnějším typem dodavatelské metody, která se v současnosti u nás používá. Během této metody objednatel uzavírá dvě smlouvy. Jednu s architektem/projektantem a druhou s dodavatelem stavebních prací. Tento dodavatelský systém má lineární postup prací. To znamená, že zde není umožněno překrytí poskytovaných služeb projekce a dodavatele stavby. [5]



Obrázek 11: Znázornění dodavatelské metody Design-Bid-Build
Zdroj: Vlastní zpracování

Na začátku projektu objednatel osloví architekta se svojí myšlenkou. Ten začne s tvorbou koncepční studie. Tato koncepce obsahuje základní tvar, členění dle funkcí, počty pater a jejich základní rozkreslení. Jakmile objednatel tuto koncepci odsouhlasí je do projektu zapojen projektant s profesanty, kteří projekt postupně rozpracovávají do detailu. Požadovaným výstupem je projektová dokumentace, která umožní získat patřičná povolení a zahájit výběrové řízení na zhotovitele. V tomto případě jde o dokumentaci pro stavební povolení (DSP), která obsahuje výkresy, technické specifikace, výkazy výměr a další části dle definovaného rozsahu.

Během procesu nabídky, zhotovitel na své riziko oceňuje výkaz výměr pomocí jednotkových cen. V tomto zadávacím řízení většinou vítězí kritérium nejnižší ceny. Po určení vítězné nabídky dochází k uzavření smlouvy s dodavatelem a stavební práce začínají. Tato metoda se používá převážně u projektů, které mají omezený rozpočet, jsou jednoduché a časově nenáročné.

Z teoretického hlediska se tento dodavatelský systém jeví jako jednoduchý a efektivní. V realitě je však provázán řadou komplikací. Jako první se může objevit problém s cenou, kdy objednatel počítá s mnohem nižší, než se objevila ve výběrovém řízení. Tento problém vychází z podstaty, že dodavatel není vůbec zapojen do procesu návrhu. Proto se mohou objevit nároky na technologie, které zastupují pouze specializované firmy. Dalším běžným problémem jsou chyby a nedořešená místa v projektové dokumentaci. Pokud je chyba odhalena již v procesu sestavení nabídky, jsou náklady minimální v porovnání s odhalením chyb během realizace. Dodavatel je poté nucen vyhotovit požadavek na objednatele, který se často odrazí ve finální ceně.

Výhody:

- velké zkušenosti ve stavební praxi s touto metodou,
- jednoduchost výběrového řízení, kdy zjednodušeně řečeno nejnižší cena vyhrává,
- objednatel je v přímém kontaktu s architektem a projektantem, má plnou kontrolu nad návrhem.

Nevýhody:

- žádná, nebo minimální komunikace mezi projektantem a dodavatelem ve fázi tvorby projektové dokumentace,
- vysoká pravděpodobnost vznesení požadavků během výstavby, může vést k navýšení celkové ceny díla,
- nízká možnost optimalizace celkového dodacího času.

BIM v dodavatelském systému Design-Bid-Build

Zapojení BIM do tohoto dodavatelského systému nemá tak velký přínos, jako u jiných metod. Důvod je takový, že jde především o spolupráci, která u této metody chybí. BIM může být využito během projekce, kdy vzniká 3D model s informacemi. Jde o rychlost tvorby a lepší koordinaci výsledné projektové dokumentace. To vše vychází z parametrizace prvků, kdy je možné automaticky generovat pohledy, řezy či půdorysy v potřebných místech.

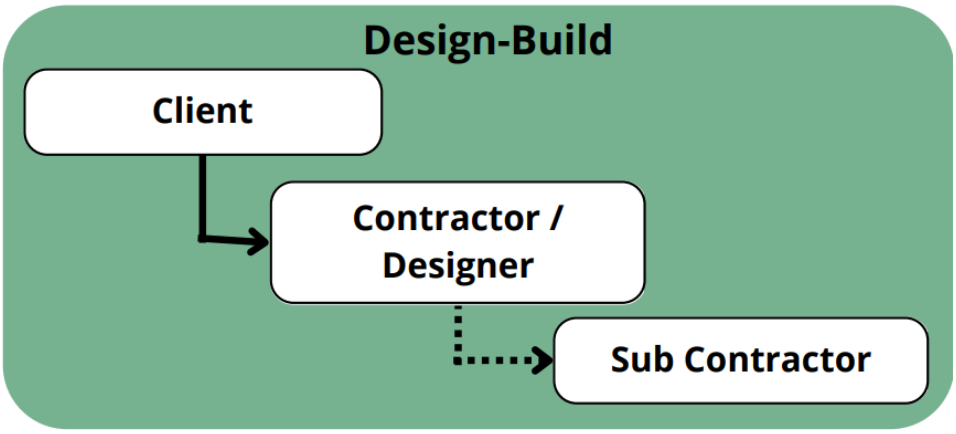
BIM lze využít i během realizace a její přípravy. Většinou v souvislosti s koordinací jednotlivých profesí, kontrolou subdodavatelů nebo tvorbou časových harmonogramů. Vše záleží na zkušenostech zhotovitele a kvalitě modelu.

Pro metodu DBB je tedy zapotřebí vyhotovení a uzavření dvou realizačních plánů BEP. Jeden je určen pro projektanty a architekty, kteří se podílí na tvorbě modelu a druhý pro dodavatele stavebního díla. Zásadním cílem je, aby byla správně nastavena pravidla a pracovní procesy k dosažení plynulé migrace mezi stranami. [25] Tyto cíle mohou být zajištěny specifikací podrobných požadavků na informační model a jeho data. Aby implementace BIM byla úspěšná, musí spolupracovat všichni zapojení členové projektu.

3.2. Design-Build (DB)

V dodavatelském systému Design-Build (DB) objednatel uzavírá pouze jednu smlouvu. Tato smlouva zajišťuje vztah s organizací, která nese odpovědnost za celý projekt od začátku až dokonce. Již od počáteční fáze jsou nuceni projektant a dodavatel spolupracovat jako jeden tým. Jejich cílem je navrhnout co nejoptimálnější řešení dle cenových a časových požadavků objednatele.

Vzhledem k tomu, že za vše odpovídá pouze jeden dodavatel, je nutný jeho pečlivý výběr. Mezi nejčastější výběrové preference patří zkušenosti dodavatel a jeho dodavatelského řetězce s DB, technická kvalifikace, pojištění a nabídková cena. [5]



Obrázek 12: Znázornění dodavatelského systému Design-Build
Zdroj: vlastní zpracování

Jedna z možných variant výběrového řízení pro DB je stanovení maximální ceny společně se specifickými požadavky na stavbu a na její účel. Mezi těmito požadavky jsou například energetická náročnost, definované standardy, výkonová kritéria, nebo kvalita vnitřního prostředí. Další způsob zadání lze vyhotovit na základě koncepční studie a maximální ceny. Obecně řečeno, metoda DB se používá u projektů, kde objednatel vyjádřil své požadavky před začátkem projektových prací a návrh vzniká formou spolupráce projektanta a dodavatele. [24]

Co se týče dodání stavby generálním dodavatelem, ten si volí konkrétní pracovní postupy, technologie a konstrukční řešení. Jeho volba vychází ze zkušeností, dostupných technologií a diskuze s projektantem. U této metody nejsou příliš akceptovány pokusy o navýšení ceny, nebo doby dodání ze strany dodavatele. Pokud dojde k úpravě ceny, tak ze strany objednatele, který změnil své požadavky na projekt.

Během časového průběhu prací je možné dosáhnout úspor v porovnání s DBB. Dochází především k eliminaci procesů, spojených s nabídkovým a výběrovým řízením. U této metody přípustné využití fast-tracking, kdy se jednotlivé pracovní úkony překrývají a není nutné dodržovat postup prací konec-začátek. [24]

Výhody:

- kratší délka trvání projektu, možnost zahájit realizaci před plným dokončením projekčních prací,
- možnost dosažení úspor v případě spolupráce projektanta a dodavatele na návrhu projektu,
- přenesení celého rizika na dodavatelský subjekt, pouze jedna smlouva s generálním dodavatelem.

Nevýhody:

- vysoké nároky na dodavatele a jeho výběr,
- ne vždy, je tento dodavatelský systém zákonem dovolen,
- změny během projektu jsou nákladné.

BIM v dodavatelském systému Design-Build

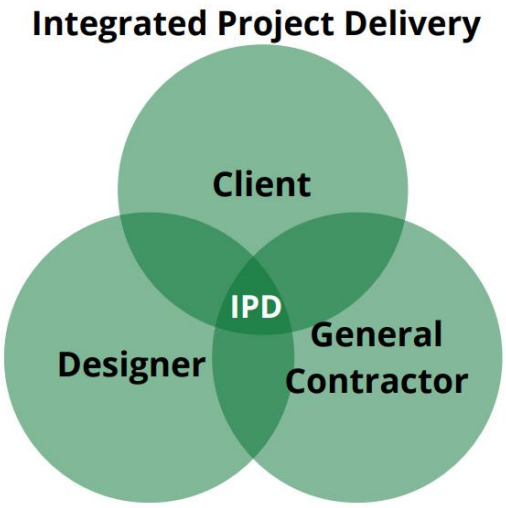
V této metodě přináší BIM velké množství příležitostí pro optimalizaci a kooperaci během projektu. Primárně vzniká model, který je přizpůsoben technologiím a konstrukčním systémům, které dodavatel plně ovládá a může je doručit v nejvyšší kvalitě.

Díky kooperaci a zapojení členů již v prvotních fázích, vzniká kvalitní model, který se využívá i během výstavby. Hlavním přínosem je snížení chyb v prováděcí dokumentaci, které souvisí s navyšování ceny stavby. [25] Další výhodou je možnost optimalizace časového harmonogramu s přímou vazbou na model. Tímto způsobem lze model využít i pro sledování prostavěnosti a tvorbu fakturace jak pro hlavního dodavatele tak jeho subdodavatele.

3.3. Integrated Project Delivery (IPD)

Integrated Project Delivery (IPD) patří k těm novějším typům dodavatelských systémů. Jak bylo u předchozích metod zmíněno, jde vždy o tři typy účastníků. Ty lze zařadit do skupin objednatele, projektanta a dodavatele. Tito účastníci běžně do projektu vstupují v odlišných fázích projektu a zcela rozdílnými preferencemi. Celý problém může nakonec vést k neshodám, navýšení ceny či délky projektu [5].

IPD je především o umění spolupráce. Všichni účastníci jsou do procesu zapojeni hned, od prvotní fáze koncepce, až po předání hotového díla. Tento dodavatelský systém se podobá DB v několika prvcích. V čem se však liší, je forma uzavření smluv. Zde jsou smluvně provázáni všichni účastníci mezi sebou a tím nesou stejné riziko. [24]



Obrázek 13: Znázornění dodavatelského systému IPD
Zdroj: Vlastní zpracování

Vzhledem k tomu, že v této metodě je požadavek na brzké zapojení dodavatelů, jejich výběr probíhá na počátku projektu. Dodavatelé jsou vybíráni na základě kvalifikace a nikoliv na základě ceny. Ostatní menší dodavatelé a subdodavatelé jsou do procesu přizváni později a to na základě kvalifikace či nabídkové ceny.

Celý projektový tým by měl být motivován jedním cílem, který byl stanoven na počátku projektu. Hlavním úkolem investora je určit role jednotlivých účastníků a to za předpokladu vymezení kompetence a odpovědnosti. Tento celý proces, se odvíjí od rychlosti uzavřených smluv a zapojení daných subjektů. Namísto soutěživosti mezi stranami, by měl vzniknout předpoklad pro úzkou spolupráci, za vidinou jednotného cíle. [24]

Popularita IPD roste především v USA, kde jde o kapitálové projekty s vyššími požadavky na kvalitu a spolupráci. [24] Tato dodavatelská metoda není v českém prostředí příliš odzkoušena, což se odráží i v nedostatečném obsahu legislativy.

Výhody:

- zapojení účastníků již v rané fázi projektu, kvalitnější návrh s rychlým dodáním,
- sdílení rizika mezi subjekty,
- společný cíl a úzká spolupráce zapojených stran.

Nevýhody:

- obtížná formulace smlouvy a definice podmínek z důvodu nízké zkušenosti s tímto modelem,
- nelze určit, zda bude výsledná cena nižší než od konkurence,
- náročnost výběru vhodné projektového týmu.

BIM v dodavatelském systému Integrated Project Delivery

Dodavatelský systém IPD si nelze představit bez metody BIM. Pomocí metody BIM je vneseno do procesu rychlejší rozhodování a komunikace mezi celým týmem. Kooperace jednotlivých účastníků se vyplácí, pokud využívají společného datového prostředí a pracují s aktuálními daty. [24] Tímto způsobem vzniká prostor pro tvorbu nových efektivnějších způsobů práce, které často vedou ke kreativnějším a udržitelnějším návrhům.

Pokud jde o samotný proces, je nutné pouze jedno smluvní uzavření. Po dobu projektu, má tým možnost vzájemné kontroly a koordinace. V tomto případě BIM model působí jako neutrální platforma, u které účastníci vidí jaká práce a kým byla provedena. Pokud se objeví nejasnosti, je vždy jasné na jakou osobu se obrátit.

Jak je řečeno v publikaci AIA Guide: *„Je známo, že dodavatelská metoda IPD a BIM se jako koncepty liší, kdy první je proces a druhý je nástroj. Lze je praktikovat samostatně, IPD bez BIM a BIM bez IPD. Nicméně, plného potenciálu lze dosáhnout pouze tehdy, pokud jsou použity současně.“* [26]

Nejlepší prostředí pro implementaci BIM lze dosáhnout na projektech vedených typem Design-Build nebo IPD, kde jsou zúčastněné strany ve větší míře nuceny spolupracovat. Správná volna BIM implementace však vždy závisí na požadavcích objednatele a schopnosti účastníků.

4. Požadavky na informace

Stavební odvětví nepatří příliš mezi nejvyspělejší průmyslová odvětví. I přes využívání velkého množství softwarů a snahy o digitalizaci, pokrok není velký. Jedním z mnoha důvodů je komplexnost procesů a jejich mnohdy neefektivní organizace. Základem úspěšného projektu jsou kvalitní informace a to platí dvojnásob u metody BIM. Během každého projektu jsou vytvářena data. Tato data bývají často bez struktury a přesných požadavků na obsah, což vede ke sporům mezi stranami.

S přesnou definicí na požadavky přichází v souvislosti s BIM normou ISO 19650, která obsahuje vysvětlením proč, kdy, pro koho a jaký typ informací by se měl zpracovávat. Pro úspěšné stanovení informačních požadavků je tedy nutné odpovědět na tyto otázky.

- Proč: tato otázka definuje důvod. Každý požadavek na informaci by měl mít opodstatnění a využití, aby se nestal přebytečný. Například může jít o informace, které jsou potřebné pro správu konkrétního technologického zařízení.
- Kdy: tímto je definován čas nebo klíčový milník, pro který je daný informační požadavek nutné naplnit. Může jít o termín výběrového řízení nebo přejímky prací. I přes to, že termín může být na konci projektu, je nutné, aby informační požadavky pro jeho naplnění byly definovány již na počátku.
- Pro koho: určuje pro koho je daná informace určena a kdo ji bude přebírat. Může jít o konkrétní osobu, tým nebo celou organizaci. Většinou jde o objednatele, jako příjemce informací a dodavatele, jako toho, kdo informace vytváří. Může jít ale i o generálního dodavatele a jeho subdodavatele.
- Jaký typ: Jde o definici struktury informace, její obsah a formát. Informační požadavek by měl být stanoven tak, aby bylo možné provádět automatizované kontroly na základě definovaných parametrů.

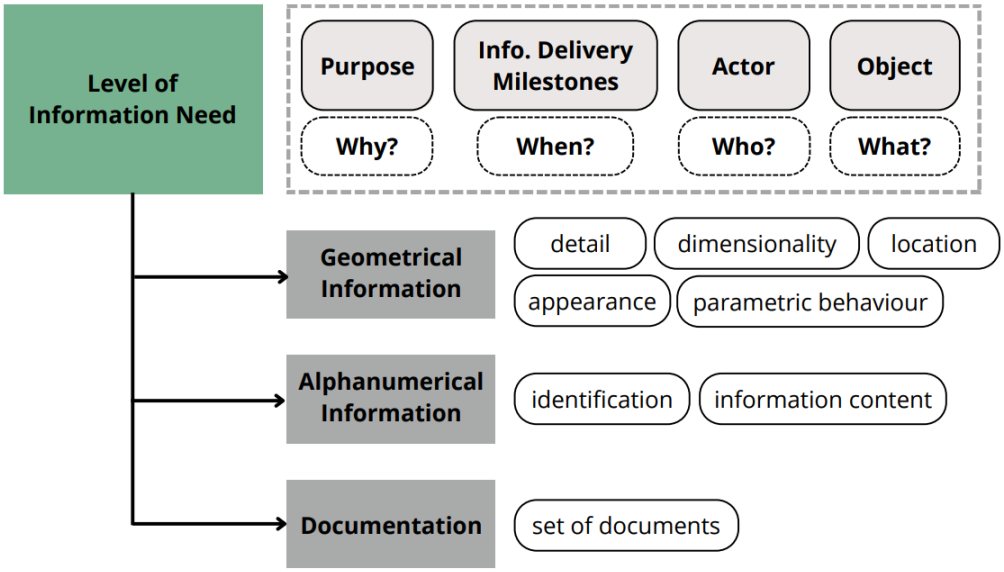
LOIN – Level of Information Need

Pojem požadavky na informace vychází z anglické abreviace LOIN – Level of Information Need. Informace, které jsou v projektu zastoupeny, se člení do tří kategorií, jak je znázorněno na obrázku 14.

První kategorií jsou geometrické informace, které obsahují údaje o rozměrech prvku, jeho poloze a vzhledu. Tento typ informací je doplněn automaticky softwarem. Jde o hodnoty jako je délka, plocha či objem, které je schopný software automaticky vypočíst.

Druhým typem jsou alfanumerické informace. Dle definice normy jde o *„popis podrobnosti a rozsahu informací, které lze vyjádřit s použitím znaků, číslic a značek, jako jsou matematické znaky a interpunkční znaménka.“* [20] Jde o informace, které jsou specifikovány v datovém standardu a klasifikačním systému. Tyto informace je nutné vkládat manuálně, do atributových tabulek jednotlivým prvkům.

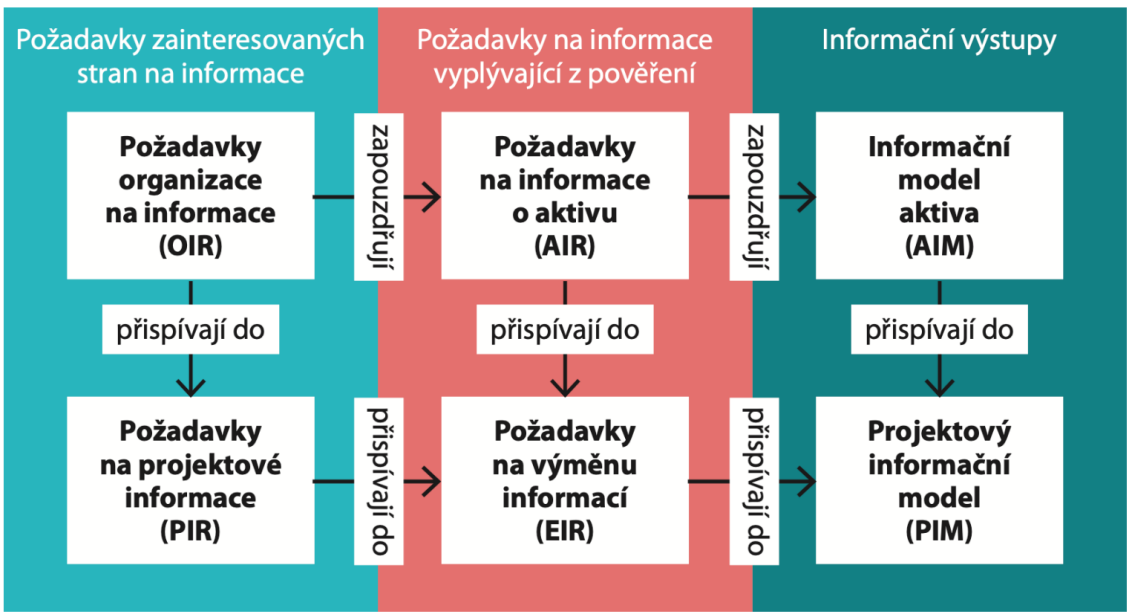
Třetím typem informací, které lze v projektu nalézt, jsou dokumenty. Může jít například o certifikáty kvality či kontrol, které jsou vkládány formou odkazů k prvku. Odkazy mohou být formou QR kódu nebo html. Tento typ informací slouží ve většině případů pro správu aktiva v CAFM systémech.



Obrázek 14: Struktura informačních požadavků

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [20]

Aby byl vznik informací efektivní a nedocházelo k plýtvání zdrojů, musí dojít k přesné specifikaci požadavků. Tyto požadavky vznikají postupně a částečně se doplňují, proto je důležité zachovat jejich posloupnost. Dle normy ISO 19650 se člení tyto požadavky do tří skupin na požadavky zainteresovaných stran na informace, informace vyplývající z pověření stran a informační výstupy. Posloupnost tvorby znázorňuje obrázek 15. Dle normy, na tomto obrázku výrazy „zapouzdřují" znamená „poskytují vstup do", „přispívají do" znamená „poskytují vstupy do", „specifikují" znamená „určují obsah, strukturu a metodiku". [20]



Obrázek 15: Postup tvorby informačních požadavků

Zdroj: [6]

Přebytečné informace

Jak název napovídá, jde o informace, které jsou přebytečné a samotný projekt jen zatěžují. Čas strávený vytvářením, správou a sdílením přebytečných informací, pouze přispívá k nákladům. Proto je jejich minimalizace vhodná. Ve většině případů jde o informace, které:

- přesahují požadovanou úroveň
- přesahují rozsah projektu
- jsou duplikátem, který vytvořil jiný tým
- obsahují příliš velký detail [20]

Vzniku těchto informací by se mělo předcházet a zamezovat v co největší míře. Objednatel by tedy měl požadovat pouze takové informace, u kterých je schopen stanovit přesná využití.

4.1. Požadavky zainteresovaných stran

Tento typ informací je specifikován v první části normy ISO 19650-1, kde je nazván jako „Interested parties' information". Jde o nejvyšší a nejzákladnější formu požadavků na informace, které musí projekt obsahovat. Požadavky zainteresovaných stran, se skládají z požadavků organizace a projektu.

Jde o informace, které jsou definovány zúčastněnými organizacemi. Objednatel musí stanovit takové informace, aby bylo dosaženo požadovaných cílů projektu. Jednotliví dodavatelé, mohou mít požadavky na koordinaci prací, aby mohli optimalizovat své procesy během přípravy a realizace stavby. [20]

Například jde o investora, jehož podnikatelský záměr je postavit kancelářskou budovu. Vedle jeho požadavků, přibydou i požadavky budoucího správce budovy a možná i jeho nájemníků. Aby toho nebylo málo, do procesu vnáší své požadavky i generální dodavatel a jeho dodavatelský řetězec.

Požadavky organizace na informace (OIR)

Požadavky organizace na informace jsou součástí zadávací dokumentace projektu s metodou BIM. Proto je důležité, aby došlo k formulaci již na počátku projektu. Jde o požadavky, které se týkají daného aktiva a slouží pro dosažení základních strategických cílů organizace a správě majetku. OIR často vzniká jako výsledek spolupráce několika různých oddělení organizace, které mají na starosti rozvoj portfolia a správu majetku.

Požadavky se mohou lišit dle typu organizace. Například, pokud půjde o výstavu a provoz technologicky složitého zařízení, jako je nemocnice nebo elektrárna, potom bude organizace klást důraz na samotný provoz a údržbu drahých technologických zařízení. Pokud půjde o prostory k pronájmu, budou požadavky organizace soustředěny na dokumenty provozních systémů objektu a požadavky nájemců, jelikož technické vybavení si budou řešit pronajímatelé sami. [27]

Kromě stanovení cílů, je také nutné definovat potenciální výhody, které informační model organizaci přinese. OIR dále přispívají do projektových informačních požadavků a pomáhají navrhnout požadavky na informace o aktivu.

Požadavky na projektové informace (PIR)

PIR určuje požadavky na informace ke konkrétnímu typu projektu. Jeho část vychází z OIR, není to však jediný vstup, který PIR definuje.

Jde o informace, které jsou důležité pro objednatele během klíčových rozhodnutí ve fázích návrhu a realizace projektu. Za klíčové rozhodnutí lze považovat takové, kdy se musí objednatel rozhodnout na základě poskytnutých informací od dodavatele. Tyto rozhodnutí lze v čase předpokládat. Proto je dobré jejich zanesení do časového harmonogramu projektu.

V praxi může jít o stanovení specifických požadavků na výběr systému fasády, u kterého nelze rozhodnout v prvotních fázích stavby.

Dle normy ISO 19650-2, je dobré vzít v úvahu pro tvorbu PIR:

- rozsah a primární využití projektu,
- harmonogram jednotlivých prací a celého projektu,
- klíčová rozhodnutí, které se objeví během projektu,
- potřebné informace pro tato rozhodnutí. [21]

4.2. Požadavky vyplývající z pověření

Požadavky na informace, které vyplývají z pověření, jsou definovány normou ISO 19650-1 a jsou složeny ze dvou částí. První část se nazývá požadavky na informace o aktivu a druhá část požadavky na výměnu informací. [20]

Tyto požadavky specifikují obsah a formát informací. Požadavky se stanovují jak pro jednotlivé části projektu, tak i pro celek. Strukturu vypracovává objednatel nebo tým dodavatele, podle uzavřené dohody stran. Struktura informací bývá často definována tabulkou.

Mezi těmito požadavky může být například maximální požadovaná energetická náročnost aktiva nebo informace, které jsou nutné pro předání dílčích částí stavby.

Požadavky na informace o aktivu (AIR)

Dle britské normy PAS 1192-3:2014 zní definice takto „AIR jsou požadavky na data a informace dané organizace ve vztahu k aktivu, za které je odpovědná“ [19]

Požadavky AIR vycházejí z požadavků organizace OIR. Obsahují přesný popis informací v souvislosti s provozem a údržbou konkrétního aktiva. Požadavky by měly obsahovat jak podrobný popis vyžadovaných informací, tak způsob dodání s akceptovanými formáty. I přes to, že AIR vychází z OIR, všechny požadavky musí vzniknout před podepsáním smlouvy, jelikož svým obsahem do smluv přispívají. [20]

Pro příklad je uveden konkrétní proces, potřebný pro bezproblémový provoz zařízení. Jde o správu a provoz vzduchotechnické jednotky. Pro tento proces je nutné znát schéma toku vzduchu v požadované formě výkresu a formátu PDF. Dále je potřeba znát proces údržby, který bude nejlepší ve formě dokumentu a formátu PDF. Tímto způsobem, nejlépe do tabulky se definují všechny požadavky na informace o aktivu.

Požadavky na výměnu informací (EIR)

Požadavky na výměnu informací, neboli anglicky Exchange Information Requirements. Někdy mohou být překládaný také jako požadavky zadavatele na informace objednatele.

Dle definice ISO 19650-1 je EIR *„dokument BIM procesu pro výběrová řízení, určující, jaké informace mají být předány a jaké normy a procesy mají být přijaty dodavatelem v rámci procesu předání projektu“.* [20] EIR také specifikuje strukturu a formát předávaných dat. Jinými slovy, plněním požadavků EIR je zajištěna spolupráce objednatele a hlavního dodavatele během fáze realizace a provozu.

Dokument slouží objednateli pro výběr dodavatelů a poddodavatelů. EIR jsou nejprve specifikovány objednatelem a následně projednány a doplněny generálním dodavatelem. Poté se celý proces opakuje o úroveň níže mezi generálním dodavatelem a jeho subdodavateli. Definované informace by měly následně sloužit pro kontrolu finálního modelu stavby. Aby tento účel mohl být naplněn, data musí být konzistentní, kvalitní a využitelná pro naplnění cílů, které si objednatel stanovil. [20]

EIR také určuje datový formát a úroveň detailu pro jednotlivé fáze projektu. Dále stanovuje jednotlivé fáze, ve kterých mají být informace od modelu doplněny. Dle PAS 1192-2:2013 [20], se dělí obsah informací v EIR do tří skupina:

1) **Technické**
   - použitý software
   - výměnné formáty
   - souřadný systém
   - úrovně podrobnosti
   - školení
2) **Management**
   - standardizace
   - role a odpovědnost
   - správa dat a pracovní postupy
   - zabezpečení
   - koordinace a kolize
   - spolupráce
   - BOZP
   - nárok na systém
   - strategie doručení dat
3) **Obchodní**
   - předávání dat
   - definice výstupní data
   - používání modelu
   - BIM-specifická určení

4.3. Informační výstupy

Obrázek 16: Cyklus informačního modelu

Zdroj: [21]

Informační model aktiva (AIM)

Asset Information Model neboli informační model aktiva, poskytuje veškerá data a informace související s provozem budovy či infrastruktury a to jak nové, tak stávající. Jde o finální model, který provází dané aktivum během fáze provozu. Na obrázku 16 je tento model značen písmenem E. AIM tedy vzniká z PIM. Pokud však dojde ke změně aktiva, dochází k přeměně AIM na PIM po dobu úprav. Tuto transformaci si lze představit například jako rekonstrukci.

AIM obsahuje jak grafická, tak negrafická data a dokumenty. Může jít o jedno aktivum nebo celé portfolio aktiv. Tento informačním model obsahuje informace popisující původní záměr projektu, jednotlivé 3D modely a informace s odkazy například na vlastnictví a oprávnění. Dále mohou být obsaženy informace o provedených pracích, provozní výkonnosti či stavu. Pokud se tvoří AIM, pro již existuje objekt, je zde riziko, že některé informace nebude možné plně ověřit a zkompletovat. [20]

Pro správu AIM by měla být jmenována odpovědná osoba, nazývaná jako správce dat. Tato osoba má na starosti přijímání informací a jejich aktualizaci v modelu. Informační model aktiva je spravován na CDE úložišti. V AIM může dojít i ke změnám, které jsou často vyvolány opravami, změnou provozních předpisů či změnou majitele aktiva.

Projektový informační model (PIM)

Projektový informační model neboli Project Information Model (PIM) je model, který vzniká během fáze návrhu a realizace projektu. Požadavky, kterými se jeho vznik řídí, jsou

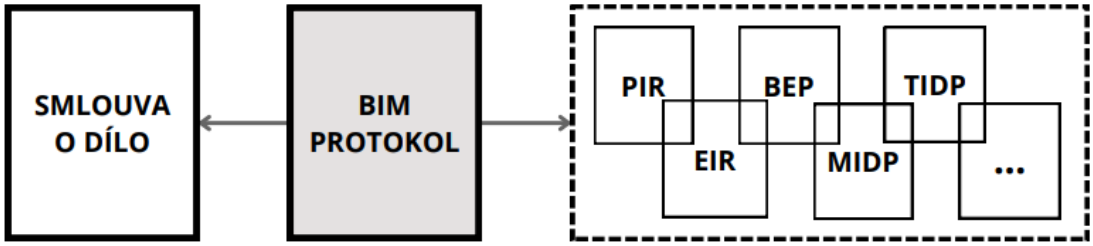
stanoveny v EIR. PIM se skládá z několika referenčních modelů dle specifických zaměření, negrafických dat a souvisejících dokumentů. [20]

Jde o model, který je určen pro tvorbu a úpravu aktiva. Pro fázi provozu se transformuje do AIM. Tento proces je znázorněn na obrázku 16 písmenem A. Model vzniká postupně během fáze tvorby projektové dokumentace a realizace stavby. Prvky jsou zprvu značeny pouze jednoduchými symboly. Jak však návrh postupuje, zvyšuje se i úroveň detailu. Během fáze realizace jsou do modelu doplňovány informace dodavatel o zabudovaných prvcích.

Celý model je spravován a sdílen v CDE prostředí. Pro tento proces jsou jmenovány odpovědné osoby, které zajišťují aktualizaci dat a nastavují potřebné workflow toků informací.

5. BIM Protokol

Aby mohl být výstavbový projekt započat, je nutné definovat smluvní zakotvení. Projekty, u kterých není metoda BIM použita, jsou definovány smlouvou o dílo. Pokud je však v projektu použita metoda BIM, většina procesů se přesunuje do digitálního prostředí a jsou nutná další smluvní opatření. Pro tento případ užití slouží BIM protokol. BIM protkol je v této kapitole chápán jako samostatný dokument, který spojuje smlouvu o dílo s ostatními BIM dokumenty. I přes to, že se diplomová práce zabývá procesem řízení BIM projektů, obsah BIM protokolu, jakožto dokumentu, je také důležitý, protože jeho struktura a obsah vymezuje postupy a povinnosti, které je nutné na projektu splnit. Tedy také tvoří, jakýsi procesní návod.



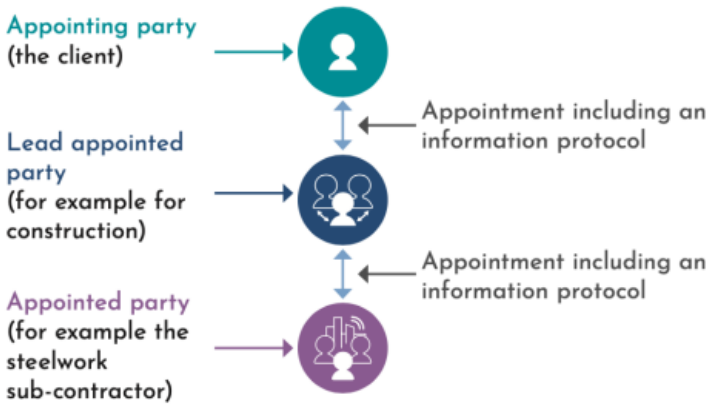
Obrázek 17: Schématické znázornění pozice BIM protokolu

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [28]

Úkolem BIM protokolu je především vytvoření pomyslného pojítka mezi smlouvou o dílo a ostatními BIM dokumenty, které se tvoří dle požadavků projektu. BIM protokol nastavuje pravidla pro spolupráci v digitálním světě, při níž dochází k tvorbě, sdílení a předávání informací. Přesné požadavky na obsah jsou stanoveny normou ISO 19650.

Co do čtivosti a obsahu, má protokol blíže ke smlouvě než k procesnímu dokumentu. Obsahuje specifické povinnosti jednotlivých zúčastněných stran v souvislosti s metodou BIM. Dále má řešit záruky a závazky spojené s informačním modelem, pravidla pro používání informací a sdílení zdrojů. Od obsahu se odvíjí i problematika duševního vlastnictví a licenčních ujednání. Co do protokolu naopak nepatří, jsou ustanovení, která se managementu informací až tak moc netýkají – například výše odměn či pokut. Tyto skutečnosti by měly být upraveny ve smlouvě o dílo či jiném smluvním dokumentu. [28]

Pro dodržení jednotného managementu informací, musí být příloha u všech uzavřených smluv tvořena identickým protokolem. V první řadě je tím myšleno smluvní uzavření mezi objednatelem a hlavním dodavatelem a poté hlavním dodavatelem a jeho subdodavateli. V obou případech by měl být protokol stejný. Tato skutečnost je znázorněna na obrázku 18. Pro dodržení smluvních standardů, je nutné, aby byli s dokumentem obeznámeni všichni členové projektového týmu. [29]



Obrázek 18: Použití BIM protokolu

Zdroj: [21]

Pod BIM protokol spadá několik podřízených dokumentů, které vznikají pro konkrétní případy projektu. To znamená, že jsou upravovány na základě požadovaného výsledku a nejsou nikdy stejné. Tyto dokumenty jsou řešeny dvěma způsoby a to formou příloh, dle českého přístupu Koncepce BIM, nebo formou odkazů, dle zahraničního přístupu. Mezi nejdůležitější dokumenty patří:

- požadavky objednatele na informace (EIR),
- požadavky na společné datové prostředí (CDE),
- šablona plánu realizace BIM (BEP).

Jak se jednotlivé státy od sebe liší, liší se i přístup k BIM protokolu, základní myšlenka a jeho úkol však zůstává stejný. To stejné platí i o možnostech legislativy. Nelze tedy určit jednotný BIM protokol, s plošným využitím. Za zmínku určitě stojí státy, které BIM úspěšně implementují a mají letité zkušenosti. Jde například o Velkou Británii a zaoceánské Spojené státy americké. Podrobnější popis a jednotlivé přístupy k BIM protokolu jsou rozepsány v následujících kapitolách.

5.1. BIM Protokol dle ČAS

V České republice není uzákoněn zatím žádný konkrétní BIM protokol a to stejné platí i pro jeho obsah a strukturu. V praxi se lze setkat s faktem, že pokud u projektu existoval, tak byl vytvořen dle zahraničních předloh. Tento přístup se snaží změnit agentura ČAS, která v roce 2021 vydala šablonu dokumentu BIM Protokol – Pravidla pro tvorbu, předání a užívání informačního modelu. Účelem vzniku bylo zejména předat obecný návod a doporučení zadavatelům, pro vypracování interních smluv a směrnic. Protokol je primárně určen jako český smluvní standard s dodavatelskou metodou Design-Bid-Build. [6] Toto vydání není finální a slouží pro pilotní projekty. Na základě zpětné vazby, následně proběhne aktualizace a další vývoj.

Současně, vnikl v českém prostředí BIM protokol od Státního fondu dopravní infrastruktury jako součást Předpisu pro informační modelování staveb BIM pro stavby dopravní infrastruktury. Ten byl schválen Centrální komisí Ministerstva dopravy 17. 5.

2022. Metodika BIM protokolu vychází v tomto případě ze smluvního standardu FIDIC. [30] Obsah a struktura obou BIM protokolů se velice podobá. Z tohoto důvodu bylo autorem vytvořeno pouze jedno shrnutí, které čerpá z obou dokumentů současně.

Všichni členové projektového týmu jsou povinni dodržovat a řídit se protokolem. Protokol musí být použit jako příloha ke smlouvám nebo musí být dojednána jeho závaznost s ostatními členy projektových týmu. Hlavní úkolem je zajistit, aby všechny osoby užívající, vytvářející a dodávající informační model stavby přijmuly společné standardy a způsoby práce popsané v Protokolu. [29]

BIM protokol publikovaný SFDI a ČAS obsahuje následující kapitoly:

Vymezení termínu

V této části jsou stanoveny přesné významy použitých slov, slovních spojení a zkratek, které obsahuje jak BIM protokol, tak související dokumenty.

Úvodní a všeobecná ustanovení

Tato část je rozdělena na tři další podkapitoly. Z toho první, je popis vztahu protokolu a smlouvy, kdy protokol je nedílnou součástí smlouvy o dílo. Dále specifikuje posloupnost závaznosti jednotlivých příloh protokolu. Na prvním místě jsou požadavky objednatele na informace včetně datového standardu, poté požadavky na CDE a na třetím místě šablon plánu realizace BEP.

Podkapitola všeobecné zásady, obsahuje účelový popis protokolu. BIM protokol slouží pro vytvoření informačních modelů stavby ve stanovených fázích přípravy, navrhování, provádění či provozu díla a jeho údržby, oprav, stavebních úprav či odstranění stavby nebo její části [29] Dále jsou zmíněny všeobecná ustanovení pro duševní vlastnictví a elektronickou výměnu dat, která jsou podrobněji rozebrána v samostatných oddílech níže.

Třetí podkapitolou jsou stanoveny odpovědné osoby na straně objednatele i dodavatele, které jsou v souladu se SoD a protokolem. Jde o role BIM koordinátora, manažera informací a správce informací. Pro některé role je možnost sloučení do jedné osoby.

Přednost smluvních dokumentů

BIM protokol a jeho přílohy, tvoří součást smlouvy uzavřené mezi objednatel a dodavatelem. Pokud není v ustanovení smlouvy upřesněna síla jednotlivých právních dokumentů a dojde k rozporu mezi protokolem a zvláštními smluvními podmínkami, platí, že ustanovení v protokolu, včetně příloh má přednost. Dále platí, že ustanovení v přílohách má přednost před obecným ustanovením protokolu samotného. Pokud by si objednatel přál tento vztah změnit, může upravit obsah kapitol. [29]

Dodavatel je povinen, aby všichni zapojení účastníci v jeho dodavatelském řetězci, byli vázání tímto protokolem. Pokud dochází k uzavírání smluv v rámci jednoho projektu, je nutné, aby protokol byl vždy stejný a neměnný. Pokud nastane rozpor mezi protokolem a smlouvou, například mezi dodavatelem a subdodavatel, má přednost tento protokol, pokud není zmíněno jinak.

Povinnosti objednatel

V této kapitole jsou definovány povinnosti, které musí být dodrženy stranou objednatele. Ve většině případů bývá objednatel v zastoupení správcem informací. Jeho povinnosti jsou:

- zajistit revize, aktualizace EIR a datového standardu po celou dobu trvání smlouvy,
- zajistit roli správce informací a to tak, aby byla osoba neustále k dispozici a odměňována,
- zajistit zpracování osobních údajů dle aktuálních nařízení GDPR,
- stavět své vztahy s členy projektového týmu na porozumění vzájemných očekávání, poctivosti, vzájemné důvěře a společném úsilí k dosažení dohodnutých společných cílů. [6]

Povinnosti dodavatele

Dodavatel je především povinen:

- dodržovat protokol,
- vytvořit, sdílet a užívat informační model a jeho informace pouze dle smluvených požadavků,
- zajistit, aby při navazování smluvních vztahů (dodavatel-subdodavatel) došlo k připojení protokolu,
- zajistit aby osoba plnící pozici BIM koordinátora a manažera informací byla odměňována a vždy k dispozici,
- povinnosti spojené s CDE, které vyplývají z příloh dokumentu
- dodržovat BEP a zajistit jeho aktuálnost,
- zajistit zpracování osobních údajů dle aktuálních nařízení GDPR. [6]

Povinnost členů projektového týmu:

- členové jsou povinni dodržovat protokol a BEP,
- vytvořit, sdílet a užívat informační model a jeho informace pouze dle smluvených požadavků,
- zajistit zpracování osobních údajů dle aktuálních nařízení GDPR,
- stavět své vztahy s členy projektového týmu na porozumění vzájemných očekávání, poctivosti, vzájemné důvěře a společném úsilí k dosažení dohodnutých společných cílů. [6]

Elektronická výměna dat

Z kapitoly vyplývá odpovědnost členů projektového týmu za data, u kterých probíhá elektronická výměna. Člen projektového týmu nenese vůči objednateli žádnou odpovědnost v souvislosti s jakýmkoli poškozením, nebo neúmyslným pozměněním či úpravou elektronických dat v informačním modelu stavby. S výjimkou případů, kdy dojde k porušení, pozměnění nebo úpravě dat, následkem nedodržení tohoto protokolu konkrétním členem projektového týmu.

Licenční ujednání

Licenční ujednání je řešeno v samostatném dokumentu vydaném organizací ČAS, který se nazývá volitelné ustanovení pro zvláštní smluvní podmínky.

U licenčního ujednání, jde o ochranu autorského práva, které vzniká na stavební dokumentaci, její části nebo obsažené informaci. Toto právo se řídí autorským zákonem č. 121/2000 Sb.

V obsahu je upraveno poskytnutí neodvolatelných podlicencí k autorskému dílu ze strany objednatele, zejména na dokončení nehotových částí díla, jeho úpravu či doplnění, stejně jako jeho rozmnožení stavbou. Tato část dále upravuje poskytování licence k užití databáze prostřednictvím CDE. [29]

Přílohy:

Přílohy jsou tvořeny samostatnými dokumenty:

- Příloha I. – Požadavky objednatele na informace (EIR)
  - A) Specifické požadavky objednatele na informace
  - B) Datový standard objednatele
- Příloha II. – Požadavky na společné datové prostředí (CDE)
- Příloha III. – Šablona plánu realizace BIM (BEP) [6]

5.2. BIM Protokol dle CIC

BIM protokol formulovaný Construction Industry Council (CIC) je používán na území Velké Británie. Jeho použití není přímo uzákoněno, ale slouží jako doporučení pro zapojené strany. První vydání proběhlo v roce 2013 pod záštitou CIC. Protokol, byl vydán, v souladu s využitím pro většinu smluv, které jsou běžně na projektech používány. Hlavním důvodem vzniku, bylo přiblížení se druhému stupni implementace BIM. Později v roce 2018 byl protokol aktualizován a doplněn na druhé vydání, které je aktuálně platné. Protokol vychází primárně z normy PAS 1182-2. [31]

Z úvodního ustanovení dokumentu vyplývá, že pokud by vydaný obsah protokolu byl nedostatečný, může si ho daná společnost upravit dle svých potřeb, či možností legislativy. V případě takovýchto úprav, je dobré vycházet z následujících britských standardů:

- BS 1192:2007 + A2:2016: Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice.
- PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling.
- PAS 1192-3:2014: Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling.
- BS 1192-4:2014: Collaborative production of information. Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie. Code of practice.

- PAS 1192-6:2018: Specification for collaborative sharing and use of structured Health and Safety information using BIM. [31]

Nicméně CIC Protokol je jedním z nejpoužívanějších na území Velké Británie. Obsah a struktura protokolu je následující:

Základní ustanovení dokumentu (Definitions)

V této části, je velice krátce vysvětlena použitá terminologie a základní ustanovení, co se samotného obsahu týče. Dále je zde zmíněn vztah BIM protokolu k ostatním dokumentům, které jsou obsaženy nebo tvoří některou z jeho částí. Z toho vztahu vyplývá, že pokud dojde k jakýmkoliv nejasnostem nebo konfliktům, mají přednost podmínky vyplývající z toho protokolu. [31]

Koordinace a řešení konfliktů (Coordination and Resolution of Conflicts)

Kapitola stanovuje podmínky a požadavky, které musí jednotlivé strany společně dodržovat. V zásadě jde o schůzky a rozhodnutí, které si mezi sebou strany stanovily. Bližší specifikace schůzek a řešení konfliktů je stanoveno v druhé příloze BIM protokolu.

Dále tato kapitola řeší, že strany musí dodržovat veškerá platná ustanovení tohoto dokumentu. Pokud by došlo k nejednoznačnosti nebo nesouladu mezi obsaženými informacemi v tomto dokumentu a jeho odkazech, měly by strany přejít k diskuzi a problém ihned vyřešit.

Povinnosti objednatele (Obligation of the Employer)

V této kapitole jsou obsaženy veškeré povinnosti, které jsou spojeny s rolí zadavatele. Zadavatel by měl zajistit vyhotovení, odsouhlasení a aktuálnost protokolu a souvisejících dokumentů. Tyto dokumenty jsou obsaženy v příloze a jednotlivé kapitoly se na ně odkazují.

Mezi další úkoly, patří odsouhlasení matice odpovědnosti a informačních specifikací. Jmenování vedoucího člena týmu objednatele a určení jeho povinností. Zřízení přístupu a oprávnění práce v CDE. Objednatel je povinen udržovat aktuálnost těchto dokumentů po celou dobu trvání projektu.

Povinnosti projektového týmu (Obligations of the Project Team Member)

Projektový tým musí plnit veškeré povinnosti obsažené v BIM protokolu a v souvisejících dokumentech. Mezi hlavní povinnosti patří tvorba, sdílení a publikování informací v požadovaných termínech a detailech. Je nutné, aby členové dodržovali bezpečnost při zacházení s informacemi a brali v potaz autorská práva projektu. Tyto povinnosti platí pro projektové týmy všech zapojených stran.

Elektronická výměna dat (Electronic Data Exchange)

Z kapitoly vyplývá, že dodavatel nenese jakoukoliv odpovědnost za kompatibilitu datových formátů, či softwarů, pokud si ji objednatel nestanovil v některém z dokumentů.

Zacházení s informacemi (Use of Information)

Kapitola stanovuje bližší specifikace pro udělování práv k informacím. Objednatel a zhotovitel musí dodržovat ustanovení, které si stanovili v souvislosti s autorským právem pro tvorbu, sdílení a práci s informacemi. Po dobu zapojení zhotovitele mu objednatel uděluje bezplatné právo s informacemi zacházet. Dodavatel a jeho poddodavatelé nesmí provádět změny, kopírovat, nebo publikovat informace bez písemného souhlasu objednatele.

Odpovědnost za vlastnický materiál (Liability in Respect of Proprietary Material)

Tato kapitola se opět týká autorského práva o tvorbě, úpravě, kopírování a publikování materiálů a informací. V tomto případě jde však o stranu objednatele. Objednateli jsou stanovena práva, jak může s vytvořenými informacemi zacházet. Například může jít o autorská práva architekta na jeho návrh.

Opatření a zabezpečení (Remedies - Security)

Část slouží pro úpravu chování dodavatele a jeho poddodavatelů dle pravidel stanovených objednatelem. Pokud objednatel odhalí jakékoliv nesrovnalosti v plnění jeho požadavků, měl by dodavatel podniknout patřičné kroky k nápravě takového stavu, nebo se pokusit o maximální zmírnění následků. Pokud tak nebude konat, objednatel může od smlouvy odstoupit dle smluvních podmínek.

Totéž platí pro objednatele. Pokud nebude objednatel plnit povinnosti z protokolu vyplývající, dodavatel může od smlouvy odstoupit.

Přílohy:

- **Příloha I - Matice odpovědnosti (Responsibility Matrix)**

Jde o seznam rolí s výpisem povinností. Každá role obsahuje údaje o osobě, která za ni odpovídá. Nejčastější formát je volen jako tabulka.

- **Příloha II - Informační specifikace (Information Particulars)**

V této části jsou doplněny odkazy na dokumenty, které úzce souvisí s BIM protokolem a upravují související procesy. V zásadě jde o dokumenty EIR, BEP a dokumenty specifikující samotný proces projektu.

Požadavky na proces realizace projektu by měly být ve větší míře obsaženy v BEP, pokud tomu tak není, doporučuje se vznik samostatných dokumentů. BIM protokol doporučuje ošetřit v samostatných dokumentech: plán koordinačních setkání s úpravou jejich účastníků a pravidelnosti konání, normy, metody a postupy, které požaduje objednatel za důležité, specifikace LOD, datový a klasifikační standard, požadavky na software a pravidla pro tvorbu dodatků.

- **Příloha III. - Požadavky na zabezpečení (Security Requirements)**

Pokud není tato příloha součástí BIM protokolu, nebo je označena jako „nepoužívat“, znamená to, že je neplatná. [31]

V první řadě lze do přílohy zaznamenat, zda projekt obsahuje citlivé informace a jak si přeje objednatel po zhotoviteli s takovými informacemi zacházet.

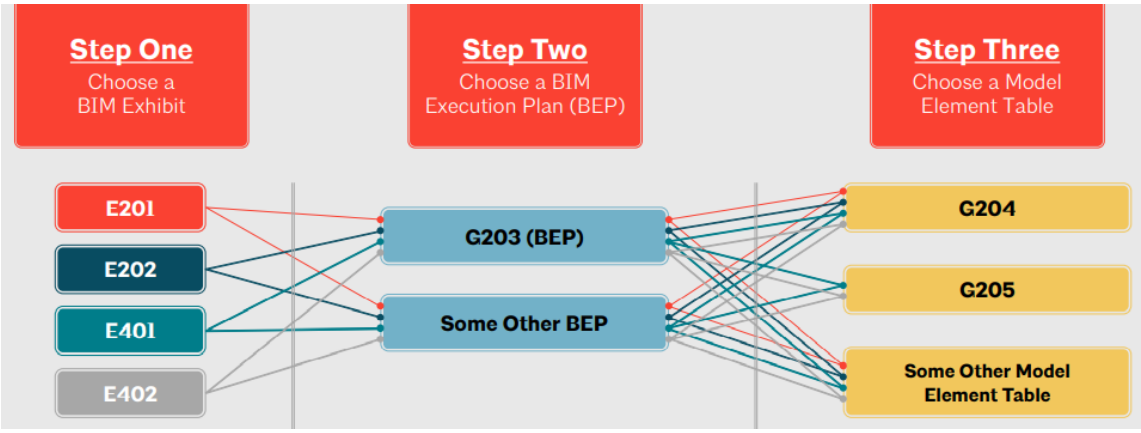
V následujících dvou částech mohou být stanoveny specifické požadavky na zabezpečení projektu, které objednatel požaduje. V tomto případě lze vycházet z odkazu na britskou normu PAS 1192:5, která řeší bezpečnostní opatření spojená s BIM. Do této části, je možné označit odpovědné osoby a odkázat se na dokumenty řešící plán narušení bezpečnosti. [9]

5.3. BIM Protokol dle AIA

V USA, se primárně tvorba smluvních protokolů, řeší formou doporučení a návodů. Společnosti, si protokoly následně volí a upravují podle konkrétních případů a legislativních možností daného státu. Mezi organizace, které se na tvorbě smluvních podmínek aktivně podílejí, jsou primárně American Institute of Architects (AIA) a Associated General Contractors of America (AGC). BIM protokol od AIA byl vydán v roce 2013 pod označením G201 - 2013 Project Digital Data Protocol Form a G202 - 2013 Project Building Information Modeling Protocol Form, jako součást balíku smluvních dokumentů a doporučení, které upravují proces informačního modelování. [32]

V původním balíku od AIA, byly obsaženy 4 dokumenty, které se uplatňovaly současně během projektu. Jako BIM protokol sloužil dokument E203-2013, který byl vydán jako dodatek k SoD. K tomuto protokolu se přidával dokument G201-2013, který upravoval tvorbu a práci s digitálními daty a G202-2013, který byl zaměřen na celkový proces informačního modelování. Čtvrtým dokumentem bylo licenční ujednání s označením C106-2013. [33]

V roce 2022 byl však vydán nový aktualizovaný balík dokumentů, který ten starý plně nahradil. Zásadní změnou prošla především struktura a obsah jednotlivých dokumentů. BIM protokol je zde vydán ve čtyřech variantách podle modelu spolupráce a sdílení informací. Jeho označení začíná písmenem E. K dokumentu BIM protokolu se postupně nabalují další dokumenty, jak je znázorněno na obrázku 19. Dle BIM protokolu je zvolen plán realizace BEP, licenční ujednání, požadavky a LoD.



Obrázek 19: Postup výběru smluvních dokumentů při vedení BIM projektu podle protokolu AIA

Zdroj: [33]

BIM protokol rozlišujeme na čtyři typy, dle možnosti sdílení informací. Pokud je model sdílen se všemi účastníky, potom je možné použít dokumenty s označením E201-2022 nebo E202-2022. Tyto dva dokumenty se od sebe liší možností, kdy je protokol použit jako smlouva. Jelikož tento přístup použití protokolu jako smlouvy není příliš odzkoušen, AIA doporučuje pečlivé zvážení všech rizik. [33]

Pro další dva typy protokolu, není umožněno sdílení modelu mezi více stranami. V případě s označením E401-2022, jde o sdílení modelu pouze mezi týmem, který se na tvorbě podílí. Tento tým může obsahovat architekta, jeho konzultanty a subdodavatele. V protokolu s označením E402-2022 jde o sdílení pouze mezi týmem dodavatele, tedy členy hlavního dodavatele a jeho subdodavatelů. Ani v jednom případě nejde o modely, které by bylo možné sdílet se zadavatelem projektu. [33]

Pokud jsou pominuty možnosti sdílení, tak je obsah ve všech variantách protokolu stejný. Z obsahu dokumentu vyplývá:

Základní ustanovení (General Provisions)

V této kapitole je popsána základní terminologie a ustanovení v souvislosti s obsahem dokumentu. Je zde zmíněn vztah BIM protokolu a jednotlivých smluv a dokumentů, které s tímto protokolem souvisí. Dále kapitola obsahuje upřesnění, jaké jsou možnosti sdílení informací pro daný typu protokolu.

Použití, sdílení a spolehlivost modelu (Model Uses, Sharing, and Reliance)

Tato kapitola specifikuje možnosti využívání modelu pro jednotlivé účastníky. Celkově je vymezeno pět fází: projektování, plánování, řízení výstavby, užívání a ostatní. Pro každou fázi se definují konkrétní procesy, které mohou účastníci na modelu provádět. Během fáze projektování může jít například o 3D koordinaci a analýzu z důvodu optimalizace dat.

V dalších odstavcích této kapitoly jsou popsané modely sdílení dat s výběrem odpovědných osob. V poslední části, je popsáno, za jakých podmínek se na model lze spolehnout a jakým způsobem bude probíhat jeho verzování a kontrola.

Plán realizace BIM (BIM Execution Plan)

Tato kapitola se odkazuje na plán realizace BIM a upravuje jeho vznik. Nejprve jsou popsána samotná pravidla pro vznik dokumentu BEP. Ten by měl být vždy v souladu s dodavatelskou metodou, která se na projektu objevuje. Dále je stanoven nutný obsah s odkazem na dokumenty, které slouží jako předloha.

Úrovně detailu (Levels of Development)

Kapitola obsahuje popis jednotlivých LOD 100 až LOD 500 a vysvětluje jejich důvod použití v projektu. Pro každý typ prvku musí být stanovena konkrétní úroveň, která je zaznamenána do BEP a do tabulky prvků. Také je popsána bližší specifikace negrafických informací a jak s nimi zacházet.

Protokol vymezuje pojem digitální dvojče. Aby mohl být model použit pro efektivní účely facility managementu a mohl být nazván digitálním dvojčetem, je nutné, aby jeho prvky, ze kterých se skládá, splňovaly tři hlavní podmínky. Za prvé, prvky musí být modelovány

stejným způsobem, podle toho, jak budou v realitě postaveny. Termín „as-built“ vystihuje tuto skutečnost nejlépe. Za druhé, prvek musí obsahovat předepsané negrafické informace. Za třetí, je důležité, aby pro každý typ prvku byla stanovena konkrétní přesnost a spolehlivost jeho obsahu.

Digitální data mimo BIM model (Non-BIM Digital Data)

V této kapitole by měly být přiloženy dokumenty, které řeší proces spojený s digitálními daty, které nejsou spojeny přímo s modelem. Jde o data, jako jsou emaily a další komunikační kanály. Dále může jít o dokumenty, na které se vytváří odkazy u hodnot prvků. Pro tento typ dat by měl být vyhotoven speciální dokument, který upravuje jak s nimi zacházet.

Vlastnictví, sdílení a bezpečnost digitálních dat (Ownership, Sharing, and Security of Digital Data)

Kapitola popisuje práva vlastnictví a udělování licencí. Strana, která vytváří, zpracovává nebo sdílí informace a modely, je povinna mít potřebná oprávnění pro provedení dané činnosti. Pro případy správy práv a licencí jsou stanoveny odpovědné osoby. Ty mají na starosti jak zřizování, tak odebírání licencí, pokud práce na modelu již skončily.

Tato ujednání jsou řešena formou odkazu v samostatném dokumentu, společně s popisem zachování bezpečnosti dat.

Zabezpečení a řízení rizik BIM a digitálních dat (Insurance for BIM and Digital Data Risk)

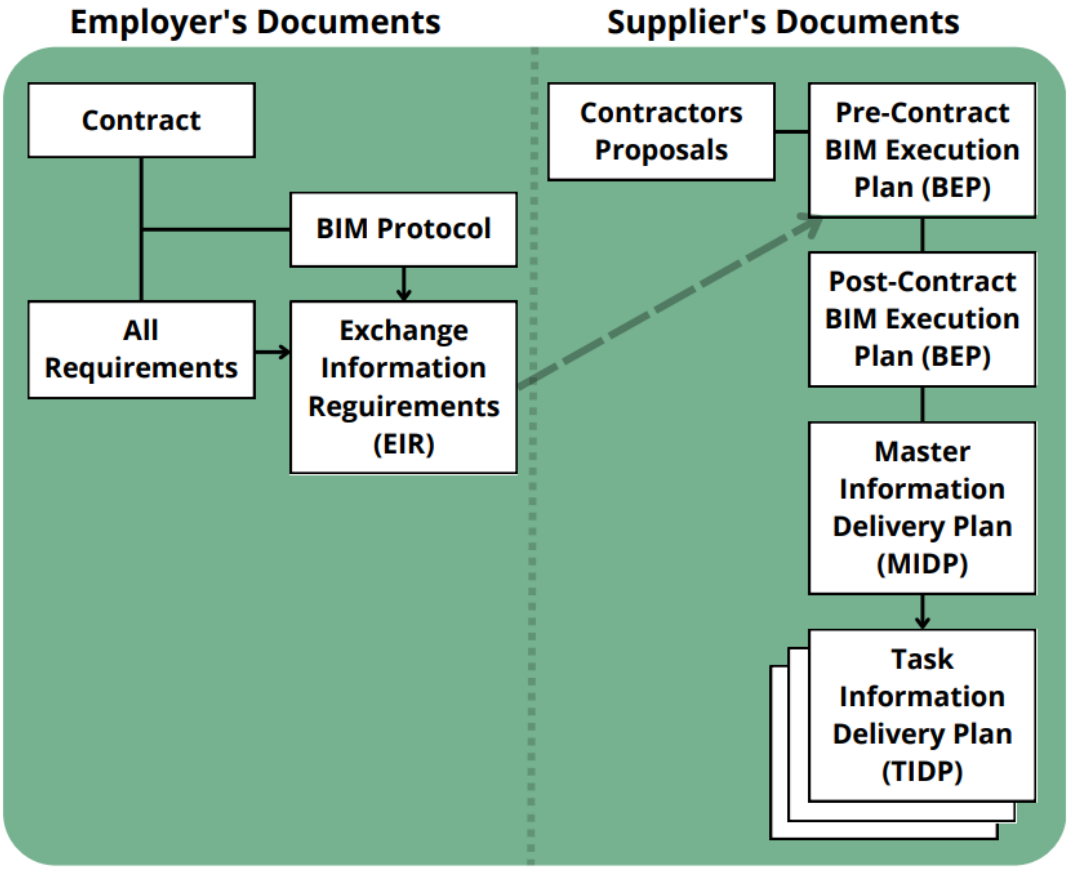
Do této kapitoly, je možné vnést požadavky na dodatečné pojistné krytí pro BIM model nebo digitální data. Toto krytí se zde zapisuje do tabulky a může být stanoveno pro konkrétní účastníky nebo celý projekt.

Ostatní podmínky a pravidla (Other Terms and Conditions)

V této části mohou být doplněny další podmínky a pravidla, které jsou požadovány a nebyly obsaženy v kapitolách výše. To stejné platí, pro dokumenty, které by si přáli účastníci přiložit k tomuto protokolu.

6. Dokumenty BIM protokolu

Na obrázku 20 je znázorněna struktura dokumentů v souvislosti s přípravnou fází projektu BIM. Každý tento dokument představuje jakýsi výstupní krok či rozhodnutí, které musí být vykonáno, aby projekt mohl postoupit dál. Grafika člení dokumenty do dvou skupin, a to podle původu na objednatele a dodavatele. Objednatel nejdříve musí přijít s požadavky EIR, následně dodavatel předloží navržené řešení BEP. Všechny tyto dokumenty jsou následně propojeny se smlouvou o dílo pomocí BIM protokolu. Nakonec vzniká MIDP a jemu podřízené dokumenty TIDP, které blíže specifikují jednotlivé činnosti.



Obrázek 20: Struktura dokumentů BIM protokolu

Zdroj: vlastní zpracování

Podle přístupů k BIM protokolu, lze rozlišit dva typy dokumentů. V první řadě, jde o dokumenty řešené formou odkazů. Tento přístup je běžný pro zahraniční praxi, kdy jsou do kapitol doplněny názvy dokumentů s odkazem na ně. Druhým přístupem, prosazovaným v České republice Koncepcí BIM, je protokol s dokumenty obsaženými pouze v příloze

Tato kapitola se zaměřuje především na dokumenty, které musí každý BIM protokol obsahovat pro dosažení úspěšného projektu a to bez ohledu, zda tvoří odkaz či přílohu protokolu. Mezi tyto dokumenty byly vybrány tři hlavní. První dokument představují

Požadavky na výměnu informací EIR, a obsah tohoto dokumentu je rozepsán v kapitole 4.2. Požadavky vyplývající z pověření. Další dva dokumenty tvoří Požadavky na společné datové prostředí (CDE) a Plán realizace BIM (BEP), jež jsou rozepsány na v následujících podkapitolách.

6.1. Požadavky na společné datové prostředí (CDE)

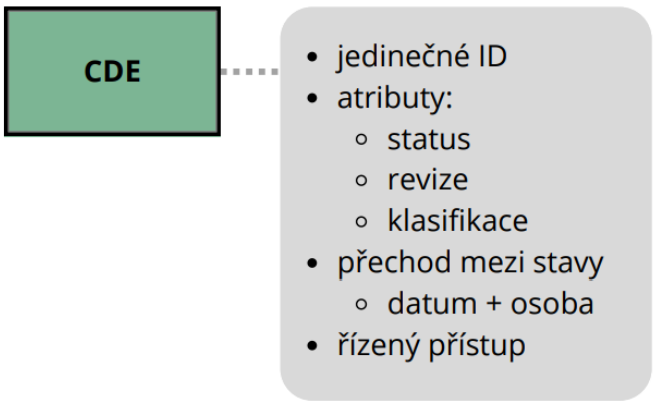
Aby metoda BIM mohla na projektu fungovat, je nutné zajistit komunikaci přes společné centrální úložiště, nazývané CDE. Jde o zdroj informací, který slouží ke shromažďování, správě a sdílení dat. Do toho zdroje mají přístup všichni účastníci projektu. CDE tedy představuje databázi projektu, která je řešena jako serverová nebo cloudová technologie.

Za zřízení a provoz odpovídá, dle dokumentů Koncepce BIM, dodavatel projektu. [8] Objednatel, by si měl tedy stanovit požadavky a čekat na dodání. Tento přístup se může však lišit projekt od projektu. Dle ISO 19650 jde především o objednatele jako osobu, která by měla CDE zřizovat a udržovat v chodu. [20] Záleží tedy primárně na dohodě obou stran a na přístupu, jaký zvolí. Další možností jak k provozu přistupovat je, aby každá strana spravovala své CDE a propojila mezi sebou pouze některé jeho části.

Problematikou CDE se zabývá na vyšší úrovni norma ISO 19650, která spíše popisuje procesy a toky informací, které by na platformě měly probíhat. Pro působnost českého prostředí, bylo vydáno několik dokumentů s doporučením od Koncepce BIM. Ty však řešily převážně problematiku správného výběru CDE nikoliv jeho provoz. Společné datové prostředí, lze tedy rozdělit na CDE jako řešení a pracovní postupy, které na CDE probíhají. [34]

CDE jako řešení

Řešení se zaměřuje především na správný výběr vhodného CDE a jeho požadavky. Dle slovníku BIM, jde o technologii se *„správou databází, úložiště s přenosovými sadami dat, sledováním vad a dalšími souvisejícími funkcemi pro práci s BIM daty, které podporují pracovní tok CDE“* [34] Jde tedy o stanovení požadavků a technických vlastností, které by měl zřizující subjekt vyžadovat.



Obrázek 21: Požadavky na obsah ve společném datovém prostředí CDE

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [28]

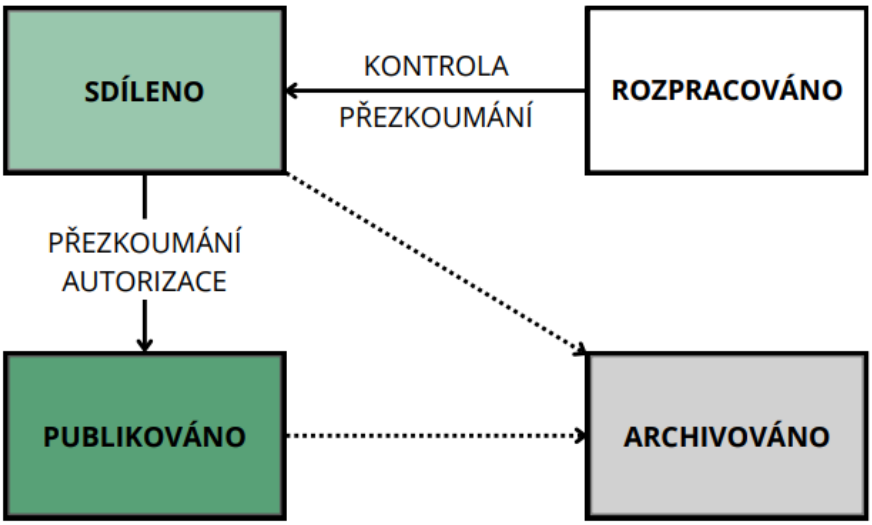
Podle normy ISO 19650, jsou stanoveny požadavky na CDE ve dvou fázích. První fáze - dodání aktiva - je určena normou ISO 19650-2. Druhou fázi představuje provozování aktiva a je upravena normou ISO 19650-3. Z obou fází vyplývají stejné požadavky. Vždy je nutné, aby byla zachována možnost, přiřadit každému prvku jedinečné ID dle smluvené klasifikace a identifikace. Každý prvek musí mít přiřazeny atributy s obsahem statusu, revize a klasifikace. U uložených prvků musí být viditelné jejich stavy a možnost řízeného přístupy. Tedy správa oprávnění a viditelnosti vybraných informací pro jednotlivé uživatele. [20]

Dle dokumentů Koncepce BIM jsou doporučení pro výběr společného datového prostředí rozsáhlejší. Pro stanovení přesných požadavků objednatele na provozovatele CDE, lze využít šablonu dokumentu přílohy č. 2 BIM protokolu – Požadavky na společné datové prostředí. V zásadě jde o požadavky, které určují:

- základní požadavky na funkčnost,
- technické řešení,
- řízený přístup a certifikace,
- bezpečnost,
- možnost spolupráce s jinými softwary,
- podporu formátů,
- podporu a možnosti rozšíření systému.

CDE a pracovní procesy

Jelikož hlavním účelem CDE je efektivní management informací, je nutné, aby byl proces správně popsán. ISO 19650 rozlišuje čtyři hlavní stavy. U těchto stavů je dobré znát odpovědnou osobu a datum kdy byl stav změněn. Tyto stavy jsou značeny jako: rozpracováno, sdíleno, publikováno a archivováno. [20]



Obrázek 22: Postup prací pro CDE

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [28]

Při stavu rozpracováno dochází ke vzniku informací. V tomto stavu je žádoucí, aby měly k těmto informacím přístup pouze osoby, které se na tvorbě podílí. Proto je dobré nastavit oprávnění pouze pro vytvářející tým.

Jakmile je daná informace vytvořena, je podrobena kontrole a přezkoumání na interní úrovni. Pokud toto ověření proběhne úspěšně, její stav se mění na sdílený. Ve stavu sdílení probíhá kontrola na vyšší úrovni, kdy se k informaci vyjadřují dotčené strany.

Do stavu publikováno a archivováno přecházejí informace, pokud jsou schváleny pověřující stranou, objednatelem a nepředpokládá se jejich další změna. Ve finální fázi tvorby modelu AIM či PIM by měly být obsaženy pouze informace těchto dvou stavů.

6.2. Plán realizace BIM (BEP)

BIM Execution Plan nebo také výkonný plán realizace BIM, je závazný dokument, obvykle vytvořený před uzavřením smlouvy dle požadavků zadavatele. Definuje, jak budou prováděny jednotlivé aspekty informačního modelování. Plán realizace BIM definuje role účastníků a jejich zodpovědnost, standardy, které mají být použity, a postupy, které je třeba dodržovat. Pro podmínky v České republice je návrh BEP součástí BIM protokolu. [35]

Plán realizace BIM odkazuje na dva hlavní dokumenty, kterými jsou, Hlavní plán předávání informací (MIDP) a Plán implementace projektu (PIP). MIDP obsahuje informace o tom, jak a kdy budou informace o projektu připraveny a dodány. [35] Zatímco PIP souvisí s jednotlivými dodavateli či dodavatelským řetězcem a posuzuje jejich kompetenci a zkušenosti s tvorbou a správou elektronických informací a dat.

BEP dokumenty jsou rozlišovány ve dvou verzích a to Pre-Contract BEP a Post-Contract BEP.

6.2.1. Pre-Contract BEP

Jde o dokument, který slouží pro účel výběrového řízení dodavatele. Ve většině případů jde o formu šablony, kterou vytvořil objednatel a přiloží ji k zadávací dokumentaci. Dodavatel šablonu vyplní a zašle společně s nabídkovými dokumenty. Podle těchto dokumentů je následně posouzen. V zásadě, jde o popis schopností dodavatele, naplnit požadavky objednatele stanovené v EIR.

Pre-Contract BEP by měl obsahovat kromě popisu dosažení požadavků EIR i následující:

- PIP neboli Plán implementace projektu pro jednotlivé dodavatele a jejich dodavatelské řetězce,
- cíle budoucí spolupráce a informačního modelování,
- popis hlavních milníků během doby projektu v souvislosti s dodáním aktiva,
- časový a obsahový popis dodávek, informačního modelu PIM, vzhledem k projektovým fázím. [36]

6.2.2. Post-Contract BEP

Dokument s názvem Post-Contract BEP, vzniká po výběru dodavatele. V této fázi se uzavírá smlouva a dochází ke konkretizaci jednotlivých procesů. Post-Contract BEP vychází z dokumentu Pre-Contract BEP. Na základě jednání a bližší specifikace požadavků, obě strany vypracují a odsouhlasí finální Post-Contract BEP. Tento dokument, musí být připraven ihned po výběru dodavatele a to platí jak pro dodavatele projektové dokumentace, tak pro zhotovitele stavby. Jelikož neexistuje projekt, který by byl stejný, musí se provést úprava BEP dle požadavků a cílů každého konkrétního projektu.

Postup pro tvorbu BEP, je možné shrnout do čtyř bodů:

- stanovit a aplikovat jednotlivé BIM cíle a využití během životního cyklu aktiva,
- navrhnout a vypracovat procesní mapy pro jednotlivé příklady užití,
- stanovit informační výměny, LOD, výstupy a určit zodpovědné osoby,
- definovat potřebnou infrastrukturu pro implementaci BIM, ve formě smluv, komunikačních procedur, kontrol technologií a kvality implementace. [36]

7. Tvorba protokolu řízení projektů BIM

Touto kapitolou se práce přesouvá z teoretické části do praktické. V předchozí část autor provedl rešerši několika zdrojů a sestavil výčet problematiky protokolu řízení BIM projektů. Autor ve výčtu čerpal nejdříve ze zdrojů souvisejících s českým prostředím, kde se na implementaci podílí pouze několik vybraných organizací. Z důvodu nedostatečných zkušeností českého trhu s metodikou BIM byly do výčtu zařazeny i zahraniční zdroje s celou řadou rozšiřujících poznatků. Především od organizací z Velké Británie a Spojených států amerických, kde jsou zkušenosti s praktickým využíváním BIM na vyšší úrovni.

Na základě načerpaných vědomostí tato kapitola vyjadřuje pohled autora na problematiku procesního protokolu řízení BIM projektů. Protokol řízení je v tomto případě chápán jako návod či procesní mapa, která by měla vzniknout na počátku každého projektu. Důvodů vzniku je mnoho. Tím nejdůležitějším však je rozčlenění komplikovaného procesu a pochopení jednotlivých kroků všemi dotčenými účastníky.

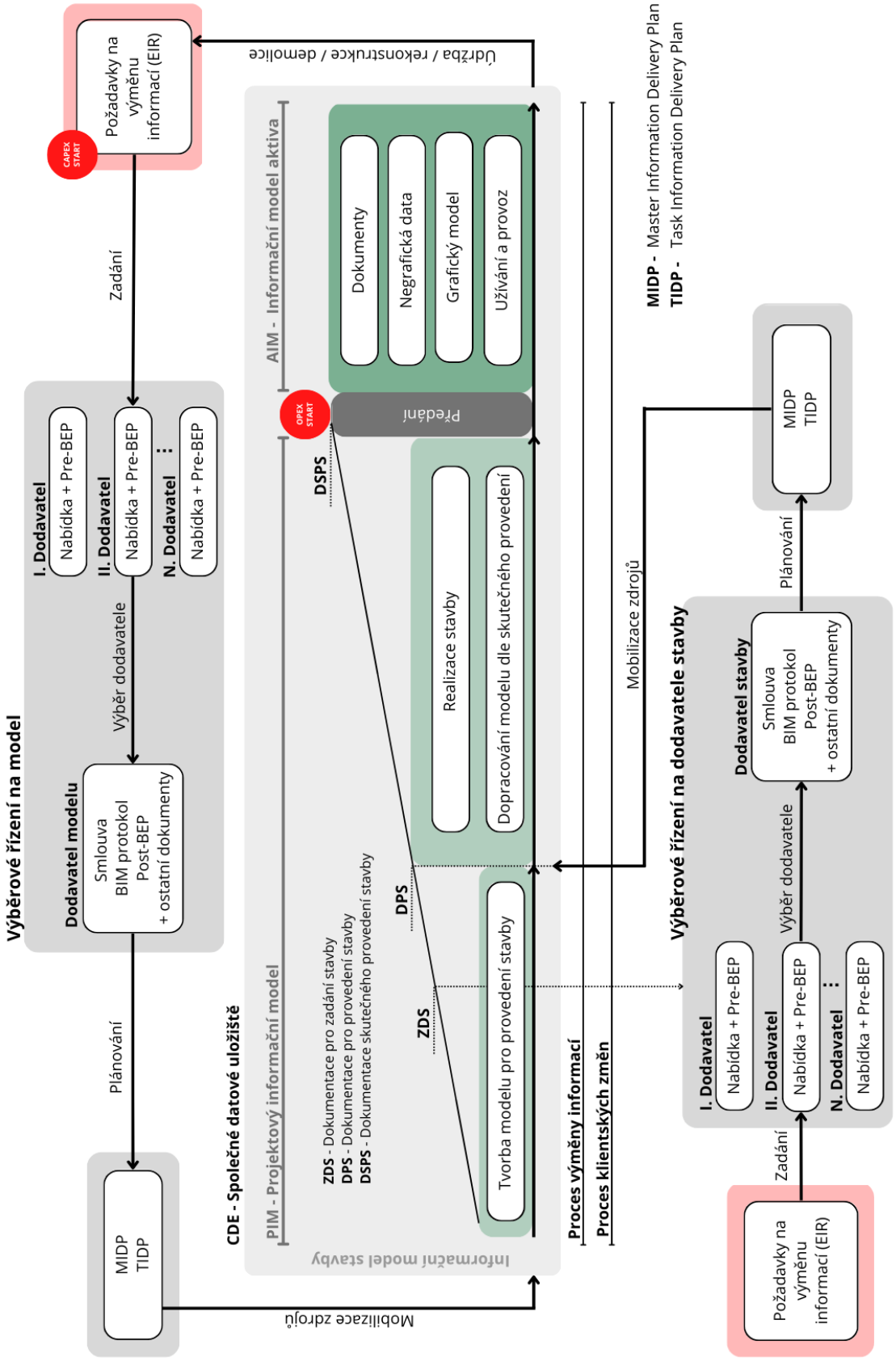
Autorem byla vytvořena všeobecná procesní mapa pro stavební projekt, který je dodáván formou Design-Bid-Build a obsahuje požadavek na BIM. Tento dodavatelský systém byl zvolen z důvodu početného zastoupení tohoto modelu v české praxi. Dále byla autorem vytvořena doplňující grafika, která přiřazuje jednotlivým účastníkům povinnosti během průběhu projektu. V poslední řadě byla sestavena struktura obsahu informačního modelu. Tato grafika by měla především pomoci s orientací a ujasněním termínů, které s tvorbou BIM modelu souvisí. Všechny tři grafiky jsou v plné velikosti obsaženy v příloze.

Z důvodu roztříštěného množství publikací a naopak omezených praktických zkušeností, se autor snaží sjednotit nabyté poznatky a přenést je do současné praxe. Tento navržený protokol řízení může být brán jako výchozí bod, který je však nutné upravovat vždy dle konkrétního projektu a případě doplňovat o zkušenosti uživatelů.

7.1. Všeobecný proces protokolu řízení

Dle posouzení jednotlivých přístupů, byl autorem vytvořen všeobecný proces protokolu řízení projektů BIM. Tento protokol je omezen na formu dodání DBB, kdy objednatel vybírá zvlášť dodavatele projektové dokumentace a dodavatele realizační části. Nejprve tedy probíhá výběr na dodavatele modelu, ze kterého vychází projektová dokumentace. Následně výběr dodavatele stavby a samotná realizace. Po předání vyhotoveného díla následuje fáze nejdelší a to provoz a užívání. Celý tento proces je shrnut na obrázku 23 a okomentován v následujících podkapitolách.

Proces je znázorněn jako cyklus, který se může několikrát opakovat. Tato skutečnost je dána tím, že i přes prvotní realizaci projektu, se časem mohou objevit potřeby na přestavbu či rekonstrukci. Tím se cyklus opakuje a využívá již dříve nashromážděná data. Cyklus je ukončen s celkovou životností projektu a jeho likvidací, resp. demolicí zaniká.



Obrázek 23: Procesní mapa protokolu projektu BIM

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [19]

Jelikož je do procesu zapojeno několik účastníků, je dobré znát jejich povinnosti. Matice odpovědnosti je znázorněna na obrázku 24. Grafika obsahuje označení hlavních stran, které v praxi bývají zastoupeny několika člennými projektovými týmy za účelem splnění všech povinností. Každé straně byly přiřazeny povinnosti dle aktivit korespondujících s procesní mapou z obrázku 23.

Obrázek 24: Role a povinnosti účastníků

Zdroj: vlastní zpracování

7.1.1. Fáze předinvestiční

Předinvestiční fáze projektu začíná prvotní iniciací projektového záměru investorem. Během této fáze dochází ke stanovení hlavních cílů, identifikaci příležitostí, rizik nebo příležitostí a jejich ověření. Během této fáze je projekt postupně analyzován a hodnocen v několika variantách. Posuzuje se jeho výhodnost a proveditelnost. Pro úspěšné dokončení by neměl být projekt ztrátový.

Jeden z hlavních aspektů, který pomáhá při rozhodnutí o projektu, je studie proveditelnosti (Feasibility Study). Ve svém obsahu popisuje technické, ekonomické a finanční aspekty projektu. Dále zkoumá marketingovou a manažerskou strategii implementace projektu. Přesná struktura studie se může lišit dle požadavků investora. Na stranu druhou, by měla vždy obsahovat minimálně tyto informace:

- popis projektu a jednotlivých variant,
- analýza trhu,
- informace o zdrojích (pracovní kapitál, vstupy, výstupy),
- popis technologií,
- umístění a ověření výrobní kapacity,
- organizace a řízení,
- analýza a hodnocení rizik,
- ekonomické vyhodnocení,
- plán realizace investičního záměru projektu.

Přestože tyto studie nejsou levnou záležitostí, je nutná jejich přesnost a reálnost pro stanovení finálního rozhodnutí o projektu. Výsledkem předinvestiční fáze by mělo být investiční rozhodnutí. Rozhodnutí o tom, zda projekt realizovat, nebo raději zrušit či původní záměr a myšlenku přehodnotit. Pokud je rozhodnutí kladné, musí z fáze dále vzejít bližší specifikace projektu. Mezi ty hlavní patří způsob financování a způsob jakým bude projekt dodán. Pokud investor uvažuje o implementaci BIM, měl by se rozhodnout během této fáze.

7.1.2. Fáze investiční

Pokud projekt obdržel kladné vyjádření od investora, postupuje do fáze investiční. Fáze investiční se skládá ze dvou základních etap. Etapa plánování, kdy dochází k výběru dodavatele projektové dokumentace a k jejímu zpracování. Následuje proces výběru dodavatele stavby a podrobné vypracování plánů realizace. Druhá etapa, realizace, souvisí se samotnou realizací projektu a je zakončena předáním vyhotoveného díla. Dále následuje zahájení zkušebního, nebo trvalého provozu.

Definice požadavků

Pokud se investor rozhodl v předchozí fázi pro zapojení metody BIM, přicházejí první povinnosti. Nejprve je architektem zpracována koncepční a objemová studie, která stanoví primární tvar a strukturu projektu. Již před touto aktivitou, by měly být stanoveny základní požadavky na model, z důvodu možnosti dalšího použití. V průběhu plánování se tyto požadavky dopracovávají a zpřesňují až do formy dokumentu EIR.

Do stanovení požadavků by se měly co nejdříve zapojit odborné osoby, které pomohou s jejich formulací. Jde o projektový tým investora, který by měl obsahovat alespoň jednu kompetentní osobu odpovědnou za BIM. Dále je důležitý pohled facility manažera, či jiného budoucího správce objektu. Tyto osoby musí v dokumentu EIR specifikovat všechny požadavky na model. Především musí dojít ke specifikaci detailu a propracovanosti modelu (stanovení úrovně podrobnosti - LOD) a obsahu informací. Obsah negrafických informací stanovuje datový standard, který obsahuje jak požadavky na budoucí správu stavby, tak minimální požadavky pro získání potřebných povolení.

Výběrové řízení na informační model stavby

Aby mohl projekt pokročit dále k vypracování podrobné projektové dokumentace, musí být vybrán dodavatel modelu. Investor tedy uskuteční výběrové řízení, případně osloví vytipované dodavatele a požádá o zaslání nabídek. Podmínkou pro zahájení procesu výběrového řízení, je vyhotovení požadavků EIR. Vstupem pro dodavatele modelu je podání nabídky a vyhotovení Pre-Contract BEP dokumentu. V tomto Pre-Contract BEP dokumentu, dodavatel modelu prokazuje objednateli svoji schopnost dostát jeho požadavků.

Pro efektivnější cestu vyhodnocení nabídek, se doporučuje, aby investor do zadávacích podmínek stanovil formát nabídky a Pre-Contract BEP dokumentu.

Po výběru dodavatele modelu dochází k diskuzi mezi zúčastněnými stranami, za účelem dopracování smlouvy a souvisejících dokumentů BIM. Mezi tyto dokumenty patří především dopracování Post-Contract BEP, který má za cíl identifikovat a aplikovat BIM cíle a BIM využití, navrhnout a vypracovat proces a definovat infrastrukturu pro implementaci BIM. Celé propojení se smlouvou, je nakonec provedeno, pomocí dokumentu BIM protokolu, který obsahuje základní ustanovení a povinnosti v souvislosti s projektem a jeho účastníky.

Plán poskytování informací

Po uzavření smlouvy na dodání modelu, dodavatel zpracovává podrobný plán výměny a předání informací, který musí odsouhlasit objednatel. Tento plán se označuje MIDP a obsahuje podrobnosti o tom, jak a kdy mají být informace o projektu připraveny. Dále obsahuje plány TIDP pro jednotlivé úkoly a odpovědné projektové týmy.

Tento proces komunikace a dopracování dokumentů, probíhá ve společném datovém prostředí (CDE), které má nejčastěji ve správě objednatel, případně může být správcem i dodavatel, pokud se tak strany společně domluví. Účastníci by si měli stanovit strukturu ukládaných dokumentů a jejich správu v samostatném dokumentu.

Pro dosažení bezproblémové informační výměny, by měl plán MIDP obsahovat následující informace:

- název a popis výměny a předání,
- odesílatel a příjemce informace,
- intervaly výměn/předání informací a jejich časové vyjádření,
- formát výměn,
- dodatečné informace.

Po takto sestaveném a odsouhlaseném plánu MIDP, je možné, aby dodavatel začal s mobilizací zdrojů. Během této fáze dochází k ověření dostatečného množství, kvalifikace a k možnosti doplnění. Dále je možnost vyzkoušet funkčnost naplánovaných procesů, které vyplývají z uzavřené smlouvy a v případě nefunkčnosti, následuje projednání náprav. Na konci této fáze by měl být dodavatel plně připraven bezproblémově dodat model dle požadavků objednatele.

Tvorba projektové dokumentace

V této části procesu začíná postupně vznikat projektový informační model. Nejprve je vyhotovena architektonicko-stavební část, která dále slouží jako podklad pro ostatní části projektové dokumentace. Z modelu jsou dle plánu MIDP v časových úsecích generovány jednotlivé stupně projektové dokumentace, které musí projít schvalovacím procesem. Proto je nezbytné, aby na modelu probíhaly pravidelné kontroly obsahu a kvality vytvořených dat.

Z projektového týmu by měly být vyčleněny odpovědné osoby, které sledují dodržování sdílených informací. Tento typ kontrol by měl být popsán v samostatném dokumentu s popisem požadovaných kontrol:

- Kontrola vizuální – nejčastější kontrola, která zajišťuje, že byl dodržen projektový záměr a model je v předepsaném grafickém detailu.
- Kontrola kolizí – zajišťuje předběžné odstranění kolizí dvou a více prvků modelu. Kontrola kolizí by měla zabránit odhalení nevyřešených míst projektu před samotnou realizací. Nejčastěji jde o koordinaci jednotlivých profesí.
- Kontrola použitých standardů - zajišťuje použití požadovaných standardů, které musí model splňovat, aby prošel schvalovacím procesem. Kontrolou jsou zajištěny požadované formy výstupů. Může jít o kontrolu struktury dokumentů, tloušťky čar, šraf, měřítek, atd.
- Kontrola obsažených informací – zajišťuje, že informační model stavby obsahuje informace v požadované kvalitě a množství. Kontrola by měla zamezit především tvorbě přebytečných informací a jejich neuspořádanosti.

Hlavní výměna dat a komunikace, probíhá v tomto proces, mezi objednavatelem a dodavatelem modelu na primárním CDE, které spravuje objednatel. Dodavatel modelu, ve většině případů, používá subdodavatele, kteří mu zpracovávají specifické části modelu. Může jít o řešení vzduchotechniky, elektrických rozvodů či protipožární řešení. V tomto případě probíhá výměna i mezi těmito dvěma subjekty, kteří by měli použít svoje vlastní CDE.

Celá fáze je zakončena vyhotovením modelu do stupně, kdy lze vygenerovat zadávací dokumentaci a dokumentaci pro provedení stavby. Veškerá data by měla být předána objednateli.

Výběrové řízení na dodavatele stavby

Po vyhotovení zadávací dokumentace stavby, může objednatel zahájit výběr dodavatele realizační části. V tomto výběrovém řízení postupuje stejně jako při výběru dodavatele modelu. Do zadávacích podkladů pro výběrové řízení obsáhne EIR, který už dříve

vyhotovil. Dále může obsáhnout šablonu dokumentu Pre-BEP pro dosažení jednotné formy. Pro zachování transparentnosti výběrového řízení, by měl být poskytnut informační modle jako součást zadávací dokumentace. Důvod je především takový, že dodavatel stavby bude odpovídat za dopracování finálního modelu dle skutečného provedení stavby. Proto by měl mít možnost ověřit kvalitu modelu a seznámit se s jeho obsahem. Jak jinak by totiž mohl určit pracnost a ocenit dopracování modelu. Pro zadavatele je při sdílení dat nutné zabezpečení autorských práv.

Jednotliví dodavatelé musí předložit nabídku a vyplněný Pre-BEP, kde popíší, jak budou postupovat při plnění požadavků vyplývající z EIR. Dodavatelé by měli prokázat svoji zkušenost a kompetenci se zakázky účastnit. Takovéto prověření, by mělo proběhnout pro celý dodavatelský řetězec.

Po výběru generálního dodavatele stavby, dochází k diskuzi a upřesnění podmínek plynoucích ze smlouvy a dokumentů BIM. Objednatel umožní dodavateli přístup do společného datového prostředí a nasdílí mu projektové informace. V tomto okamžiku, by měl dodavatel co nejdříve vyjádřit požadavky na informace, které jsou pro něj nezbytné z důvodu koordinace a řízení projektu. Pokud dodavatel neobsahuje ve své týmu projekční tým, který by mu model dopracoval, je nucen tento proces řešit subdodávkou. V tomto případě je zpravidla nejlepším řešením, obrátit se na původního zhotovitele modelu.

Následně může pokračovat práce na přípravě plánů předávání informací MIDP a TIDP. Dále, dodavatel začne s přípravou realizace stavebních prací. Stanoví a ověří potřebné zdroje, případně zajistí nové. Mezitím, projekční tým dopracuje do modelu požadovaná data pro koordinaci. Poté je možné model propojit s harmonogramem výstavby a doplnit náklady. Takto vytvořený model může pomoci s optimalizací dalších procesů, jako je budoucí evidence prostavěnosti a fakturace, či řízení subdodavatelů.

Realizace a dopracování modelu

Samotná realizace stavby je proces náročný na koordinaci a proto je dobré mít vše pečlivě naplánováno. Dodavatel stavby realizuje dílo a mezitím jeho projekční oddělení dopracovává model do stupně skutečného provedení stavby. Využití modelu během výstavby se odvíjí od zkušeností dodavatele.

Na stavbě by měly být odpovědné osoby evidující informace, které je nutné doplnit do modelu. Data jsou systematicky předávána projekčnímu oddělení, které je do modelu zapracuje. Nejčastěji jde o informace v souvislosti s konkrétními prvky. Zaznamenávají se jejich skutečné vlastnosti a datum zabudování. Může jít například od informace o zabudovaných protipožárních dveřích a jejich certifikátu. Obsah vždy však záleží na smluvních podmínkách a zvoleném nebo předepsaném datovém standardu.

Celý proces končí předáním postaveného díla a projektového informačního modelu objednateli. Před tím však musí z modelu vzejít dokumentace skutečného provedení stavby a být provedena úspěšná kolaudace díla.

7.1.3. Fáze provozní

Při přechodu do fáze provozní, dochází k přeměně projektového informačního modelu na informační model aktiva, neboli z PIM do AIM. Kromě grafické části, model obsahuje dokumenty a negrafická data dle definovaných požadavků provozu.

Informační model aktiva by se měl udržovat neustále aktuální. Činnosti spojené s touto fází zabezpečuje facility manažer či jiný správce aktiva. V ideálním případě, by měl facility manažer použít model AIM a propojit ho do CAFM systému, který slouží pro správu. Tímto způsobem dojde k plnému využití vzniklých dat.

Během provozu aktivum stárne a s ním i jeho vybavení. Proto časem vyvstanou požadavky na opravy, výměny, rekonstrukce či přestavby aktiva. Za tímto účelem lze s modelem dále pracovat. Uživatel je schopen přesně určit rozsah prací, potřebné náklady a čas na provedení změn. Celý cyklus počínaje definováním požadavků a stanovením cílů, je tedy spouštěn od samého počátku.

7.1.4. Fáze likvidační

Pokud je aktivum již ve fázi, kdy se do něj nevyplatí dále investovat či zachovat jeho aktuální stav, přistupuje se k demolici. I v tomto případě, je možné, využít data, která jsou obsažená v informačním modelu aktiva. Na základě dat lze stanovit plán demolice či přibližné objemy recyklovatelných nebo opětovně využitelných materiálů. Tímto způsobem jde docílit co nejekologičtější cesty likvidace stavby, případně vytipovat stavební prvky, které bude možné znovu použít.

7.2. Struktura informačního modelu

Projekt spojený s BIM musí vždy obsahovat informační model. Bez něj by se vytratila podstata BIM. Tento informační model se skládá z několika částí. První část, která souvisí se vznikem modelu, se označuje projektový informační model (PIM). Z ní dále vychází informační model aktiva (AIM), který je určen pro provoz. Obě tyto části, společně se zadávací dokumentací, tvoří informační model stavby. Struktura informačního modelu je znázorněna na obrázku 25.

Informační model stavby (IMS)

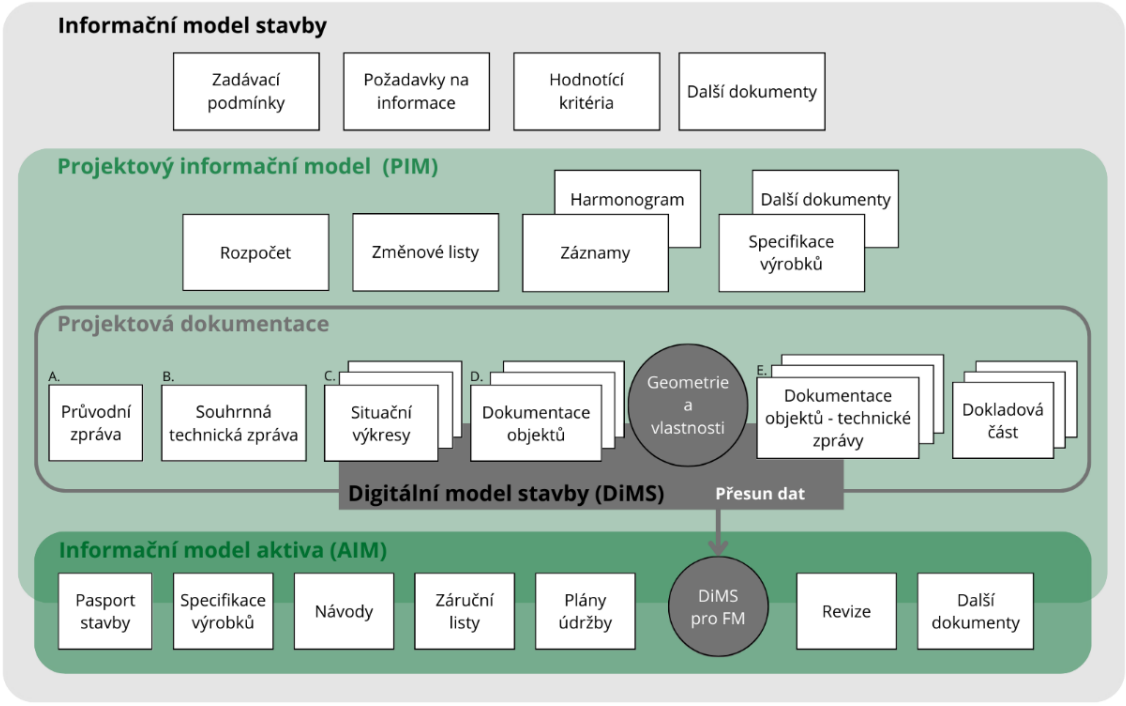
Termínem informační model stavby se označuje digitální záznam o celém projektu. Lze si představit jakési digitální dvojče stavby, neboli velmi přesnou kopii fyzické stavby ve světě virtuálním. Všechny informace jsou uloženy v digitálním formátu a spravovány ve společném datovém prostředí (CDE). Typem obsažených informací jsou soubory popisné, obrazové a geometrické.

Tento informační modle, provází stavbu po celou dobu její životnosti. Z tohoto důvodu je nutné, aby se obsažené informace udržovaly stále aktuální. Jakékoliv změny, proběhlé na stavbě reálné, musí být zaznamenány do digitálního modelu.

Informační model se skládá ze dvou podmnožin, které jsou na sobě závislé. Během fáze plánování a realizace vzniká podmnožina, která se nazývá projektový informační model neboli PIM. Po předání díla a jeho provozu, se podmnožina mění na informační model

aktiva neboli AIM. Tato část slouží pro provoz a správu stavby. Pokud by během provozu došlo k přestavbě či rekonstrukci, podmnožina AIM se mění zpětně na PIM. Po ukončení prací a aktualizaci modelu, je opět proveden přechod z PIM na AIM. Jednotlivé podmnožiny se tedy liší dle funkce i obsažených informací.

Před započetím PIM, objednatel vyhotoví informace v souvislosti se zadávacími podmínkami, hodnotícími kritérii a požadavky na informace. Ty dále uloží do strukturovaného CDE.



Obrázek 25: Struktura informačního modelu

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [17]

Projektový informační model (PIM)

Projektový informační model je podmnožinou informačního modelu stavby. Provází stavbu po dobu tvorby projektové dokumentace, přes realizaci, až po finální předání díla. Tato podmnožina, souvisí s dodáním informačního modelu skutečného provedení stavby. Pokud model a stavba již existují, může jít o stav pouhé aktualizace modelu, tedy provedení rekonstrukce stavby či její části.

Kromě kompletní projektové dokumentace jednotlivých stupňů, která je v projektovém informačním modelu obsažena, jsou zde zahrnuty i další informace. Například, během plánování realizace, jde o informace týkající se rozpočtu a harmonogramu výstavby. Dále při realizaci, do modelu vstupují změnové listy, záznamy a certifikáty zabudovaných prvků či vystavené faktury.

Finálním požadovaným produktem, je projektová dokumentace a digitální model stavby (DiMS) určený pro správu a provoz aktiva. Právě DiMS slouží, při přechodu do fáze provozu, k přenosu informací. Touto aktivitou se tedy uzavírá podmnožina PIM a začíná AIM.

Informační model aktiva (AIM)

Informační model aktiva provází stavbu během její provozní fáze života. Základním kamenem je zde digitální model stavby, který přináší data z PIM. Obsahuje data grafická i negrafická. Skládá se z dílčích DiMS. Ty zpravidla zastupují řešení jednotlivých částí stavby. Například může jít o DiMS architektonicko-stavebního řešení či DiMS rozvodů elektřiny. Takovýto model poskytuje věrohodnou reprezentaci stavby a je velice užitečný při její správě a provozu.

Další obsažené informace jsou spojené taktéž s provozem stavby. Jde především o podrobné specifikace výrobků a technologických zařízení. Může jít o záruční listy, revizní dokumenty či návody spojené s provozem a údržbou.

7.3. Nasazení BIM v různých fázích projektu

Často se v praxi objevuje požadavek na implementaci BIM v pozdějších fázích projektu. Čas nasazení však hraje zásadní roli. Čím později jsou stanoveny požadavky a cíle na implementaci, tím méně benefitů je možné získat. Pro dosažení maximálního využití, je tedy nutná implementace již na samém začátku projektu.

Formulace maximálního využití, kterého lze dosáhnout, je optimalizace návrhu, realizace projektu v předem stanovené výši investice a možnost efektivního provozu. Pro dosažení tohoto stavu, je nejdůležitějším aspektem správná formulace požadavků a definice procesů. Investor, by měl mít vždy na paměti požadovaný výstup, od kterého se odvíjí celý proces i s riziky.

Scénářů zapojení metody BIM, může být nespočetné množství. Jejich obsah a postup se liší v mnoha ohledech. Mezi ty, které proces nejvíce ovlivňují, patří čas implementace, stanovení cílů a definice požadavků jednotlivých stran. Dalším důležitým aspektem, který ovlivňuje scénář implementace, je typ stavby. Může jít například o stavbu pozemní, dopravní, vodohospodářskou či energetickou.

V této kapitole jsou rozepsány tři nejčastější scénáře, které vycházejí z času potřebného pro implementaci BIM, a lze se s nimi setkat v praxi.

7.3.1. Fáze zadávání projektové dokumentace

V části zadávání projektové dokumentace, je projekt na svém počátku a jde o fázi přípravnou. V této fázi lze navrhnout a digitálně optimalizovat návrh před zahájením realizace, v čem spočívá samotná podstata metody BIM. Vzniká zde tedy dostatečný prostor pro stanovení rizik, která by mohla ztížit proces realizace či provozu, a jejich eliminaci. Z tohoto důvodu by neměl být problém s dosažením maximálního využití BIM. Zda je těchto hodnot dosaženo a do jaké míry, záleží pouze a jen na schopnostech jednotlivých účastníků a jejich zkušeností. Postup scénáře toho procesu, je stejný jako znázorňuje procesní mapa na obrázku 23, která je zmíněna výše.

Jelikož jde o nejvhodnější dobu pro implementaci BIM, je nutné, aby byly stanoveny cíle krátkodobé i dlouhodobé. Jejich definice vyplyne nejen od investora, ale též od ostatních zapojených stran, které se na tvorbě modelu podílí. Tyto cíle je dobré držet napříč celým projektem.

Ačkoli tato příprava a plánování s sebou přináší vyšší náklady do fáze přípravy, z dlouhodobého pohledu by mělo dojít k jejich snížení. První snížení se může dostavit již během fáze realizace, kdy na základě kvalitně zkoordinovaného modelu nenastanou žádné nečekané komplikace. Hlavní část poklesu nákladů je nejvíce znát při provozu díla a jeho dalších správě.

7.3.2. Fáze zadávání realizace stavby

V této fázi vzniká požadavek od investora na implementaci BIM a současně postupně dochází k vyhotovení projektové dokumentace. Hlavním využitím je v tomto případě zrealizovat samotný projekt a následně ho efektivně provozovat. Tento cíl se od toho maximálního liší tím, že model nepomůže s optimalizací návrhu a snížením realizačních nákladů. Definice cílů a požadavků by měla vzniknout z diskuze investora a zhotovitele stavby, kteří si stanoví podrobný postup dodání a předání informací.

Postup tohoto scénáře především záleží na způsobu a kvalitě zpracované projektové dokumentace. Pokud byla dokumentace vyprojektována v softwaru ve 2D prostředí, je nutné, začít projektovat model zcela od začátku. Jelikož tvorba modelu je časově náročná činnost, je dobré přistoupit pouze na zjednodušenou verzi modelu a zavedení pouze nezbytně nutných informací vyplývajících z budoucí správy. V tomto případě nelze počítat s využitím modelu během přípravy realizace či samotné výstavby. Tvorba modelu nebude postupovat tak rychle, aby tento typ koordinace bylo možné využít. Výsledkem bude zjednodušený model, dodaný současně s předáním díla. Naopak, pokud bude model detailní dle skutečného provedení stavby, lze očekávat velké opoždění oproti realizační části.

Pokud byl pro tvorbu projektové dokumentace použit software ve 3D prostředí s podporou BIM, lze na těchto podkladech dále stavět. V tuto chvíli, je nejdůležitější, aby investor zajistit převod všech dat od projektanta do rukou zhotovitele stavby. Ten by měl provést kontrolu kvality modelu a domluvit se na dalším postupu prací s investorem. Společně by měli stanovit požadované cíle a dohodnout plán dodání. Pokud je model dostatečně kvalitní a jde pouze o doplnění některých informací, je možné počítat s jeho využitím při plánování realizace. Model může pomoci s časovým plánováním nebo při kalkulaci nákladů stavby, například vytvářením přesných výkazů výměr apod. Záleží pouze na rychlosti projekčního týmu zhotovitele stavby, který model dotváří. Dále může být model využit při fakturaci či pozdějším řešení vad a nedodělků. Finálním výstupem by měl být model skutečného provedení stavby dle požadavků investora.

7.3.3. Fáze na konci realizace stavby

V této fázi přichází iniciace implementace BIM, až na konci fáze realizace, případně po realizaci díla. Výsledkem této implementace bude informační model, který poslouží pouze při provozu aktiva, nikoli k optimalizaci návrhu během plánování. Maximálního možného využití BIM není možné během této fáze již dosáhnout.

Ze všeho nejdříve musí být stanoveny hlavní cíle projektu v souvislosti s BIM. Ty vycházejí z požadavků na provoz a údržbu aktiva, jiné nejsou v tuto chvíli přípustné. Pro tento případ implementace, bude vznikat model pouze ve zjednodušené verzi. Obsah modelu by měl být omezen na nejnutnější informace, které vyplývají ze správy aktiva

či budoucího CAFM systému. K formulaci požadavků musí být přizvány zkušené osoby, nejlépe budoucí správce aktiva.

Prvním způsobem, jak přistoupit k výběru dodavatele modelu, je oslovení externí organizace. Ta se na projektu doposud nepodílela a nemá s ním konkrétní zkušenosti. Jako podklad pro vypracování modelu poslouží této organizaci, dokumentace skutečného provedení stavby. Přesnost obsažených informací v DSPS není zcela zajištěna, především pokud si ji investor sám neověřil. To stejné platí pro ověření informací u zakrytých částí stavby.

Druhým způsobem, jak model vytvořit, je požádat zhotovitele stavby či původního projektanta stavby. Tyto osoby se stavby účastnily a měly by mít reálnější informace o projektu a některých zabudovaných prvcích. Zda, to tak je i v realitě, záleží na kvalitě dodavatele a jeho systému archivace dat. Práce na vyhotovení modelu budou dále postupovat dle DSPS a případných interních dokumentů z archivace.

Pokud není DSPS k dispozici, je nutné zaznamenat aktuální stav aktiva. Pro tento účel, lze využít fotogrammetrické snímkování či mračno bodů vytvořené z laserového skenování. Tato data utvoří zjednodušený model, který lze použít jako podklad ke zpracování informačního modelu.

I přes to, že po úspěšné implementaci BIM, vznikne informační model aktiva, pravdivost obsažených informací není možné plnohodnotně ověřit. Otázkou tedy je, zda se dá v tomto případě stále mluvit o využití metody BIM, která zajišťuje lepší, efektivnější spolupráci v rámci zpracování a provozu díla. Tuto otázku si musí odpovědět každý uživatel sám.

8. Případová studie

Tato kapitola slouží pro ověření funkčnosti navrženého protokolu řízení. Autor řešení demonstruje na reálném projektu, kterého se účastnil. Zprvu je projekt popsán a nastíněn vstupní stav před iniciací implementace BIM. Následně je navrženo řešení, jak při implementaci postupovat a jaké výsledky lze očekávat.

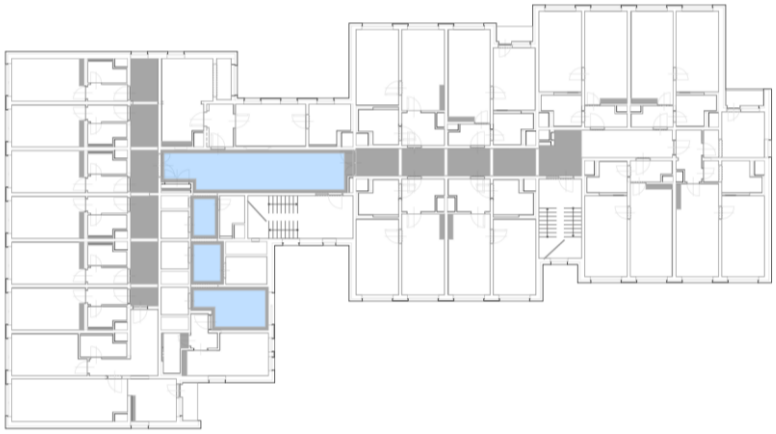
Z důvodu zachování autorských práv a dodržení anonymity jako požadavku zapojených subjektů realizace daného projektu, je projekt pouze velmi obecně popsán. Z toho důvodu, také nebude specifikováno umístění a další informace, které by umožnily určit vlastní označení nebo vlastníka objektu. Zapojené strany nebudou konkretizovány ale pouze označeny dle funkce, kterou zastupují. Tento zjednodušený popis by neměl mít na pochopení funkčnosti a demonstraci řešení žádný zásadní vliv.

8.1. Popis projektu

Projekt tvoří investiční záměr na rekonstrukci objektu, který dříve sloužil jako hotelové zařízení. Provoz tohoto zařízení byl ukončen již před několika lety a v době iniciace projektového záměru, objekt chátral. Z toho důvodu bylo investorem rozhodnuto o celkové rekonstrukci a změně hlavní funkce. Výsledkem nově navrženého řešení bylo vyhotovení polyfunkčního domu s převažující funkcí bydlení.

Obrázek 26: Pohled a řez řešeného projektu
Zdroj: projektová dokumentace projektu

Dům se skládá z jednoho podzemního podlaží a dvaceti dvou nadzemních podlaží. Konstrukční systém je řešen jako typová prefabrikovaná panelová stavba, která obsahuje železobetonový panelový systém s obvodovými sendvičovými panely. Ve spodních dvou podlažích, která jsou z velké části otevřená, jsou do konstrukčního systému přidány železobetonové sloupy.



Obrázek 27: Půdorys typového podlaží
Zdroj: projektová dokumentace projektu

Nově navržené, funkční uspořádání objektu je následující. V podzemním podlaží, jsou situovány prostory pro technické vybavení a prádelnu. V prvním a druhém nadzemním podlaží, jsou umístěny komerční prostory s obsahem stravovacího zařízení, několik kanceláří a fitness centrum. Ostatní podlaží jsou až na pár výjimek stejná a obsahují bytové jednotky. Celkem projekt iniciuje vznik téměř tři sta nových bytů.

8.2. Výchozí stav

Projekt proběhl dodavatelským systémem DBB. Investor nejdříve nechal vypracovat projektovou dokumentaci a vyřídil si stavební povolení. Následně provedl výběr dodavatel pro realizaci rekonstrukce.

Jelikož byl objekt postaven koncem osmdesátých let minulého století, z tohoto období je i jeho původní dokumentace. Na počátku projektu byla tedy ověřena skutečnost dokumentace staré a byl vypracován celkový pasport objektu. Dle těchto podkladů vznikla studie proveditelnost a dokumentace pro stavební povolení interiéru s nově požadovanými úpravami. Nová dokumentace byla vyhotovena pouze ve 2D formátu.

Postup přípravných prací projektu proběhl následovně:

- průzkum a zpracování studie stavby,
- dokumentace pro stavební povolení,
- projednání a získání stavebního povolení,
- dokumentace pro provedení stavby,
- projekt interiéru a vybavení objektu,
- výkaz výměr,
- výběr zhotovitele.

8.3. Návrhový stav implementace

Následně proběhl výběr dodavatele realizační části. Současně s výběrem dodavatele však přišel investor s žádostí o implementaci BIM do projektu. Touto cestou, investor požádal dodavatele realizace o vypracování modelu. Požadovaným výsledkem, mělo být získání podrobného informačního modelu dle skutečného provedení stavby. Původní požadavek byl velice ambiciózní. Postupem času, byly však požadavky investora velice rychle sníženy. Hlavním důvodem byla primární neznalost procesu a následné zjištění skutečnosti nedostatečných podkladů a reálných nákladů dodání. Nově navrženým řešením, bylo vyhotovit zjednodušený model, který bude splňovat provozní funkci objektu.

Současně s diskuzí nad řešením projektu v BIM, byly zahájeny realizační práce. Postup realizačních prací byl následující:

- zahájení stavebních prací rekonstrukce,
- přípravné a bourací práce, vyčištění a odstrojení objektu,
- změna dispozic včetně TZB a elektroinstalace,
- rekonstrukce obvodového a střešního pláště,
- úprava navazujícího okolí,
- kolaudace,
- vybavení objektu a příprava na provoz.

Stanovení cílů implementace BIM

V této části, autor popisuje plnění investorova požadavku implementace BIM. Popsané řešení vychází z navrženého protokolu řízení BIM a z poznatků vyplývajících z předchozích kapitol. Dále autor využil své praktické zkušenosti.

Ze všeho nejdůležitější je stanovení cílů. Hlavní cíl ze strany investora byl v případě využití metody BIM již stanoven. Byl to požadavek na zefektivnění správy a provoz aktiva. Aby mohlo dojít k naplnění tohoto požadavku, musí dojít k formulaci požadovaných informací a stanovení jejich struktury. K tomuto účelu slouží dokument EIR a jeho příloha, která tvoří datový standard.

Z důvodu stanovení, co nejstručnějšího datového standardu, se doporučuje k projektu přizvat odborné osoby či celý tým. Tento tým by měl mít ucelené znalosti ze správy a provozu aktiv a také metody BIM. Tomuto popisu nejlépe odpovídá budoucí facility manažer či organizace, která bude aktivum do budoucna provozovat.

Jelikož jde o rozsáhlý projekt, časem z diskuze vyplynul nový požadavek, a to na koordinaci TZB systémů. Tento požadavek se objevil z důvodu kolizí, které byly objeveny v zadávací projektové dokumentaci. Proto, aby mohlo dojít k této koordinaci, musí být model v určité rozpracovanosti před zahájením samotné realizace TZB systémů. V opačném případě nebude možné koordinaci provést a práce se mohou navzájem prodlužovat. Aby se tomuto riziku předešlo, musí být zavedena nová opatření v souvislosti se zrychlením procesu modelování.

Pro možnost koordinace TZB části je zapotřebí, mít zpracovaný model architektonicko-stavební řešení. Následně mohou být modelovány jednotlivá potrubí a rozvody. Pro

navýšení rychlosti tvorby lze namodelovat pouze některá typizovaná podlaží a zbytek považovat za totožný. U netypizovaných podlaží a technických šachet je dobré modelovat rozvody podrobněji. To stejné platí u míst, kde se rozvody shlukují či různě prolínají. Tato místa mohou být nejnáročnější na koordinaci.

Co se týče smluvního zajištění, nabízí se dvě možnosti. První možností, je k původní SoD, vyhotovit dodatek společně s BIM protokolem. Druhou možností je uzavřít smlouvu úplně novou, což je s ohledem k proběhlému výběrovému řízení v režimu veřejných zakázek velmi komplikované.

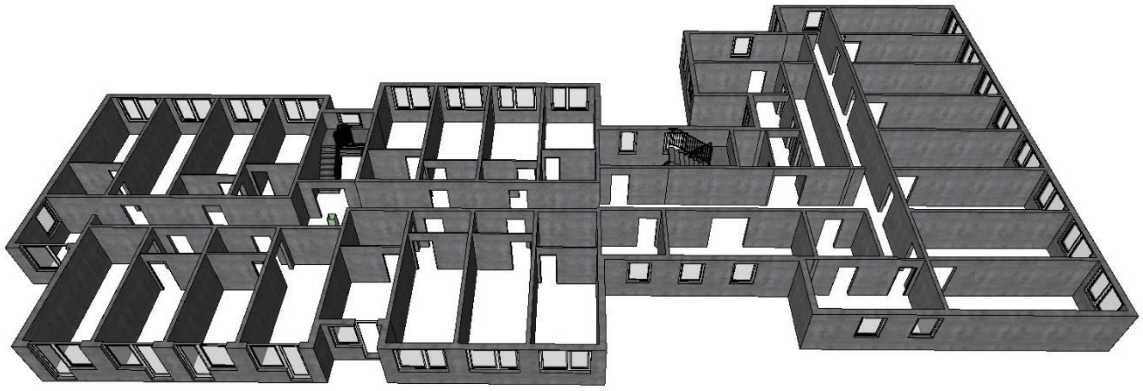
Návrh řešení

Pro stanovení požadavků musí objednatel vypracovat dokument EIR. Následně dodavatel předloží řešení, jak bude postupovat při plnění těchto požadavků. K tomu slouží dokument Pre-Contract BEP. Po diskuzi a odsouhlasení tohoto dokumentu oběma stranami, vzniká Post-Contract BEP. Jelikož jsou obě strany v časové tísni, je možné celý tento proces sjednotit do jednoho kroku, kdy obě strany přejdou k přímé diskuzi a společně navrhnou vhodné řešení. Následně vyhotoví BIM protokol a dojde k uzavření smlouvy. Pro dosažení efektivity by měl celý proces schvalování proběhnout ve společném datovém prostředí (CDE), spravovaném stranou objednatele.

Jakmile jsou tyto hlavní dokumenty vyhotoveny a odsouhlaseny, tým dodavatele začne pracovat na hlavním plánu předávání informací (MIDP). Dále tento tým musí vypracovat dokumenty TIDP, které blíže definují konkrétní činnosti. Všechny tyto dokumenty musí být průběžně konzultovány s odpovědnými osobami ze strany objednatele. V tomto případě by mělo jít o budoucího správce objektu, který má přehled o potřebných informacích, jejich kvalitě a struktuře.

V souvislosti s informačním modelem je navrženo, aby byl vyhotoven model architektonicko-stavební části, který zaznamená nový stav dispozičního řešení. Veškeré konstrukce budou vytvořeny z jednotného materiálu bez obsažených detailnějších informací, jako jsou například malby, obklady apod. Funkcí těchto konstrukcí je vytvořit vizuální hranici jednotlivých ploch. Každá plocha bude v modelu reprezentována objemovým prvkem, který ponese všechny informace dle definice DSS.

Jako podklad pro vznik modelu poslouží 3D sken, který bude nutné vyhotovit. Sken bude proveden po změně dispozice a bude reflektovat aktuální stav objektu včetně přesných rozměrů. Dále bude model obsahovat snímky dohodnutých zakrytých částí konstrukce. Výsledkem skenování bude záznam skutečného stavu skenovaného objektu do nejmenších detailů, které tvoří mračno bodů. Každý bod tohoto mračna přenáší informaci o pozici v prostoru, pomocí tří souřadnic, společně s informací o barvě bodu. Hustotu a přesnost tohoto mračna bodů určují vlastnosti skenovacího přístroje, proto je důležité definovat jeho následné použití a pozvat kvalifikovanou osobu na vyhotovení tohoto skenu. Mračno bodů je možné dále naimportovat do modelovacího softwaru a použít jako podklad pro tvorbu modelu.



Obrázek 28: Pohled na typové podlaží řešeného objektu
Zdroj: část modelu vyhotovena dle provedeného skenu

Do takto připraveného podkladu, bude možné namodelovat TZB řešení a provést koordinaci. Z důvodu co nejrychlejšího vypracování modelu, je část TZB zjednodušena. Pro podlaží, která jsou odlišná, budou rozvody modelovány v kompletním rozsahu. U podlaží typizovaných, která obsahují bytové jednotky, bude plný rozsah rozvodů modelován pouze v jednom až dvou vzorových podlažích. V dalších podlažích budou rozvody modelovány pouze ve sdílených prostorech a prostupech pro ověření dimenzí.

Vybrané prvky TZB je dobré označit QR kódy, které odkazují na konkrétní prvky v informačním modelu. Toto řešení může následně ulehčit spoustu práce v případě pravidelných revizí či poruch. Stačí pouze načíst vybraný QR kód a zobrazit si všechny potřebné informace o konkrétním prvku.

Požadovaný vyhotovený model bude předán společně s kolaudací stavby. Následně dojde k překlopení modelu do provozního softwaru a začne přechod na provozní fázi.

Vyhodnocení projektu

Pokud by byla implementace BIM realizována dle původního záměru, s největší pravděpodobností by se objevilo několik rizik. Prvním rizikem je čas dodání uceleného podrobného modelu. Zpracování detailního modelu je velice nákladné a zabere spoustu času. Model by pravděpodobně nebyl dodán současně s předáním díla. A pokud ano, byl by velice nákladný. Z tohoto důvodu by nebylo možné provést požadovanou koordinaci TZB systémů a nedošlo by k naplnění všech stanovených cílů projektu.

Pokud tvorba modelu neprobíhá současně s realizací, může dojít ke snížení kvality informací. Tento pokles je především způsoben prodlevou mezi přenosem dat z realizace do informačního modelu. Tomuto riziku lze snadno předcházet, pokud si ho subjekt uvědomí dostatečně včas a bude pamatovat na vznik informačního modelu již při zpracování projektové dokumentace.

Tvorba detailního modelu a obsah informací by měl být vždy dostatečně odůvodněn. Pokud tedy informační model vzniká na počátku projektu, detailní varianta je plně opodstatněna. I přes vysoké vstupní náklady, může model přinést mnohonásobné úspory a je vhodné jeho vznik iniciovat.

Pokud však dochází k tvorbě modelu až v pozdějších fázích, jako tomu je u tohoto konkrétního projektu, musí se přistoupit k zjednodušené verzi. Objednatel musí jasně stanovit výslednou funkci aktiva a definovat jednotlivé požadavky. Každý další požadavek nad tento rámec, přispívá ke komplexnosti procesu a navýšení nákladů. Z těchto důvodů by do procesu měla být přizvána dostatečně kvalifikovaná osoba nebo dokonce celý tým odborníků, kteří umí identifikovat a vymezit vhodné řešení.

Závěr

V teoretické části práce byla vytvořena ucelená syntéza dle referenční literatury, která měla za úkol vymezit hranici tématu a stanovit úvod do problematiky. V úvodu byla nejprve popsána základní myšlenka metody BIM. Následně byly popsány jednotlivé přínosy a rizika spojené s užíváním. Dále byly představeny dva druhy účastníků a jejich role. Práce dělí tyto dva druhy účastníků na stranu objednatele a dodavatele a dále rozebírá povinnosti jednotlivých osob. Pro usazení teoretických pojmů do stavební praxe byly autorem popsány dílčí úrovně implementace. K těmto úrovním následně autor popsal stav uplatňovaný ve třech vybraných zemích a jejich aktuální situaci s implementací BIM. Pro porovnání byly autorem vybrány dvě země s úspěšnou implementací a pokročilou znalostí problematiky informačního modelování a digitalizace výstavby a na druhé straně byla logicky pro porovnání zvolena situace, která se v současnosti postupně utváří v České republice.

Další kapitoly teoretické části práce byly soustředěny na téma protokol řízení projektů BIM. Byl zkoumán celkový proces a následně jeho jednotlivé fáze. Společně s procesem se práce soustředila i na popis jednotlivých dokumentů a smluvních opatření, které s řízením projektu úzce souvisí. Podrobně byly rozebrány požadavky na informace a to dle druhu a vzniku. Dále byl autorem blíže rozebrán BIM protokol, plán realizace BIM a požadavky na společné datové prostředí. Celá tato problematika byla zkoumána dle přístupů České agentury pro standardizaci, normy ISO 19650, britské normy PAS 1192 a amerického souboru technických předpisů Nation BIM Standards.

V praktické části byl vytvořen vzorový proces řízení projektu BIM, vedeného dodavatelským systémem Design-Bid-Build. Tento dodavatelský systém byl autorem vybrán z důvodu početného zastoupení na českém stavebním trhu. Autor práce chápe protokol BIM spíše jako proces (případně soubor procesů) než samotný dokument. Z tohoto důvodu byl volen výstup formou procesního diagramu. Tento procesní diagram seznamuje účastníky s postupem projektu a vymezuje jednotlivé kroky procesu. Diagram je doplněn o dvě grafiky. První obsahuje tabulku s výčtem povinností zapojených účastníků. Druhá grafika znázorňuje ucelenou strukturu informačního modelu a pomáhá s identifikací obsažených informací. Na závěr práce byl navržený proces demonstrován na příkladu projektu bytové výstavby z praxe, kterého se autor účastnil.

Tato diplomová práce měla za cíl obeznámit čtenáře s problematikou BIM a přenést teoretické vědomosti do praxe. Autor byl s vývojem práce spokojen a považuje ji za úspěšnou. Jediné, na co by se autor příště více zaměřil, je výběr vhodnějšího projektu z praxe. Tento projekt byl sice plnohodnotný, ale šlo o rekonstrukci a implementace probíhala až v pozdějších fázích projektu. Z tohoto důvodu, především pro méně znalé čtenáře, se může zdát, že projekt plně nezapadá do navrženého řešení. Proces byl stanoven pouze na základě zkušeností, které autor v posledním roce postupně načerpal a s využitím odborné literatury obsažené v referencích. Z tohoto důvodu se může samotný obsah a přístup k procesu lišit dle společnosti či účastníka, který má odlišné zkušenosti.

Celkové využití této práce by mohlo být dále odzkoušeno na několika dalších praktických projektech. Případně by mohla práce posloužit jako inspirace pro vznik propracovanějšího

řešení. Řešení by mohlo být rozpracováno pro ostatní dodavatelské metody, případně pro konkrétní projekty včetně vymezení pravděpodobných rozdílů mezi pozemními stavbami a projekty dopravní infrastruktury. Dále by mohlo dojít k syntéze přístupů z jiných zemí a následné porovnání s touto prací. Možností na použití a rozvoj této práce je spousta a záleží jen na zájmové oblasti čtenáře. V každém případě by podobné procesní mapy a popisy postupů měly být vyhotovovány pro každý projekt samostatně za účelem dosažení úspěšného cíle.

Vyhodnocení cílů

- **Cíl I.** - Popsat a sjednotit základní pojmy problematiky BIM

Tento cíl byl naplněn v úvodní kapitole teoretické části práce. Kapitola poskytla přehled o metodice BIM společně s vysvětlením možných přínosů a rizik. Postupně byli představeni jednotliví účastníci procesu, používané standardy, klasifikační systémy a úrovně implementace BIM.

- **Cíl II.** - Syntéza jednotlivých teoretických přístupů k řízení projektů BIM v České republice a v zahraniční

Tento cíl byl naplněn obsahem 2. až 6. kapitoly, jako součást teoretické části práce. Kapitoly byly vyhotoveny na základě rešerše odborné literatury a reflektují tři typy přístupů. Tyto přístupy vycházejí z norem a standardů českého, britského a amerického prostředí. Na počátku tohoto cíle byl definován proces, u kterého se následně autor zabýval jednotlivými fázemi. Jako výsledek tohoto cíle, mělo být nabytí uceleného povědomí o řídícím procesu BIM projektů a jeho odlišnostech napříč zkoumanými přístupy. Tento cíl byl dle autora splněn.

- **Cíl III.** - Navržení optimálního řešení, jakožto protokolu řízení projektů BIM

Cíl je spojen s praktickou částí práce, kdy byl autorem navržen obecný proces řízení projektu BIM s dodavatelským systémem Design-Bid-Build. Proces byl vytvořen na základě načerpaných znalostí z teoretické části práce a ze zkušeností z praxe. Navržené řešení nelze považovat za dogma, ale právě naopak, mělo by čtenáře vést k zamyšlení. Samotný obsah a přístup k procesu se bude vždy lišit dle společnosti či účastníka a jeho zkušeností. Další změny vždy vyplynou z typu projektu. Tuto skutečnost je nutné mít vždy na paměti při používání či posuzování navrženého řešení.

- **Cíl IV.** – Praktická aplikace navrženého řešení

Cíl praktické aplikace navrženého řešení je obsažen v poslední kapitole této práce. Autor zde demonstroval navržené řešení na reálném projektu z praxe. Cíl lze považovat z velké části za splněný.

Při plnění tohoto cíle, autor později zjistil, že zvolený praktický projekt není příliš vhodný na demonstraci navrženého řešení. Hlavním důvodem byl čas vstupu implementace. Ten se objevil až v pozdější fázi projektu. Z tohoto důvodu se může zdát popis řešení trochu komplikovaný, v porovnání s klasickým typem projektu. Z cíle plyne ponaučení, věnovat větší pozornost při výběru příštího vzorového projektu.

Reference

1. Matějka, P. *Rizika související s implementací í Informačního modelování budov (BIM).* Praha : Disertační práce, ČVUT, FSv, 2017.
2. Eastman, C., Teichloz, P., Sacks, R. a Liston, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2.*: John Wiley & Sons, Inc., 2011. ISBN 978-04-7054-137-1.
3. JerniganJ, F. E. *BIG BIM little bim*: Salisbury: 4Site Press, 2008. ISBN 978-09-7956-992-0.
4. Barnes, P., Davies, N. *BIM in Principle and in Practice.* London : ICE Publishing, 2014. ISBN 978-0-7277-5863-7.
5. PMI. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 4. ed.* Pensylvania : Project Management Institute, 2008. ISBN 978-1-933890-51-7.
6. Agentura ČAS. *BIM Protokol - Pravidla pro tvorbu, předání a užívání informačního modelu*: Agentura ČAS, 2021.
7. Koncepce BIM. [Online], 2022 [cit. 2022-11-10] https://www.koncepcebim.cz/koncepce.
8. Koncepce BIM. *koncepcebim.cz.* [Online] 2022, [cit. 2022-11-10] https://www.koncepcebim.cz/koncepce.
9. The British Standard Institution. PAS 1192-2 *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.* London : NBS, 2013.
10. AIA. *G202-2013 Project BIM Protocol*: AIA Contract Documents, 2013.
11. Číhal, M. Metoda BIM. *Stavební klub.* [Online] 2019. [cit. 2022-11-10] https://www.stavebniklub.cz/33/metoda-bim-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EvlcoRunmztNKayiD-6oHTw/.
12. ÚRS CZ. *BIM průzkum 2022*.
13. McPartland, R. What is the PAS 1192 framework? *The NBS.* [Online] 2018. [cit. 2022-11-10] https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-pas-1192-framework.
14. Šmejkal, D. Co je COBie. *BIMfo.* [Online] 2016. [cit. 2022-11-10] https://www.bimfo.cz/Aktuality/Co-je-COBie.aspx.
15. The NBS. *NBS' 10th National BIM Report.* London: NBS, 2020.
16. O'Malley, A. BIM in the US: overview of a game changing technology. *PlanRadar.* [Online] 2021. [cit. 2022-11-10] https://www.planradar.com/us/bim-in-the-us/].
17. CzBIM. Odborná rada pro BIM (czBIM). [Online], 2022, [cit. 2022-11-10] *https://www.czbim.org/hp/snim/.*
18. Datový standrad staveb . [Online] 2022, [cit. 2022-10-20] https://dss.koncepcebim.cz/filter/DSS_2022_07_04.
19. The British Standard Institution. PAS 1192-3. *Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling.*: NBS, 2014.
20. ISO 19650-1. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM).*: ISO, 2018.

21. ISO 19650-2. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling - Part 2: Delivery phase of assets.*: ISO, 2018.
22. ISO 19650-3. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Part 3:Operational phase of the assets.*: ISO, 2020.
23. Jackson, B. *Design-Build Essentials.*: Delmar Cengage Learning, 2010. ISBN 1428353038 .
24. Pszczolka, M. How does the contract type affect the level of BIM implementation? *BIMCorner.* [Online] 2022. [cit. 2022-11-08] https://bimcorner.com/how-does-the-contract-type-affect-the-level-of-bim-implementation/.
25. Hossein, M. R. Z. *BIM implementation in architectural practices.* Barcelona : Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Tecnologia de l'Arquitectura, 2019.
26. The American Institute of Architects. *Integrated Project Delivery: A Guide.*: AIA, 2007.
27. Fugas, K. Explaining Information Requirements in ISO 19650. *BIMCorner.* [Online] 2021. [cit. 2022-11-10] https://bimcorner.com/explaining-information-requirements-in-iso-19650/.
28. Rosa, M. BIM protokol: pojítko mezi smlouvou o dílo a BIM. *ardit.* [Online] 2022. [cit. 2022-10-10] https://www.ardit.cz/bim-protokol/.
29. Klee, L. BIM Protokol: pravidla pro digitální spolupráci. *Koncepce BIM.* [Online] 2021. [cit. 2022-11-10] https://www.koncepcebim.cz/903-bim-protokol-pravidla-pro-digitalni-spolupraci.
30. Klee, L., Žák, J., Jegorová, A. *Smluvní ustanovení pro tvorbu, předání a používání informačního modelu „BIM Protokol“* : SFDI, 222.
31. Construction Industry Council . Building Information Modelling (BIM) Protocol - *Second Edition.*: CIC, 2018.
32. National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance. *National BIM Standard – United States, Version 3.*: NBIMS-US, 2015.
33. American Institute of Architects. *Digital Documents Guide.*: AIA Constract Documents, 2022.
34. BIMFO. CDE. *BIMFO.* [Online] 2016. https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovnik-BIM-pojmu/CDE.aspx.
35. BIMFO. BEP. *BIMFO.* [Online] 2016. [cit. 2022-11-10] https://www.bimfo.cz/Nastaveni/Slovnik-BIM-pojmu/BEP.aspx.
36. Hrdina, O. *Role BIM Execution Plan (BEP) ve výstavbových projektech a specifikace obsahu.* Praha : Diplomová práce ČVUT, FSv, 2017.
37. Tunka, L. LOD - Level of Development. [Online] 2016. [cit. 2022-11-09] https://www.bimfo.cz/Aktuality/LOD-Level-Of-Development.aspx.

Seznam obrázků

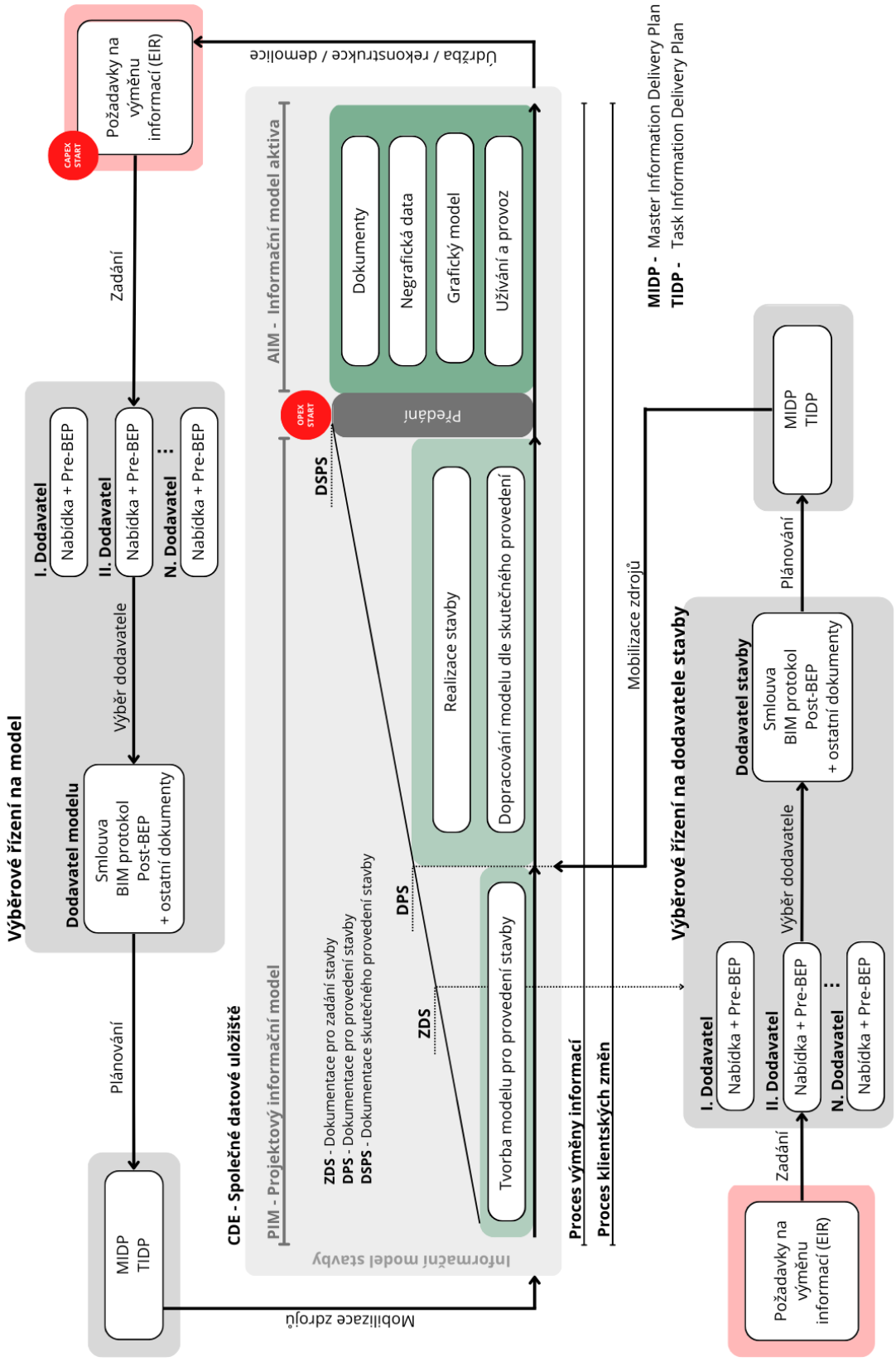
Obrázek 1: Průnik zobecněných přínosů BIM 11
Obrázek 2: Schématická mapa rizik implementace BIM 12
Obrázek 3: Vzorový organigram BIM projektu 13
Obrázek 4: Definice úrovně implementace BIM 15
Obrázek 5: Definice LoD 16
Obrázek 6: Nejčastější bariéry při zavádění BIM 18
Obrázek 7: Adaptace BIM v průběhu času 20
Obrázek 8: Vzorová struktura klasifikačního systému CCI 22
Obrázek 9: Datová šablona DSS 24
Obrázek 10: Informační cyklus dle PAS 27
Obrázek 11: Znázornění dodavatelské metody Design-Bid-Build 32
Obrázek 12: Znázornění dodavatelského systému Design-Build 34
Obrázek 13: Znázornění dodavatelského systému IPD 35
Obrázek 14: Struktura informačních požadavků 38
Obrázek 15: Postup tvorby informačních požadavků 38
Obrázek 16: Cyklus informačního modelu 42
Obrázek 17: Schématické znázornění pozice BIM protokolu 44
Obrázek 18: Použití BIM protokolu 45
Obrázek 19: Postup výběru smluvních dokumentů při vedení BIM projektu podle protokolu AIA 51
Obrázek 20: Struktura dokumentů BIM protokolu 54
Obrázek 21: Požadavky na obsah ve společném datovém prostředí CDE 55
Obrázek 22: Postup prací pro CDE 56
Obrázek 23: Procesní mapa protokolu projektu BIM 60
Obrázek 24: Role a povinnosti účastníků 61
Obrázek 25: Struktura informačního modelu 67
Obrázek 26: Pohled a řez řešeného projektu 71
Obrázek 27: Půdorys typového podlaží 72
Obrázek 28: Pohled na typové podlaží řešeného objektu 75

Seznam příloh

Příloha 1: Procesní mapa protokolu projektu BIM
Příloha 2: Role a povinnosti účastníků
Příloha 3: Struktura informačního modelu

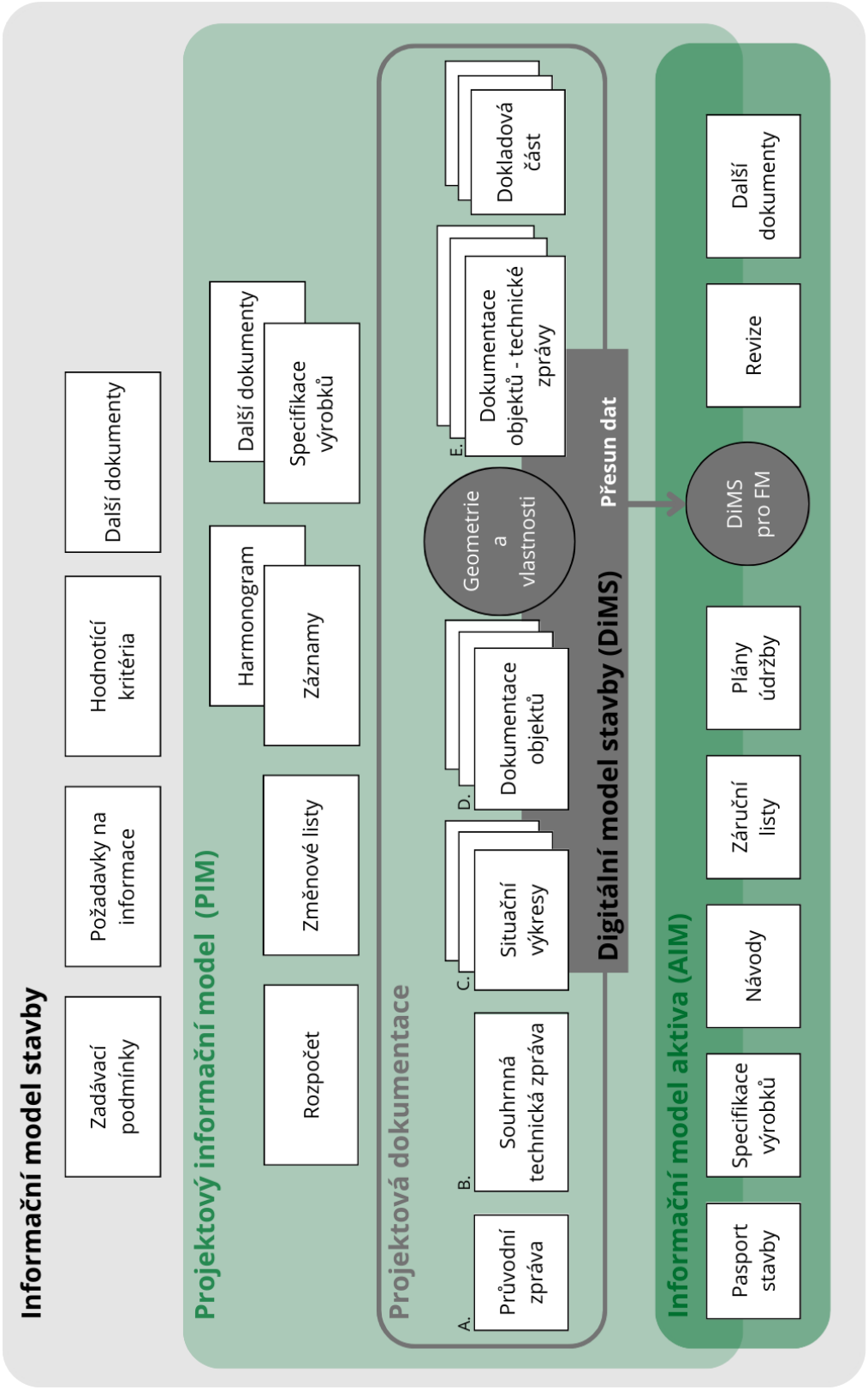
Příloha 1: Procesní mapa protokolu projektu BIM

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [19]



Příloha 2: Role a povinnosti účastníků

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 3: Struktura informačního modelu

Zdroj: vlastní zpracování s využitím [17]