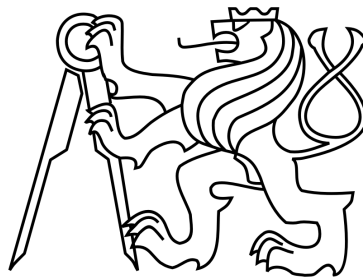


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Význam BIM Execution Planu (BEP)
ve výstavbových projektech a jeho
aplikace na konkrétním projektu**

Michaela Chotová

2022

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.



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

V Praze

.....

Michaela Chotová



Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucí diplomové práce panu Ing. Jaroslav Synek, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a jeho vstřícný přístup. Dále velice děkuji mým kolegům na pracovišti za poskytnuté podklady a za jejich věcné rady z praxe potřebné ke zpracování diplomové práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

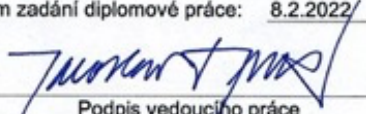



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE


I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Chotová	Jméno: Michaela	Osobní číslo: 468395
Zadávací katedra: K122 Technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Význam BIM Execution Plánu (BEP) ve výstavbových projektech a jeho aplikace na konkrétním projektu	
Název diplomové práce anglicky: Importance Of The BIM Execution Plan (BEP) In Construction Projects And Its Application On A Specific Project	
Pokyny pro vypracování: 1. Vysvětlení BIM konceptu a specifikace potřebných dokumentů pro využití BIMu na projektu. 2. Rozbor BIM Execution Plánu (BEP) a jeho význam. 3. Důvody pro standardizaci procesu tvorby - šablona pro Post-Contract BEP na základě využití CPix UK podkladů. 4. Tvorba Post-Contract BEP na konkrétní projekt.	
Seznam doporučené literatury: [1] BS EN ISO 19650-2:2018, Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling [2] Úvodní stránka. Úvodní stránka [online]. Copyright ©2018 [cit. 08.02.2022]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz [3] The Construction Project Information Committee, The Construction Project Information Committee, [online]. Dostupné z: https://www.cpic.org.uk [4] AEC (UK) CAD & BIM Standards Site A unified standard for the Architectural, Engineering and Construction industry in the UK. AEC (UK) CAD & BIM Standards Site A unified standard for the Architectural, Engineering and Construction industry in the UK [online]. Dostupné z: https://aecuk.wordpress.com	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Jaroslav Synek, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 8.2.2022	
Termín odevzdání DP v IS KOS: 15.5.2022	
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.	
8.2.2022	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)



ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou implementace metody BIM (Building Information Modeling) ve stavebnictví. Řeší teoretické i praktické otázky této metody se zaměřením na tvorbu dokumentu Plán realizace BIM (BIM Execution Plan).

Všeobecně popisuje informační modelování včetně potřebných dokumentů v informačním cyklu BIM a vysvětluje metody dodávky projektu.

Hlavní část je věnována Plánu realizace BIM ve výstavbových projektech s cílem vytvořit obecně využitelnou šablonu BEP a aplikovat ji na konkrétním projektu v praxi.

KLÍČOVÁ SLOVA

Informační modelování staveb (BIM), 3D model, Plán realizace BIM (BEP), Společné datové prostředí (CDE), Informace požadované objednavatelem (EIR), Standardy BIM, Informační požadavky



ABSTRACT

The subject of this Diploma Thesis is discussing the implementation of BIM methods (Building Information Modeling) in the construction industry and its theoretical and practical questions concerning the creation of the BIM Execution Plan (BEP).

This thesis describes in depth information modelling including the BIM related documents supporting the information BIM cycle and explains the methods of project delivery.

The main aim of this theses is to create a general BEP template that can be applied to any given construction projects.

KEYWORDS

Building Information Modeling (BIM), 3D model, BIM Execution Plan (BEP), Common Data Environment (CDE), Exchange Information Requirements (EIR), BIM Standards, Information Requirements



OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A NÁZVŮ	9
ZÁKLADNÍ POJMY	11
ÚVOD	13
1 INFORMAČNÍ MODELOVÁNÍ STAVEB (BIM).....	16
1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY BIM	16
1.1.1 Úrovně modelování BIM	18
1.1.2 Proces BIM	19
1.1.3 Nástroje, software a formáty	21
1.1.4 BIM protokol, Plán realizace BIM.....	23
1.1.5 Dimenze BIM.....	24
1.1.6 Grafická úroveň podrobnosti (LOD/LOI)	25
1.2 BIM v ČR.....	28
1.3 STANDARDY, KLASIFIKAČNÍ SYSTÉMY	30
1.4 INFORMAČNÍ CYKLUS BIM.....	34
1.5 SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ (CDE).....	37
1.6 SMLUVNÍ STRANY A JEJICH VZTAHY	39
1.6.1 Objednatel	40
1.6.2 Dodavatel	41
2 POŽADAVKY NA INFORMACE.....	44
2.1 POŽADAVKY ORGANIZACE NA INFORMACE (OIR).....	46
2.2 POŽADAVKY NA INFORMACE O AKTIVU (AIR).....	47
2.3 POŽADAVKY NA PROJEKTOVÉ INFORMACE (PIR).....	48
2.4 INFORMACE POŽADOVANÉ OBJEDNATELEM (EIR).....	49
2.5 PROJEKTOVÝ INFORMAČNÍ MODEL (PIM).....	50
2.6 INFORMAČNÍ MODEL AKTIVA (AIM)	51
3 METODY DODÁVKY PROJEKTU.....	52
3.1 METODA DESIGN-BID-BUILD	53
3.2 METODA DESIGN-BUILD	54
3.3 ROZDÍLY BEP PODLE SMLUVNÍHO MODELU	56
4 PLÁN REALIZACE BIM (BEP).....	57
4.1 DŮVODY PRO TVORBU BEP	58
4.1.1 Proces tvorby Realizačního plánu BIM.....	59
4.2 PŘEDBĚŽNÝ PLÁN REALIZACE BIM	60
4.2.1 Formulář pro posouzení BIM způsobilosti dodavatele.....	61
4.2.2 Formulář pro posouzení IT dodavatele	62
4.2.3 Formulář pro posouzení zdrojů dodavatele	62
4.2.4 Shrnutí možností dodavatelského řetězce (SCCS)	62
4.3 PROVOZNÍ PLÁN REALIZACE BIM	63
4.3.1 Úvod.....	64
4.3.2 Informace o projektu	64
4.3.3 Management	65
4.3.4 Plánování modelu a dokumentace.....	66
4.3.5 Metody a postupy.....	67
4.3.6 Proces spolupráce	67
5 POUŽITÍ NA VYBRANÉM PROJEKTU.....	69
5.1 SPECIFIKACE VYBRANÉHO PROJEKTU	69
5.2 TVORBA PLÁNŮ REALIZACE BIM	70
ZÁVĚR.....	71



BIBLIOGRAFIE	74
SEZNAM OBRÁZKŮ	77
SEZNAM TABULEK.....	77
SEZNAM GRAFŮ.....	77
SEZNAM PŘÍLOH	77



Seznam použitých zkratk a názvů

Zkratka	Definice
AIM	Asset Information Model; Informační model aktiva
AIR	Asset Information Requirements; Požadavky na informace o aktivu
BEP	BIM Execution Plan; Plán realizace BIM
BIM	Building Information Modeling; Informační model budovy
	Building Information Management; Řízení s využitím Informačního modelu
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CAD	Computer-aided design; počítačem podporované projektování (2D, 3D)
CapEx	Capital Expenditure; Kapitálové výdaje
CCI	Construction Classification International; Evropský klasifikační systém
CDE	Common Data Environment; Společné datové prostředí
CEN	The European Committee for Standardization; Evropský výbor pro normalizaci
CIC	The Construction Industry Council; Rada stavebního průmyslu
CMAR	Construction Manager at Risk
CPIc (CPIx)	Construction Project Information Committee; Informační výbor stavebních projektů (UK)
ČAS	Česká agentura pro standardizaci
DB	Design-Build
DBB	Design-Bid-Build
DEP	Digital Execution Plan; Digitální výkonný plán
DIMS	Digitální model stavby
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
DÚR	Dokumentace pro územní rozhodnutí
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DSS	Datový standard staveb
DZS	Dokumentace pro zadání stavby
EIR	Exchange Information Requirements; Požadavky na výměnu informací
	Employer's Information Requirements; Informační požadavky objednatele
GIS	Geographic Information System; Geografický informační systém
IFC	Industry Foundation Classes; Konceptuální datové schéma a výměnný formát souborů pro data informačního modelování staveb
IPD	Integrated Project Delivery; Integrovaná dodávka projektu
ISO	International Organization for Standardization; Mezinárodní organizací pro normalizaci
IMS	Informační model stavby
IT	Information Technology; Informační technologie
LiDAR	Light Detection and Ranging; metoda dálkového měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu



LOD	Level of Detail/Level of Development/Level of Definition; Úroveň detailu
LOI	Level of Information; Úroveň informací
MIDP	Master Information Delivery Plan; Hlavní plán předání informací
MMR	Ministerstvo pro místní rozvoj ČR
MPDT	Model Production Delivery Table; Tabulka předání 3D modelů
NBIMS	The National BIM Standard-United States; Výbor pro informační modelování budov
OIR	Organizational Information Requirements; Požadavky organizace na informace
OpEx	Operating Expenses; Provozní náklady
PAS	Publicly Available Specification; Veřejně dostupné specifikace
PIM	Project Information model; Projektový informační model
PIP	Project Implementation Plan; Plán implementace projektu
PIR	Project Information Requirements; Požadavky na projektové informace
PLQ	Plain Language Questions; Jednoduché otázky
PPP	Public-Private-Partnership
RDS	Realizační dokumentace stavby
RIBA	Royal Institute of British Architects; Institut britských architektů
SCCS	Supply Chain Capability Form; Shrnutí schopností dodavatelského řetězce
ST	Studie
TIDP	Task Information Delivery Plan; Úkolový plán pro předání informací
USA	United States of America; Spojené státy americké



Základní pojmy

Pro účely této práce bylo zapotřebí zavést české označení pro termíny z anglického jazyka, ty nejdůležitější z nich jsou vypsány níže.

BIM Goals – v překladu BIM cíle. Jedná se o určení hlavních cílů projektu s využitím implementace BIM. Cíle určuje organizace zadávající projekt.

BIM Uses – v překladu BIM užití. Jedná se o využití metodiky BIM pro zvolený cíl či aplikování metod pro získání informací pomocí BIM nástrojů.

BIM Execution Plan (BEP) – v českém jazyce Plán realizace BIM, kdy rozlišuje dva druhy, a to *Pre-Contract BEP* a *Post-Contract BEP*.

Pre-Contract BEP – BEP vytvořený před zadáním zakázky a podepsáním smlouvy. V práci bude tento pojem označován jako **Předběžný plán realizace BIM**.

Post-Contract BEP – BEP vytvoření po zadání zakázky a podepsání smlouvy, tvořený na základě *Pre-Contract BEP* a dalších dokumentů. V diplomové práci bude tento pojem označován jako **Plán realizace BIM**.

Best Practices – v překladu osvědčené zkušenosti; ověřené návody a postupy v metodice BIM z praxe.

Information Requirements – v překladu Požadavky na informace vytvořené pro účely objednatele (klienta/investora).

Facility Management – zahrnuje činnosti spojené se správou budov, investic či podpůrných a hlavních činností zařízení.

Design and Build – metoda zadávání zakázek, kdy objednatel zasmluvní jednu organizaci (zhotovitele) pro návrh a realizaci stavební zakázky.

Design-Bid-Build – metoda zadávání zakázek, kdy objednatel vstoupí do odděleného smluvního vztahu pro návrh a realizaci stavební zakázky.

Appointing party – v překladu pověřující strana; příjemce informací, tedy organizace, která projekt vede a vzniká na základě jejího požadavku. U



projektu je to obvykle objednatel (klient/investor), který může být také vlastníkem výsledné stavby.

Appointed party – v překladu pověřená strana; dodavatel informací týkajících se staveb, zboží nebo služeb (projektant, dodavatel, subdodavatel, konzultant apod.).

Projektový tým – všichni kteří se podílejí na projektu, bez ohledu na ustanovení smlouvy a jejich pověření vyplývající ze smlouvy.

Realizační tým – vedoucí pověřená strana a její přidružené pracovní týmy – například dodavatel a subdodavatelé (realizační tým projektanta, realizační tým generálního dodavatele stavby/zhotovitele, realizační tým objednatele).

Úkolový tým – osoba nebo skupina osob provádějící konkrétní úkol – například tým projektantů, nebo subdodavatel, který staví obvodové stěny.



Úvod

Building Information Modeling (BIM), neboli Informační modelování staveb je metoda zavádějící nové procesy tvorby a správy dat o stavbě v průběhu jejího životního cyklu. Informační model reprezentuje fyzický a funkční objekt, který slouží jako otevřená databáze informací o objektu, využitelných ve fázi přípravy, realizace, provozu až po demolici.

Metoda BIM je již široce známá v zahraničí, k lídrům využívajících tyto poměrně nové procesy ve stavebnictví patří Velká Británie, USA, Francie, Finsko nebo Německo. Některé země tak zpracovávají své vlastní standardy a postupy, kterými se následně na projektech řídí, včetně České republiky, která aktuálně spolupracuje na procesu tvorby BIM standardů s několika dalšími zeměmi EU. Od roku 2017 se pojem BIM postupně dostává do povědomí odborné i širší veřejnosti zabývající se oblastí stavebnictví.

Hlavním účelem diplomové práce je obeznámení s problematikou dokumentů potřebných pro implementaci BIM na projektu, zejména s tvorbou BIM Execution Plan (dále jen BEP), neboli Plánu realizace BIM, který je hlavním tématem. K dokumentu BEP zatím v České republice neexistuje ustálený, široce používaný, obecný vzor šablony. V roce 2021 Česká agentura pro standardizaci (ČAS), vydala v rámci programu Koncepce BIM veřejný dokument zvaný BIM protokol, jehož přílohou je šablona Plánu realizace BIM. Tato šablona je ovšem pro použití v praxi nevyhovující, některé její části jsou těžkopádné a špatně srozumitelné. Úkolem této diplomové práce je tedy vytvořit srozumitelnou, všestranně použitelnou šablonu BEP a aplikovat ji na konkrétní projekt tak. Téma práce by tak mohlo nabídnout alternativu pro výběr vhodné šablony Plánu realizace BIM (BEP) a dále by mohlo přispět k rozvoji metody BIM ve stavebnictví v ČR.

Úvodní kapitoly práce jsou věnovány teoretickému popisu problematiky BIM a zavádění metodiky v České republice. Dále jsou vysvětleny důležitosti standardizace, průběh informačního cyklu BIM, funkce Společného datového prostředí (CDE), a popis specifických dokumentů důležitých pro implementaci BIM na stavebním projektu. Zároveň jsou vysvětleny vztahy mezi jednotlivými



stranami projektového týmu, mezi které mimo jiné patří objednatel, dodavatel, subdodavatelé a za zmínku stojí také jejich BIM manažeři, koordinátoři, specialisté apod.

Jedním z hlavních kritérií pro tvorbu Plánu realizace BIM (BEP) je použitá metoda dodávky projektu, která rozhoduje o obsahu a počtu BEP v rámci celého životního cyklu stavby. Třetí část diplomové práce se tedy zabývá metodami dodávky projektu Design-Bid-Build a Design-Build, které jsou nejčastěji užívanými metodami.

Ve čtvrté kapitole je podrobně vysvětlena problematika BEP a důvody pro jeho tvorbu. Je zde popsán jak Předběžný plán realizace BIM (*Pre-Contract BEP*), který je součástí výběrového řízení na dodavatele, tak i Plán realizace BIM (*Post-Contract BEP*) vytvořený po podepsání smlouvy s vybraným dodavatelem, který dále rozvíjí zmiňovaný Předběžný plán realizace BIM.

V této kapitole se zabývám i praktickou částí práce, a to strukturou a obsahem Plánu realizace BIM (*Post-Contract BEP*). Na základě získaných informací je sestavena srozumitelná šablona dokumentu BEP, která tvoří přílohu této práce. Šablona je také použita na konkrétním projektu a na závěr je díky tomu vyhodnoceno její využití v praxi.

Cíle práce

Jedním z cílů teoretické části diplomové práce je poukázat na problematiku BIM a popsat získané informace o dokumentech, které jsou nezbytné pro aplikaci této metody v procesech řízení stavebního projektu. Dalším cílem je popsat metody dodávky projektu, včetně zainteresovaných smluvních stran.

V praktické části práce je cílem zaměřit se na tvorbu Plánu realizace BIM (*Post-Contract BEP*), který upřesňuje pravidla implementace BIM na projektu a popisuje jeho obsah. Dále na základě všech získaných informací sestavit šablonu dokumentu BEP a tu aplikovat na konkrétním projektu.



Použité metody

Při tvorbě diplomové práce bylo využito převážně rešerše literatury jak ze zahraničních – britských a US zdrojů, tak i z některých domácích zdrojů.

Uvedené země mají jedny z nejpropracovanějších a nejlépe dostupných podkladů, kterými jsou jejich zavedené standardy, klasifikační systémy a osvědčené procesy implementace BIM ve stavebnictví. Dále díky možnosti spolupráce s českými a zahraničními společnostmi v oblasti BIM, jsem využila vlastních znalostí a zkušeností z praxe.

Pro tvorbu samotné šablony BEP jsem využila například podklady z Velké Británie, kterými jsou šablony CPIc¹ pro *Pre-Contract BEP* a *Post Contract-Award BEP*, tedy šablony Plánu realizace BIM nebo portálu *Scottish Futures Trust*, kdy jejich tvorba vychází z osvědčených zkušeností z praxe v oblasti BIM. A ze strany USA jsem využila například studium Pensylvánské univerzity a jimi vytvořený *BIM Project Execution Planning Guide*, který se taktéž zaměřuje na tvorbu a obsah Realizačního plánu BIM.

Z českého prostředí bylo obecně využito internetového portálu Koncepce BIM a portálu České agentury pro standardizaci.

¹ CPIc - Informační komise stavebního projektu, který je odpovědný za poskytování doporučených postupů ohledně obsahu, formy a přípravy informací o stavební výrobě, zajišťuje rozšíření těchto ověřených postupů v celém stavebním průmyslu Velké Británie.



1 Informační modelování staveb (BIM)

Zavádění informačního modelování ve stavebnictví můžeme zjednodušeně chápat jako další etapu digitalizace. Oproti průmyslu se stavebnictví rozvíjí pomaleji, zvyšuje se náročnost výstavby a stavebních materiálů. S postupem času bylo za potřebí vytvořit jasně formulovanou koncepci pro digitalizaci procesů ve stavebnictví. Na scénu tak přichází pojem Stavebnictví 4.0, které zahrnuje veškeré oblasti dotýkající se stavebních projektů během celého životního cyklu. [1]

Digitalizace veřejné správy, používání informačních modelů stavby (dále jen IMS²), robotizace výroby stavebních výrobků i stavebních a montážních prací, digitální systémy a jejich řízení s uplatněním prvků umělé inteligence, požadavky na chytrá města a další – takové inovace budou v současném i příštím období významně měnit sektor stavebnictví, zejména při výstavbě větších projektů.

BIM je jedním z pilířů digitalizace stavebnictví. Zavedení metody BIM urychlí a zkvalitní postup přípravy, provádění a provozování staveb a ušetří náklady v průběhu životního cyklu stavby.

1.1 Úvod do problematiky BIM

Building Information Modeling, nebo též *Building Information Management* (BIM), v českém jazyce Informační modelování staveb je proces tvorby, užití a správy digitálních informací během celého životního cyklu projektu. Jedná se například o stavební projekty budov, mostů, dálnic atd. Proces vede ke zlepšení návrhu projektu, realizace výstavby, zefektivnění činností stavebního projektu a posléze také k vylepšení správy budov.

² Informační model stavby (IMS) - souhrn veškerých dokumentů, grafických (obrazových, geometrických apod.) a popisných (alfanumerických) údajů o stavbě, zahrnující i digitální model (modely) stavby, umožňuje jej vést a sdílet v elektronické podobě v průběhu času a který je projektový tým povinen poskytnout podle smlouvy.



Dle výboru pro informační modelování budov (NBIMS³), je BIM definován jako:

„... digitální reprezentace fyzických a funkčních charakteristik zařízení. BIM je sdílený zdroj informací, které tvoří spolehlivou základnu pro rozhodování během životního cyklu stavby, a to od počáteční koncepce návrhu až po demolici. Základním předpokladem BIM je spolupráce několika zúčastněných stran v různých fázích životního cyklu projektu, jedná se o nahrávání, stahování, aktualizace nebo úpravy informací v BIM tak, aby byli podporovány úlohy těchto zúčastněných stran.“ [2]

Pokud jsou BIM postupy správně implementovány již od začátku projektu, mohou tak poskytnout mnoho výhod. Hodnota implementace BIM byla již dokázána na mnoha úspěšně realizovaných projektech, kterým přinesla například zlepšení komunikace mezi účastníky stavebního procesu, zlepšení kontroly stavebního procesu, zlepšení kvality díla nebo úsporu nákladů a času s ohledem na celý životní cyklus stavby. Na konci fáze výstavby, může provozovatel zařízení využít cenné informace pro správu budovy a její údržbu či pro plánování využití prostor. [3]

Implementace BIM vyžaduje znalost postupů a prostředí informačních modelů a operací s nimi, detailní plánování a zásadní úpravy pracovních procesů pro členy projektového týmu tak, aby dosáhli co nejvyšší efektivity využití modelu a výsledné přidané hodnoty. BIM lze implementovat v celém životním cyklu stavby, ale aby bylo dosaženo účinné implementace, je zapotřebí zkušeného projektového týmu v této oblasti.

S implementací metody BIM na projektu je spojeno zavádění nových dokumentů, těmi jsou například Informační požadavky objednatele (EIR⁴), BIM protokol, Realizační plán BIM a další dokumenty s tímto tématem spojené.

³ The National BIM Standard-United States (NBIMS) = Výbor pro informační modelování budov

⁴ Employer's Information Requirements (EIR) = Informační požadavky objednatele; dokument vytvořený před výběrovým řízením stanovující informace, které mají být dodány, a standardy a procesy, které má dodavatel přijmout jako součást procesu dodání projektu.



1.1.1 Úrovně modelování BIM

V rámci implementace BIM existuje několik úrovní modelování, které jsou zobrazeny na obr. 1 a definovány takto:

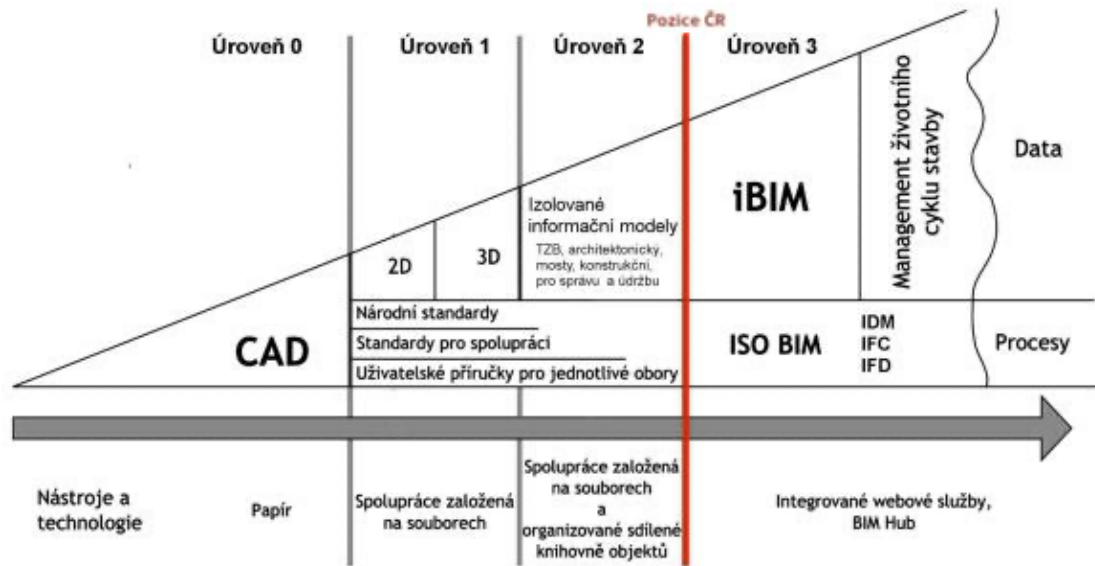
- a) **Úroveň 0** (Level 0) – ve své nejjednodušší podobě znamená úroveň 0 fakticky žádnou spoluprací týmu. Využívá se pouze CAD projektování s klasickým předáním 2D výkresů, hlavně pro výrobní informace. Výstup a distribuce probíhá především prostřednictvím papírových výtisků.
- b) **Úroveň 1** (Level 1) – obvykle zahrnuje kombinaci CAD ve 3D formátu pro koncepční práci a 2D formátu pro navrhování schvalovací projektové dokumentace a výrobních informací. CAD standardy jsou spravovány podle příslušných ISO norem a elektronické sdílení dat je prováděno pomocí Společného datového prostředí (dále jen CDE⁵), často spravovaného dodavatelem.
- c) **Úroveň 2** (Level 2) – posunuje využití 3D modelu směrem ke koordinovanější spolupraci, předávání podkladů a získávání více informací pro další etapy stavebního procesu. Objevuje se řízené 3D prostředí (CDE) plně využívající nástroje BIM s přímým přístupem k integrovaným datům. Model může zahrnovat harmonogram výstavby (4D) a informace o řízení nákladů (5D). Jakýkoli software CAD, který týmy používají, musí být schopen exportu do jednoho z běžných formátů souborů, jako je například IFC⁶ (*Industry Foundation Class*).
- d) **Úroveň 3** (Level 3) – má za úkol získat plnou integraci informací v cloudovém prostředí. To je možné pomocí společného sdíleného modelu, který bude dostupný všem zúčastněným stranám projektu, kteří mohou přidávat nebo upravovat své vlastní informace. Tento model ve formátu IFC je milníkem, který lze sdílet a uchovávat v cloudu. Tímto způsobem lze řídit celý

⁵ Common Data Environment (CDE) = Společné datové prostředí

⁶ Industry Foundation Class (IFC) = otevřený neutrální souborový formát

životní cyklus budovy, od jejího návrhu až po její výstavbu a užívání. [4]

Obr. 1: Úrovně vyspělosti BIM [5]



*Poznámka: *iBIM* = integrovaný BIM

Aktuálně dosažená úroveň BIM ve světě, je podobná jako v České republice a je označena na schématu výše červenou čarou, tedy úroveň 2.

1.1.2 Proces BIM

Proces BIM znamená komplexní přístup k práci s informacemi, které lze používat po celou dobu životního cyklu budovy nebo infrastrukturního projektu. K dosažení uceleného cíle je zapotřebí využití několika různých softwarových nástrojů BIM, které spolu určitým způsobem komunikují a dochází mezi nimi k přenosu dat. [2]

1) Koncept

- Během této fáze se formulují cíle projektu. Dále je tvořen ilustrativní model projektu v kombinaci se stávajícím zastavěným prostředím či okolní přírodou.
 - ⇒ Studie
 - ⇒ Dokumentace pro územní rozhodnutí (DÚR)



- Vzniká Projektový informační model (dále jen PIM⁷) v podrobnostech konceptu.
- 2) Přípravná fáze
- V této fázi je tvořen propracovanější návrh, analýza stavby a zapracovávají se některé detaily.
 - ⇒ Dokumentace pro stavební povolení (DSP)
 - ⇒ Dokumentace pro zadání stavby (DZS)
 - ⇒ Dokumentace pro provedení stavby (DPS)
 - Vzniká PIM vždy v podrobnosti daného stupně PD.
- 3) Realizační fáze
- Ve fázi realizace se dopracovává projektová dokumentace a zapracovávají se všechny potřebné detaily stavby. Jedná se o veškeré činnosti projektového managementu a všech účastníků projektu v jeho realizační fázi. Během této fáze začíná výroba na základě specifikací BIM. Ke konci této fáze se také jedná o procesy související se zařízením budovy, nábytkem, interiéry atd.
 - ⇒ Výrobní dokumentace
 - ⇒ Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS)
 - Vzniká PIM ve fázi skutečného provedení stavby.
- 4) Správa a provoz
- Jedná se o procesy související s činností facility managementu. BIM data se přenášejí do provozu a mohou být dále použita pro nákladově náročnou rekonstrukci, demolici či pro vytváření plánů údržby, oprav a obnovy stavby.

⁷ Project Information Model (PIM) = Projektový informační model; informační model vyvinutý během přípravné a realizační fáze projektu.



- Vzniká Informační model aktiva⁸ (dále jen AIM⁹).

1.1.3 Nástroje, software a formáty

Metoda BIM využívá především softwarových nástrojů a vzhledem k neustálému vývoji těchto softwarů, programů a technologií, narůstá také množství možností, jak využít implementace BIM na projektech. Funkce softwarových řešení metody BIM přesahují funkcionalitami dále známé CAD softwary.

Programy a softwary BIM se liší rozdílným uživatelským prostředím a výchozími formáty souborů, dále například rozdílným využitím, kdy se některé programy zaměřují více na dopravní stavby nebo na stavbu budov apod. Je tedy nutné chápat BIM softwarové řešení jako nástroje pro konkrétní činnost, nikoli jako jeden ucelený program. Nástroje dělíme dle využití na modelovací, simulační, oceňovací, plánovací, prohlížecí a nástroje společného datového prostředí včetně funkcionalit pro řízení výstavby. Dále můžeme dělit na nástroje pro facility management nebo programy pracující s GIS¹⁰.

Mezi nejznámější a nejkompaktnější softwarové aplikace pojící se s BIM patří především Revit, Bentley Systems či ArchiCAD nebo i AutoCAD díky aplikaci Autodesk Architecture.

Nástroje BIM jsou navzájem propojeny schopností pracovat se společnými výstupními formáty, takže je lze využívat v různých fázích životního cyklu projektu, a tedy i v rámci různých potřeb implementace BIM. Obecně, většina BIM softwarů umožňuje 3D modelování, tedy vizualizaci objektů (již zmíněný Revit, ArchiCad a další), ale především umožňuje k modelovaným prvkům připojit potřebné informace, které dovolují komplexní využití modelu podle potřeb uživatelů. Nástroje mají plno dalších využití, jako

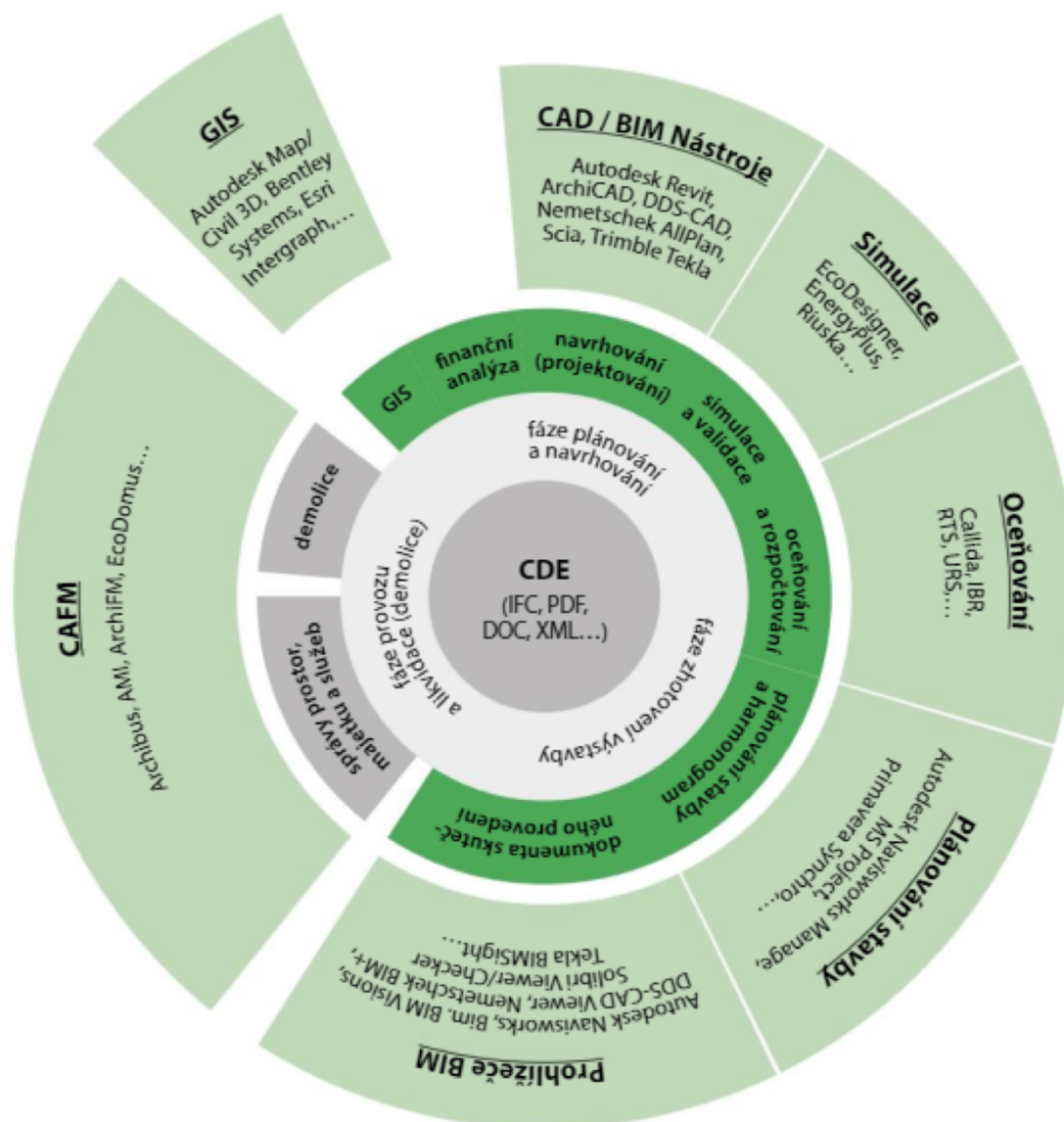
⁸ Aktiva – vše, co daná společnost vlastní, tedy její majetek. Je to vše, co společnost nabyla minulými aktivitami a od čeho se očekává, že přinese ekonomický užitek v budoucnu.

⁹ Asset Information Model (AIM) = Informační model aktiv; udržovaný informační model používaný ke správě, údržbě a provozu aktiv.

¹⁰ Geografické informační systémy (GIS) - jsou počítačové systémy pro zachycování, ukládání, zpětné získávání a analýzu geoprostorových a polohových dat.

je například detekce kolizí v modelu, kde tyto aplikace umožňují nejen kolize vyhledat, ale také například vytvořit jejich seznam. a přeposlat dané kolize projekčnímu týmu k vyřešení. Jednou z aplikací je Autodesk Navisworks Manage určený pro přípravu výstavby. Dalším užitečné softwaru a jejich využití jsou zobrazeny na grafu využívaných nástrojů a softwarů níže.

Graf 1: Nástroje a softwaru BIM [6]



Pro objednatele je jedním z nejvýhodnějších řešení zvolit pro informační výstupy výměnný otevřený formát IFC, díky kterému se může oprostít od volby konkrétního formátu souborů, ve kterém bude vyžadovat dodání modelu od dodavatele. Formát IFC umožňuje sdílení BIM dat mezi jednotlivými



softwarovými BIM nástroji. IFC je vyvíjeno již od roku 1994 a je podporováno cca 150 aplikacemi. V mnoha případech je však výhodnější využít nativního¹¹ formátu softwaru pro přenos dat. Nevýhoda IFC formátu spočívá ve velké náročnosti na objem dat z důvodu ukládání do textového souboru, kdy nemusí dojít k ucelenému přenosu informací a geometrie mezi aplikacemi. V ideálním případě je vhodné od dodavatele vyžadovat jak formát IFC, tak i nativní formát autorské aplikace. [7]

1.1.4 BIM protokol, Plán realizace BIM

Nejdříve je nezbytné zmínit několik pojmů a dokumentů, které se BIM problematiky týkají, a tak v následujících odstavcích budou některé z nich specifikovány.

Metoda BIM přináší mnoho nového, včetně řady procesních povinností pro objednatele. Jedná se například o tvorbu dokumentů potřebných k zadání projektu v metodě BIM a patří mezi ně například BIM protokol, Informační požadavky, Plán realizace BIM apod.

V případě, že je na projektu aplikována metoda BIM je BIM protokol přílohou Smlouvy o dílo (SoD). Dokument je vytvořen týmem objednatele a definuje pravidla a požadavky pro využití BIM prostředí na stavebním projektu. BIM protokol je stálý a neměnný dokument, který je použitelný objednatelem na všech jeho projektech BIM. [8]

Employer's Information Requirements (dále jen EIR), neboli Informační požadavky objednatele, jsou důležitou přílohou BIM protokolu a jsou dopracovány a přizpůsobeny vždy na konkrétní projekt. EIR je dále detailně popsán v kapitole 2.4.

BIM Execution Plan (BEP), neboli Plán realizace BIM, tvoří taktéž přílohu BIM protokolu a je jeho základním výkonným nástrojem. Reaguje na požadavky objednatele (EIR). Plán realizace BIM je na rozdíl od BIM protokolu možné měnit po schválení obou smluvních stran v průběhu každé fáze projektu a reagovat tak na aktuální změny v procesu. BEP se vyvíjí před i po

¹¹ Nativní formát představuje formát souboru, který je mateřským formátem zdrojové aplikace



podpisu smlouvy s dodavatelem. Vyjasňuje a upřesňuje role a jejich odpovědnosti, specifikuje použité standardy a procedury, stanovuje úroveň detailu odevzdávaných modelů, požadavky na informační naplněnost modelů, požadavky na odevzdání modelů, výměnu dat, konkretizuje BIM nástroje, požadavky na softwary, specifikuje plán dodávek modelu a další.

1.1.5 Dimenze BIM

Dimenze BIM se vyvinuly z potřeby rozlišovat mezi modelováním dvourozměrné nebo třírozměrné geometrie, což bylo součástí evoluce modelování. Přechod od rýsovacích prken k prvním 2D CAD systémům až k softwarům podporující 3D informační modelování.

Přidání dalších aspektů k tomuto modelování může pomoci projektovým týmům pochopit, jaké informace chtějí modelovat. 4D modelování je využíváno pro propojení časového harmonogramu s 3D modelem projektu. 5D modelování zahrnuje výkaz výměr, který je základem informací o ceně a dalších nákladech na stavbu. Dále existuje 6D, 7D a probíhají debaty o vývoji 8D, 9D a 10D.

Aktuálně využívané dimenze BIM:

- 2D – Výkres
- 3D – Parametrická data ve sdíleném modelu
- 4D – Časové plánování
- 5D – Analýza nákladů
- 6D – Udržitelnost, energetická náročnost
- 7D – Facility management

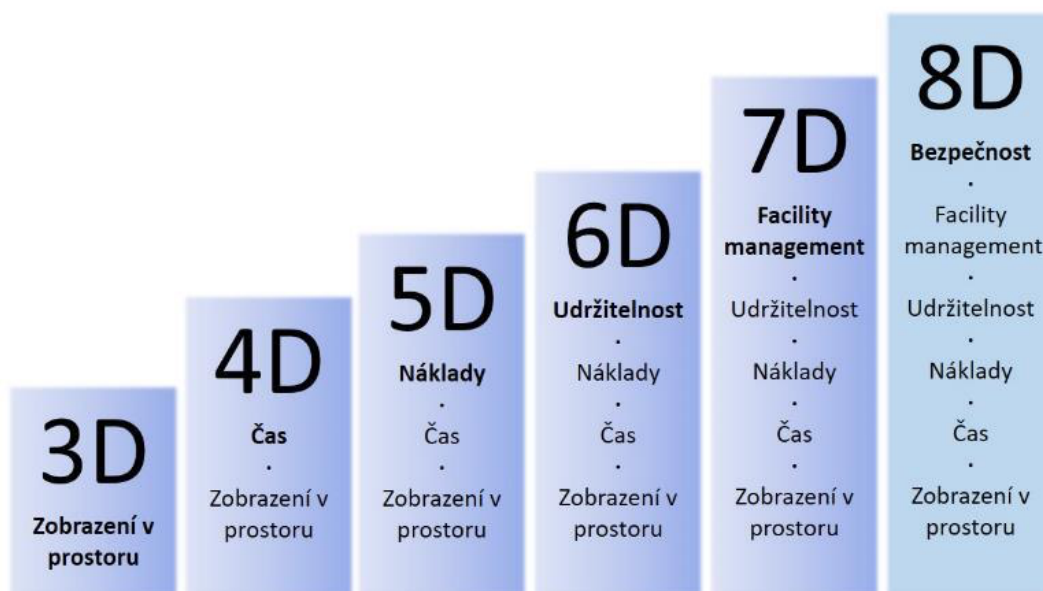
Další možné nové dimenze:

- 8D – Bezpečnost ve fázi návrhu a výstavby
- 9D – Lean construction¹²

¹² Lean construction - metoda stavebního managementu, strategie managementu projektu a teorie výroby zaměřující se na minimalizaci plýtvání materiálu, času nebo úsilí a maximalizaci hodnoty napříč fází návrhu i fází realizace projektu

- 10D – Industrializace stavebnictví¹³ [9]

Graf 2: Dimenze BIM [10]



1.1.6 Grafická a negrafická úroveň podrobnosti (LOD/LOI)

Informace BIM modelu se dělí na část grafickou (*Level of Detail, LOD*) a negrafickou (*Level of Information, dále jen LOI*), kde jsou různé informace poskytovány v různých fázích projektu. V dnešní době jsou tyto dvě části sjednoceny pod názvem *Level of Definition nebo Level of Development* (dále jen LOD; $LOD = LOI + LOD$). LOD definice bývá obsažena v požadavcích na výměnu informací zadaných objednatelem (EIR). Dnes se můžeme nově setkat s názvem *Level of Information Need* (dále jen LOIN), který částečně nahrazuje LOD v definování geometrie a informačního obsahu.

Definice stupně LOD na projektu není nikde v legislativě specifikována a je tedy určena objednatelem projektu. Zároveň by LOD mělo korespondovat s podrobností a rozsahem stupňů projektové dokumentace podle nynější *Vyhlášky č. 499/2006 Sb. o Dokumentaci staveb*. LOD slouží k definici

¹³ Industrializace stavebnictví – týká se celkového přínosu průmyslové výstavby. Podrobně popisuje překážky produktivity ve stavebním průmyslu a jak zvýšit produktivitu v průběhu celého procesu – od návrhu až po správu infrastruktury (např. výroba prefabrikovaných a ostatních prvků podle modelu).



minimální úrovně grafických dat a informací, kterou projekční tým požaduje pro tvorbu informačního modelu stavby. Úroveň roste v průběhu fází projektu, tzn. od fáze úvodní strategie projektu po fázi užívání stavby.

U nás se můžeme setkat se dvěma systémy, kdy jsou si oba systémy velice podobné a liší se pouze názvoslovím a drobnými detaily. Ve velké Británii byl vytvořen systém *Level of Definition* (viz. obr. 2), a ve Spojených státech amerických se pro označení LOD užívá termínu *Level of Development* (viz. obr. 3). Dříve, před zveřejněním *PAS1192-2:2013* mnoho britských a světových dokumentů BIM používalo právě tuto americkou terminologii, jelikož nebyla dostupná žádná jiná publikace, na kterou by se dalo odkázat.

Ve Velké Británii je *Level of Definition* (LOD) v souladu s *Digital Plan of Work* (DPoW¹⁴), dokumentem, který poskytuje osmistupňový (0-7) projektový, konstrukční a provozní plán, který zahrnuje požadavky na informace po celou dobu životnosti stavby. V USA je *Level of Development* (LOD) v souladu s AIA (*American Institute of Architects*) – LOD Specification.

Informační podrobnost modelu (LOI)

LOI je úroveň poskytnutých negrafických informací, které by měly obsahovat jednotlivé prvky v modelu v různých fázích návrhu. Negrafická data lze exportovat do tabulkových procesorů, databázových programů nebo do již zmíněných softwarů pro podporu facility managementu.

Tyto data, spolu s LOD, by měly být definovány pro každou fázi projektu (DÚR, DPS, DSP, DSPS, ...). Není nutné, aby model obsahoval celou řadu dalších nepotřebných informací jen proto, že je obsahovat může.

Grafická podrobnost modelu (LOD)

Systém US je založen na grafické podrobnosti a vlastnostech každého prvku. Se zvyšujícím LOD se zvyšuje míra grafické podrobnosti i míra informací jednotlivých prvků.

¹⁴ Digital Plan of Work (DPoW) = Digitální plán práce nastiňující požadavky na informace pro nový nebo stávající majetek

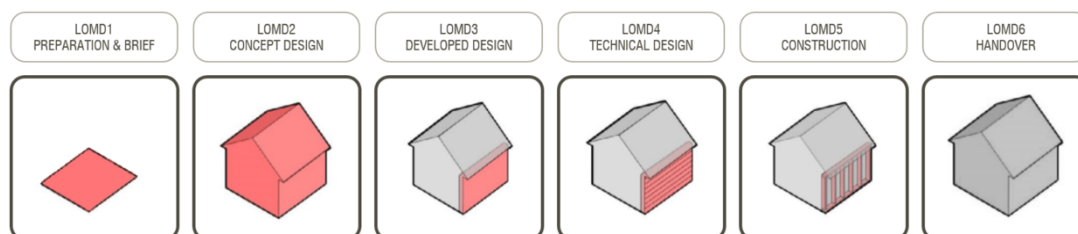


Naopak UK systém je založen na postupných fázích projektu od přípravy až po užívání, kde se grafická podrobnost a data, která by měl každý prvek obsahovat, odvíjejí od požadavků objednatele.

Tab. 1: Grafická podrobnost modelu [Zdroj vlastní] [11]

Stupně LOD		Fáze projektu	Definice
UK	US		
LOD1	-	Úvodní strategie projektu	V úvodní fázi grafický model nemusí existovat, nebo převezme informace z AIM (v případě práce na stávajících budovách a konstrukcích). V případě existence modelu - model obsahuje základní rozměry ploch a objemů, orientace ke světovým stranám a osazením do terénu.
LOD2	LOD100	Koncept	Model obsahuje návrh konstrukcí a vnitřního prostředí, jejich přibližný tvar, velikost, umístění, orientaci atd. Ekvivalent dokumentace je studie stavby (ST) a dokumentace pro umístění stavby (DÚR).
LOD3	LOD200	Rozpracovaný návrh	Model obsahuje jednotlivé prvky, které mají konkrétní rozměry a zkoordinované profese. Ekvivalent dokumentace je dokumentace pro stavební povolení (DSP).
LOD4	LOD300	Finální návrh	Podrobný, přesný a konkrétní objekt s požadavky na konstrukci a vlastnosti materiálů a stavebních prvků včetně specializovaných subdodavatelských dat. Obsahuje všechny nezbytné části v dostatečném zastoupení v rámci konstrukce dle technologií a postupů provádění pro realizaci a záznam skutečného provedení. Ekvivalent dokumentace je dokumentace pro zadání stavby (DZS) a dokumentace pro provedení stavby (DPS).
LOD5	LOD350	Realizace a uvedení do provozu	Ve fázi realizace a uvedení do provozu jakýkoli obecný objekt musí být nahrazen předmětem pořízeným od výrobce. Jakékoli podstatné informace, které mají být uchovány, musí být znovu připojeny nebo znovu propojeny s náhradním objektem. Ekvivalent dokumentace je realizační dokumentace stavby (RDS).
LOD6	LOD400/ LOD500	Předání stavby	Ve fázi předání stavby musí být všechny potřebné informace o produktu zahrnuty do předávacího dokumentu a připojeny k dokumentaci pro uvedení do provozu a předání stavby. Model obsahuje konkrétní zrealizované konstrukce dle skutečného stavu. Takto zpracovaný model je vhodné využívat pro samotnou údržbu a provoz skutečného objektu. Ekvivalent dokumentace je dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).
LOD7	-	Fáze užívání	Ve fázi užívání bude provedení projektu ověřeno podle EIR a podle zadání projektu. Pokud specifikace není splněna a jsou nutné změny, pak objekty, které byly změněny nebo nahrazeny jiným zařízením, musí být odpovídajícím způsobem aktualizovány. V této fázi se informace o objektu aktualizují o jakékoli doplňující informace, jako jsou záznamy o údržbě nebo data výměny, a objekty, které byly změněny nebo nahrazeny jiným zařízením, se odpovídajícím způsobem aktualizují.

Obr. 2: Level of Definition [12]



Obr. 3: Level of Development [13]



LOD100

LOD200

LOD300

LOD350

LOD400/LOD500

1.2 BIM v ČR

V České republice se o metodě BIM začalo mluvit již v roce 2011 díky iniciativě některých projektových firem, které v této metodě viděli budoucnost. V roce 2012 vznikl czBIM¹⁵ a začaly být postupně přejímány technické normy ISO¹⁶ a CEN¹⁷ zaměřující se na Informační modelování staveb. Pro jejich aplikaci je třeba vypracovat i příklady použití, resp. zpracovat jejich návaznost na současnou praxi.

Stavební firmy postupem času objevují výhody informačního modelu stavby. Mezi ty hlavní patří například detekce kolizí na stavbě již před započítáním samotné realizace stavby, možnost přesnějšího plánování průběhu výstavby, možnost využití prefabrikace a automatizace apod. Na druhou stranu možnosti využití v oblasti facility managementu a oceňování nejsou zatím dostatečně rozvinuty, a to z důvodu nízkého zájmu provozovatelů FM, nedostatku kvalifikované pracovní síly v oboru BIM a FM a dále z důvodu absence základních standardů, tedy pravidel a postupů. [14]

¹⁵ czBIM – odborná rada pro BIM působící v České republice

¹⁶ Organization for Standardization (ISO) = Mezinárodní organizace pro standardizaci

¹⁷ The European Committee for Standardization (CEN) = Evropský výbor pro normalizaci



Vláda ČR v roce 2016 přišla s usnesením č. 958, kde bere na vědomí význam metody BIM v Čechách a vyjadřuje její podporu v souvislosti s vlivem metody na růst ekonomiky a konkurenceschopnosti. Realizace koncepce zavádění metody BIM v České republice, která byla vypracována Ministerstvem průmyslu a obchodu, byla schválena usnesením vlády č. 682 v roce 2017 a pokračuje již pátým rokem (rok 2022). Od roku 2017 se toho v oblasti BIM hodně změnilo. Vývoj digitalizace jde dopředu a na základě toho jsou zapotřebí určité aktualizace tohoto dokumentu o zavedení koncepce metody BIM. [15]

Hlavními důvody aktualizace koncepce jsou zejména:

- reakce na nové trendy v oblasti digitalizace stavebního odvětví
- vývoj v oblasti digitalizace veřejné správy
- rekodifikace veřejného stavebního práva; časově sladuje termíny související s přípravou digitalizace stavebního řízení na straně MMR¹⁸ s uložením povinnosti použití BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce

Zásadní změnou je tedy úprava termínu pro stanovení povinnosti použití BIM pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce financované z veřejných rozpočtů a předpokládanou postupnou účinností od 1. července 2023, kdy aktuální finanční limit v roce 2022 pro stanovení nadlimitní veřejné zakázky činí 140 448 000 Kč (viz. *Zákon č. 134/2016* a s tímto zákonem související *Nařízení vlády č. 172/2016*). Ve stejném čase začne v ČR fungovat také digitální stavební řízení (podle *Zákona č. 47/2020 Sb.*, kterým byl novelizován stavební *Zákon č. 183/2006 Sb.* a zeměměřický *Zákon č. 200/1994 Sb.*), umožňující předávat výkresovou dokumentaci v elektronické nebo digitální podobě. [15]

Hlavním cílem samotného projektu Koncepce BIM je vytvoření jednotného metodického prostředí, jehož prostřednictvím bude zajištěno předávání kompletních informací o veřejných stavbách způsobilým orgánům a

¹⁸ MMR – Ministerstvo pro místní rozvoj ČR



tím i efektivní využívání prostředků ve veřejné správě, optimalizace daných procesů a zajištění způsob zjednodušení administrativy v této oblasti.

1.3 Standardy, klasifikační systémy, datový standard

Při využívání metody BIM, je nutné zavést určitý řád a standardy, podle kterých budou projektové týmy pracovat a kterými se budou řídit. Existuje řada standardů a specifikací, které mezinárodně definují informační struktury a procesy BIM. Níže jsou uvedeny pouze vybrané příklady. [16]

Informační struktury:

- ISO 16739-1:2018 – Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema¹⁹.
- ISO 12006-2:2015 – Building construction – Organization of information about construction works – Part 2: Framework for classification²⁰. Britská národní předmluva k této normě uvádí *Uniclass 2015* jako jednotný klasifikační systém pro UK BIM pokrývající všechny stavební sektory.
- ISO 23386:2020 – Building information modelling and other digital processes used in construction — Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries²¹.

¹⁹ ČSN EN ISO 16739-1: Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu – Část 1: Datové schéma

²⁰ ČSN ISO 12006-2:2015: Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 2: Rámec pro klasifikaci

²¹ ČSN EN ISO 23386:2020: Informační modelování staveb a další digitální procesy používané ve stavebnictví – Metodika pro popisování, vytváření a udržování vlastností v propojených datových slovnících



Procesy:

- *UK BIM Framework*²² – řada norem *ISO 19650* definuje proces BIM mezinárodně. Mají základ v normách řady *UK PAS 1192*. [16]

Klasifikační systémy

Pro metodu informačního modelování staveb není ustálen žádný konkrétní klasifikační systém, ale je volitelnou částí při tvorbě modelu. Definovat klasifikaci produkce je důležité, protože díky ní můžeme provádět nákladové a další analýzy v různých etapách tvorby modelu.

Klasifikační systém popisuje rozdělení tříd nebo kategorií vytvořených podle vzájemných vztahů. Ve stavebnictví existuje několik klasifikačních systémů zahrnujících mimo jiné prvky, prostory, obory nebo materiály. Mezi tyto systémy patří například již zmíněný *Uniclass 2015* (obr. 4) nebo švédský *Coclass* odvozený z dánského klasifikačního systému.

Obr. 4: Ukázka *OmniClass* a *Uniclass 2015* [17]

OmniClass Table 23 Products		UNICLASS 2015 Pr Products - 08 February 2019 - v1.13	
OmniClass Number	Level 1 Title	Code	Title
23-11 00 00	Site Products	Pr_15	Preparatory products
23-13 00 00	Structural and Exterior Enclosure Products	Pr_20	Structure and general products
23-15 00 00	Interior and Finish Products	Pr_25	Skin products
23-17 00 00	Openings, Passages, and Protection Products	Pr_30	Opening products
23-19 00 00	Specialty Products	Pr_35	Covering and finishing products
23-21 00 00	Furnishings, Fixtures and Equipment Products	Pr_40	Signage, sanitary fittings and fittings, furnishing and equipment (FF&E) products
23-23 00 00	Conveying Systems and Material Handling Products	Pr_45	Flora and fauna products
23-25 00 00	Medical and Laboratory Equipment	Pr_50	Fabric accessory products
23-27 00 00	General Facility Services Products	Pr_60	Services source products
23-29 00 00	Facility and Occupant Protection Products	Pr_65	Services distribution products
23-31 00 00	Plumbing Specific Products and Equipment	Pr_70	Services outlet products
23-33 00 00	HVAC Specific Products and Equipment	Pr_75	Services control products
23-35 00 00	Electrical and Lighting Specific Products and Equipment	Pr_80	Services general products
23-37 00 00	Information and Communication Specific Products and Equipment	Pr_85	Process engineering products
23-39 00 00	Utility and Transportation Products	Pr_90	Soft facility management products

Dále existuje americký klasifikační systém zvaný *OmniClass* (obvykle označovan jako *OmniClass™* nebo *OCCS*), vytvořený pro stavební průmysl

²² *BIM Framework* – je teoretická struktura vysvětlující nebo zjednodušující složité aspekty domény BIM identifikací smysluplných pojmů a jejich vzájemného vztahu. BIM procesy jsou strukturované informace (např. procesní mapy) určené pro provozní aplikace BIM konceptů a nástrojů.



v Severní Americe. Podobně jako UK *Uniclass*, *OmniClass* (obr. 4) je odvozen z mezinárodně uznávaných norem vyvinutých Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) a Mezinárodním stavebním informačním sdružením (ICIS).

Postupem času vznikají i technické normy pro BIM v České republice, které vycházejí převážně právě z ISO a standardů CEN (*The European Committee for Standardization*). ČR se stala iniciátorem vzniku nového klasifikačního systému CCI (*Construction Classification International*) pro BIM na evropské úrovni. Společný klasifikační systém má zajistit jednotné pojmenování všech prvků modelu stavby, které bude jednotné napříč obory i různě používanými programy a bude využitelný pro české prostředí. [18]

Datový standard

Datový standard definuje, jaké negrafické informace by měl BIM model obsahovat, v jaké formě a struktuře. Je to obecný název pro skupinu dokumentů, tabulek nebo jiných specializovaných formátů, které konkrétně definují, jaké parametry (vlastnosti) a další informace budou přiřazeny k jakým prvkům modelu. Tyto skupiny dokumentů nebo tabulek by měli definovat fáze projektu (DÚR, DSP, DSPS, ...) a jim odpovídající datový standard, tedy vyžadovanou naplněnost modelu negrafickými informacemi.

V rámci oboru Koncepce BIM byl vyvinut Datový standard staveb (dále jen DSS) pro české prostředí. 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 (ale i nestavebního) softwaru možnost integrovat předpis DSS do svých aplikací a zajistit vzájemnou spolupráci. Příklad zobrazení DSS na je obr. 5 níže. [19]

Obr. 5: Ukázka z Datového standardu staveb (DSS) [20]

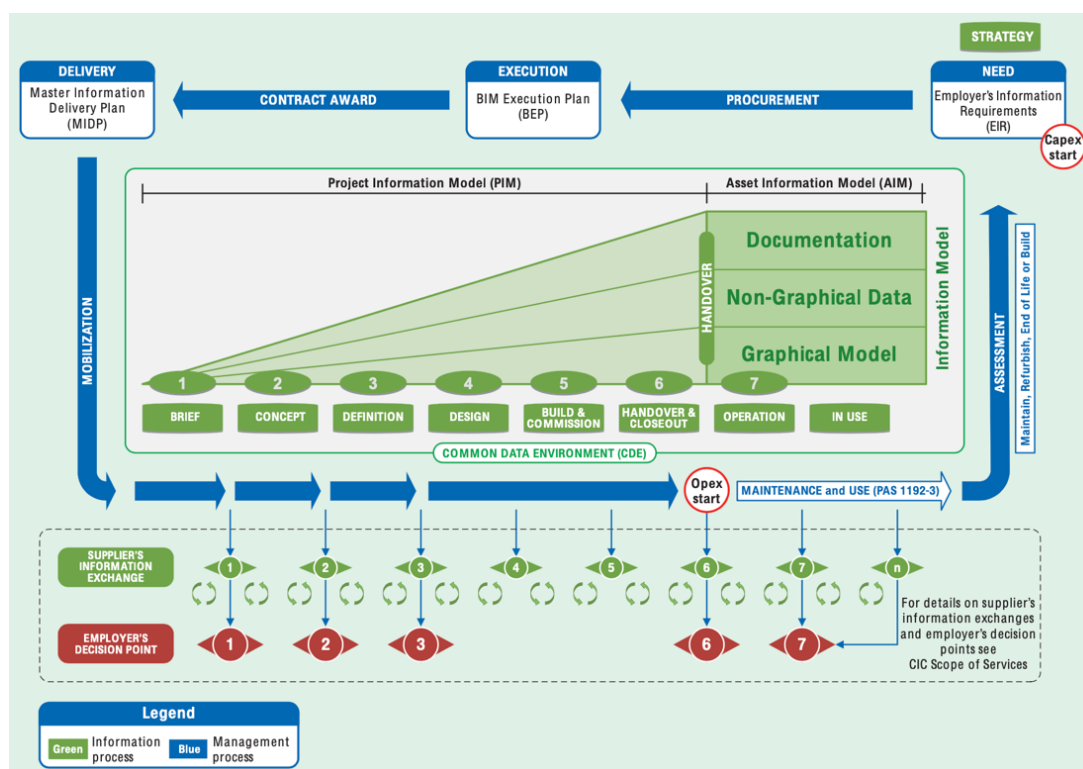
▼ 03 Architektonicko stavební část **1** **1**
 ▼ D.1.1 - ARS **1** **1**
 > D.1.1.A - svislé konstrukce
 ▼ D.1.1.B - vodorovné konstrukce **1** **1**
 > plášť ploché střechy **i**
 > plášť šikmé střechy **i**
 > podhled **i**
 > podkladní beton **i**
 ▼ podlaha **i**

název vlastnosti	měrná jednotka	datový typ
▼ klasifikace CCI		
CCI 3 Funkční systémy kod		Textová hodnota
CCI 4 Technické systémy kod		Textová hodnota
CCI 5 Komponenty kód		Textová hodnota
▼ obecné (společné vlastnosti pro všechny dílčí modely DIMS)		
komentář modelovaného prvku		Textová hodnota
název modelovaného prvku		Textová hodnota
označení modelovaného prvku		Textová hodnota
popis modelovaného prvku		Textová hodnota
▼ identifikace		
DS kód		Textová hodnota
DS název		Textová hodnota
▼ materiál		
materiál		Textová hodnota
▼ rozměry		
obvod	mm	Fyzikální veličina (s jednotkou)
plocha	m ²	Fyzikální veličina (s jednotkou)
tlouška	mm	Fyzikální veličina (s jednotkou)

1.4 Informační cyklus BIM

Postup projektu a postup tvorby dokumentů v BIM se liší dle požadavků daného státu. Tato diplomová práce je inspirována hlavně postupy a standardy využívané ve Velké Británii, která je jedním z hlavních lídrů zavádění metody BIM v Evropě. Pro zobrazení problematiky informačního cyklu jsou tak vybrány právě britské postupy dle PAS²³ 1192-2:2013, viz. obr. 6.

Obr. 6: Cyklus předávání informací [21]



Cyklus předání informací má dva vstupní body. Při realizaci nového projektu začíná projekt v poli „NEED“, na obrázku vyznačen také jako „Capex Start“ v pravém horním rohu. „Capex Start“, jinak řečeno kapitálové výdaje, vyznačuje jednorázovou investici vedoucí k pořízení, výstavbě nebo k vylepšení dlouhodobého majetku²⁴ klienta. Tyto výdaje mohou zahrnovat jak malé opravy budov, tak například stavbu zcela nového zařízení. [21]

²³ Publicly Available Specification (PAS), je označení pro veřejně přístupné standardy ve Velké Británii. Vydání PAS 1192 obsahuje pět částí popisující správu informací v BIM.

²⁴ Dlouhodobý majetek – je takový majetek, který podniku slouží na dobu delší než je jeden rok a během užívání se nespotebovává, ale opotřebovává. Dělí se na hmotný, nehmotný a finanční.



U projektů, které jsou součástí většího portfolia nebo nemovitosti či pro práce na stávajících budovách a konstrukcích, například u modernizace nebo rekonstrukce, začíná projekt u šipky vpravo s popiskem „*Assessment*²⁵“, který využívá informací již z hotového Informačního modelu aktiva (*Asset Information Model, AIM*).

Dalším vstupním bodem je „*Opex Start*“, jinak řečeno počátek provozních výdajů, který se nachází v pravé dolní části cyklu. Tohoto bodu dosáhnou nové projekty při přechodu z fáze předání stavby do fáze jejího užívání. Je to zlomový bod nazývaný jako předání díla a kapitálové výdaje se zde mění na provozní výdaje. Jedná se o výdaje vzniklé každodenními aktivitami, jako jsou například mzdy, energie, údržby a opravy, obecné správní náklady atd.

Iničiačním dokumentem tohoto BIM procesu je Informační požadavky objednatele (EIR), ten je detailněji popsán níže v následujících kapitolách. Na EIR poté navazuje *BIM Execution Plan* (BEP), neboli Plán realizace BIM, který je přímou odpovědí dodavatele na EIR a popisuje, jak mají být prováděny a dodány různé aspekty projektu. Dále po výběru dodavatele, se kromě dalšího, přistupuje k vytvoření Hlavního plánu předání informací (*Master Information Delivery Plan*, dále jen MIDP²⁶). MIDP popisuje, kdy budou připraveny informační výstupy požadované v EIR, v závislosti na různých fázích projektu.

Na vstupní body do projektu se odkazuje také Společné datové prostředí (*Common Data Environment, CDE*), které se nachází ve střední části obr. 6, označeno zeleně. CDE je online sdílené pracovní prostředí pro ukládání, sdílení, revidování a správu všech elektronických dat využívaných pro projekt v BIM. V CDE se tak realizují veškeré informační výměny projektového týmu.

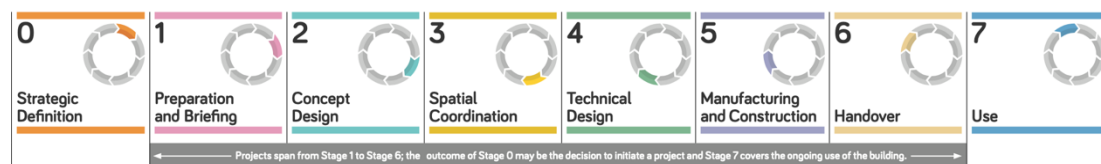
²⁵ Assessment = posouzení

²⁶ Master Information Delivery Plan (MIDP), volně přeloženo jako Hlavní plán dodání informací.

Cyklus poskytování informací, značen modrými šipkami, ukazuje obecný proces identifikace potřeb projektu, získání zakázky a generování výrobních informací a informací o aktivu relevantních pro tuto potřebu.

Projekt je rozdělen na 7 realizačních fází plus fáze užívání, na obrázku zobrazeno zeleně. Na definování těchto fází jako přijatého standardu lze využít známé systémy jako je například *RIBA Plan of Work*²⁷. Od fáze 1 po fázi 6 hovoříme o Projektovém informačním modelu (PIM). V těchto fázích se tvoří digitální model (dále jen DIMS²⁸) a postupně se navyšuje objem informací uvnitř DIMS. Jinými slovy lze říci, že se navyšuje již zmiňovaná grafická a negrafická úroveň detailu (LOD). Od fáze 7, kdy je předáno dílo objednateli, přichází na řadu část označovaná jako AIM, kde je již model zcela vyplněný požadovanými informacemi, které jsou stále udržovány aktuální a využívané dále pro správu a údržbu zařízení. Informace, které nepřichází z modelu skutečného provedení jsou doplněny a průběžně aktualizovány správcem budovy. [22]

Obr. 7: RIBA Plán prací: zobrazení fází projektu [22]



Spodní část obr. 6 popisuje výměnu informací. Výměna mezi samotnými členy projektového týmu je označena zelenými body a mezi členy projektového týmu a zaměstnavatelem je označena červenými body. Červená část značí odpovědi na otázky zvané *Plain Language Questions* (PLQ²⁹)

²⁷ RIBA Plan of Work – je dokument, který popisuje všechny fáze procesu plánování, projektování a výstavby, od koncepce až po předání stavby. Je to nejběžnější dokument používaný ve Velké Británii k popisu fází stavebních projektů.

²⁸ Digitální model stavby (DIMS) - strukturovaná a objektově orientovaná reprezentace stavby nebo její části, obsahující jednotlivé datové objekty s jejich vlastnostmi a grafickou podobou potřebnou pro požadované zobrazení. Je jedním ze základních kamenů digitálního dvojčete, přesněji informačního modelu stavby (IMS).

²⁹ Plain Language Questions (PLQ) – otázky které jsou předkládány klientem/zaměstnavatelem v různých fázích stavebního projektu a odpovídá na ně dodavatel (dodavatelé).



vymezenými klientem v EIR. Tyto otázky jsou zaměřené například na náklady na výstavbu, na provoz a užívání, pořízení stavby a další. [23]

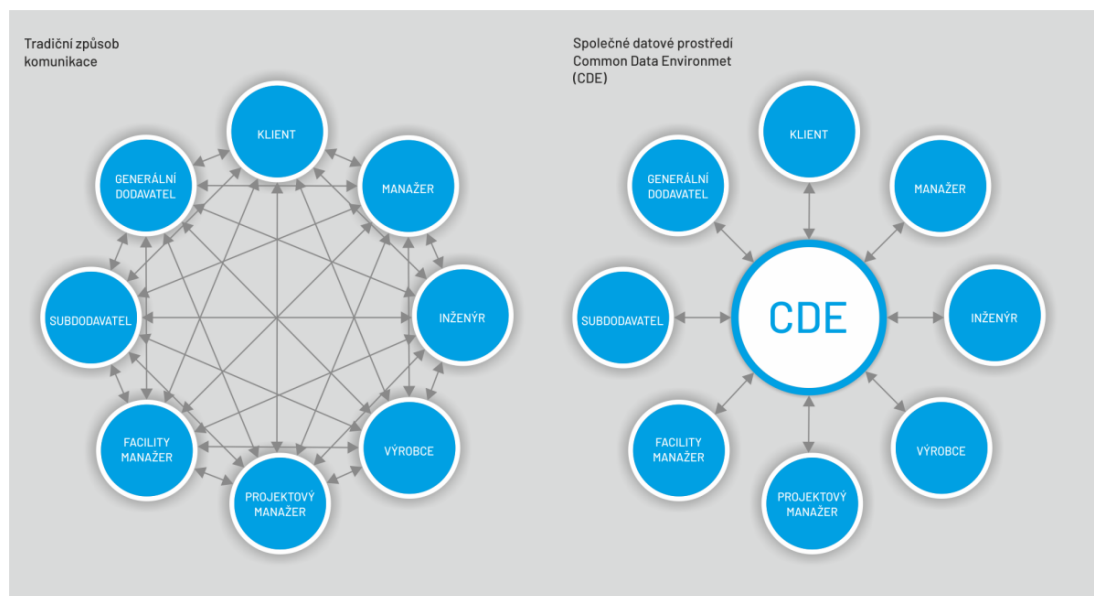
1.5 Společné datové prostředí (CDE)

Společné datové prostředí (CDE), je softwarový nástroj, který umožňuje různým stranám zapojeným do stavebního projektu (klient, projektant, generální dodavatel atd.) spolupracovat vzájemně propojeným a koordinovaným způsobem. CDE prostředí by mělo splňovat funkci jediného zdroje informací na projektu a nahradit tak klasické systémy DMS³⁰, kdy v CDE lze navíc spravovat informační model stavby. Je zde možné shromažďovat, spravovat a publikovat grafické i negrafické informace o projektu mezi různými týmy bezpečným, srozumitelným a kontrolovaným způsobem, což je proces nezbytný pro rozvoj BIM projektů. Při používání takového zdroje informací by se měla zlepšit spolupráce mezi členy projektu, omezit chyby a vyhnout se případné duplicitě informací. [24]

Na základě mezinárodního standardu *ISO 19650* pro správu informací BIM v průběhu životního cyklu stavby je klient, jako konečný příjemce informací, odpovědný za poskytnutí CDE a postupů, které mají ostatní účastníci projektu dodržovat při sdílení informací. Klient zřídí CDE, ve kterém budou hlavní smluvní strany sdílet informace. Hlavní dodavatelé však mohou zvolit jiné způsoby sdílení informací se svými subdodavateli. [25]

³⁰ DMS/EDMS = systém pro správu papírových nebo digitalizovaných dokumentů (Document Management System / Electronic Document Management System)


Obr. 8: Rozdíl CDE a běžného sdílení informací [26]



CDE prostředí

Výběr CDE je důležitým milníkem pro každou organizaci, protože bude využíván po celou dobu trvání projektu, včetně konečné fáze užívání. Níže je vybráno několik aktivních společností zabývajících se vývojem a poskytováním CDE prostředí. V dnešní době se kladou vysoké nároky a požadavky na bezpečnost dat na ISO certifikace apod.

Obr. 9: CDE Prostředí [25]

Name		Website
	Aconex	https://www.aconex.com/
AEC Hub	AEC Hub	https://aechub.io/
	Asite	https://www.asite.com/
	Autodesk BIM 360	https://bim360.autodesk.com/
	Bentley ProjectWise	https://www.bentley.com/
	Clearbox BIMXtra	https://www.clearboxbim.com/
	EcoDomus	http://ecodomus.com/
	Graphisoft	http://www.graphisoft.com/bimcloud
	Revizto	https://revizto.com/en/
	Trimble Connect	https://connect.trimble.com/
	Viewpoint	https://en-gb.viewpoint.com/
	GroupBC	https://www.groupbc.com/
	3D Repo	http://3drepo.org/
	FM180	http://www.fm180.com/

1.6 Smluvní strany a jejich vztahy

Každý projekt nejen ve stavebnictví je ovlivňován řadou faktorů. Stavební projekty jsou charakteristické velkým počtem zainteresovaných subjektů, které mohou stavbu značně ovlivnit.

Zástupci smluvních stran projektu, tj. například objednatel, projektant, generální dodavatel, subdodavatelé, dodavatelé specialisté a správce zařízení, by se měli podílet a vzájemně spolupracovat na tvorbě Plánu realizace BIM (BEP) a dále na tvorbě modelu stavby od počáteční fáze projektu až do konce výstavby. V průběhu realizace stavebního projektu spolu musí projekt koordinovat a aktualizovat data v digitálním modelu stavby.

Na počátečních jednáních by měli hlavní zástupci každé organizace definovat cíle a vize implementace BIM na projektu. Následně, po stanovení



těchto cílů, mohou společně koordinátoři BIM za každou zúčastněnou stranu navrhnout podrobné implementační procesy a procesy pro výměnu informací.

Dále by měla být určena hlavní strana odpovědná za koordinaci a sestavení BEP. Role této strany se může lišit v závislosti na metodě dodání projektu, kdy dvě hlavní metody dodání jsou popsány dále v diplomové práci.

1.6.1 Objednatel

Objednatel, jinak lze také chápat jako zadavatel, investor či také klient, je iniciátorem stavebního záměru. Projekt je zadáván a veden na základě jím zadaných požadavků, očekávaných výstupů a cílů.

Objednatelé požadují využití metody BIM na projektech z důvodů úspory času a nákladů, zlepšení kvality díla, kontrolovanému přístupu k informacím od počátečních fází projektu až po fázi provozu pomocí jím vybraného CDE prostředí, zlepšení kontroly procesu výstavby, využití modelu stavby v době jejího užívání a jiné již dříve zmíněné důvody a výhody pro BIM. Pro lepší specifikaci požadavků a očekávání objednatele je nezbytné, aby byl obeznámen s výhodami a možným využitím metody BIM již z dřívějších projektů.

Mezi hlavní povinnosti objednatele patří:

- vypracovat EIR (či nechat zpracovat pověřenou osobou – správcem informací) a v případě potřeby ho revidovat a aktualizovat, včetně datových standardů³¹
- jmenovat správce informací, který bude ustanoven pro celou dobu trvání projektu (do konce plnění závazků ze smlouvy)

³¹ Datový standard – souvisí s digitalizací stavebnictví obecně, má snahu strukturovat informace o základních prvcích modelu ta, aby byly strojově čitelné. Tyto prvky jsou základem potřebných informací o stavebním objektu. Důvod jeho vzniku je nutnost sjednotit strukturu, rozsah a definice údajů o základních prvcích, které tvoří model i realizovanou stavbu, a to pro různé její milníky a účely užití dat.



BIM koordinátor objednatele

BIM koordinátor objednatele je osoba zastupující jeho stranu v otázkách BIM a úzce spolupracuje s projektovým manažerem, případně BIM manažerem. Koordinátor se podílí na správě CDE prostředí, na kontrole BEP a snaží se směřovat ostatní zainteresované strany ke správnému dodržování požadavků EIR.

Správce informací objednatele

Správce informací zajišťuje procesy dodání, přenosu a uchování informací v rámci CDE. Zajišťuje a odpovídá za nastavení procesů výměny informací, spravuje nástroje CDE, včetně přístupových práv a zajišťuje technickou podporu členům projektového týmu.

1.6.2 Dodavatel

Role Dodavatele projektu se mění v závislosti na metodě dodávky projektu. Obecně je úkolem dodavatele dodat projektovou dokumentaci a vytvořit informační model stavby (přípravná fáze) a dále stavbu zrealizovat (realizační fáze). Objednatel a dodavatel jsou vzájemně vázáni smlouvou o dílo (SoD), která zahrnuje BIM protokol společně s jeho přílohami EIR a BEP.

Tvorbu projektové dokumentace a modelů stavby zajišťuje projektant spolu s architektem. Projektant následně spolupracuje s dodavatelem technického zařízení budovy a dalšími specialisty. Hlavní inženýr projektu je odpovědný za správnost a úplnost vytvořené dokumentace.

V přípravné fázi projektu má dodavatel za úkol posoudit a projednat rizika, která mohou vzniknout při realizaci. Využití metody BIM je tak výhodou v rámci dobře zkoordinovaného modelu a větší transparentnosti případných problémů, které mohou nastat. Například, díky průběžné kontrole kolizí v 3D modelu je možné identifikovat a odstranit problémy, které by mohly vzniknout v průběhu výstavby.

**Dodavatel je povinen:**

- dodržovat BIM protokol včetně všech jeho příloh
- s řádnou odbornou péčí vytvořit a dodat informační model v souladu se Smlouvou, podle EIR, datových standardů a dalších příloh Smlouvy
- užívat informační model či jakoukoli jeho část pouze v souladu s přípustnými účely (autorskými právy)
- dodat informační model na úrovni podrobnosti stanovené pro danou fázi a v souladu s EIR a datovými standardy
- všechny změny informačního modelu provádět prostřednictvím 3D úprav prvků, 2D dokumentace nesmí být tvořena separátně, ale vždy musí vycházet z 3D modelu, čímž bude zachována plná integrita a aktuálnost datového modelu
- užívat informační model či jakoukoliv jeho část pouze v souladu s přípustnými účely
- stavět své vztahy s ostatními členy projektového týmu na porozumění vzájemných očekávání, poctivosti, vzájemné důvěře a společném úsilí k dosažení dohodnutých společných cílů
- dodat digitální modely stavby v otevřeném formátu IFC podle ČSN EN ISO 16739 a v nativním formátu použitého softwarového nástroje pro tvorbu digitálního modelu stavby pokud to objednatel vyžaduje
- zajistit, aby až do konce projektu byly dodržovány aktuální EIR a datové standardy
- zajistit, aby role koordinátora BIM byla podle potřeb obměňována nebo obnovována tak, aby až do konce plnění závazků ze Smlouvy byla nepřetržitě k dispozici osoba plnící jeho úlohy
- zajistit aktuálnost a správnost dat ve Společném datovém prostředí (CDE)
- zajistit zpracování a případné aktualizace Plánu realizace BIM (BEP) odpovídající požadavkům objednatele na informace a ostatním požadavkům stanoveným v BIM protokolu, a to na základě objednatelem poskytnutého Předběžného plánu



realizace *BIM* a vlastních možností, zkušeností a návrhů, softwarových možností apod.

- předat klientovi MIDP a MPDT tabulky s informacemi o dodání výkresů a modelů projektu
- v součinnosti s BIM koordinátorem zajistit aktualizaci BEP před započítáním přípravy každého stupně dokumentace stavby dle Smlouvy a v souladu s aktuálními EIR a datovými standardy schválenými objednatelem a potřebami a požadavky objednatele
- dodržovat Plán realizace BIM (BEP)
- zajistit, aby modely byly předány bez kolizí, případně navrhne možná řešení v součinnosti s projektantem a koordinátorem BIM
- zajistit soulad zpracování osobních údajů s Obecným nařízením o ochraně osobních údajů (Nařízení EP a Rady (EU) č. 2016/679) tzv. GDPR [27]

BIM koordinátor dodavatele

Je osoba zastupující dodavatele v otázkách BIM. BIM koordinátor by měl mít uživatelské znalosti s modelováním v BIM softwarech (Revit a další) a obecné znalosti z oblasti informačních technologií. Jeho hlavním úkolem je koordinace zpracování celého informačního modelu a řízení všech dodavatelů informačních modelů či jeho částí. Je zodpovědný za dodávku a informační naplněnost modelu jako celku, jeho správnost a včasné předání objednateli.

Povinnosti BIM koordinátora:

- kontroluje a koordinuje výstupy projekčního týmu a naplněnost modelu předem specifikovanými informacemi v EIR a BEP
- koordinace dílčích modelů do celkového informačního modelu (tzn. federovaného modelu)
- poskytuje technickou podporu realizačnímu týmu projektu při práci s informačním modelem a s CDE prostředím
- spolupracuje s ostatními členy projektového týmu rovněž při aktualizaci a implementaci BEP
- podporu projektového týmu při vytváření procesů výměny informací a výstupů z Informačních modelů



2 Požadavky na informace

Před zahájením projektu je nezbytné sestavit seznam BIM dokumentů, specifikací aktuálních informací i fyzického majetku. Správa informací spočívá v zajištění toho, že správné informace budou doručeny na správné místo ve správný čas, aby splnili jejich účel. Požadavky na informace berou v úvahu jak strukturované (fakta pro objekty či jejich vlastnosti), tak nestrukturované (texty, obrázky apod.) informace.

Pověřující strana neboli strana žádající potřebné informace, by měla nejdříve určit požadované cíle projektu. Bez tohoto kroku nelze plánovat, jakým způsobem budou informace dodány, jaký bude časový harmonogram projektu a jaké budou potřebné zdroje. Po vyjasnění může klient sdělit požadavky pověřené straně neboli straně dodávající informace. [28]

Požadavky lze rozdělit na strategické požadavky, všeobecné požadavky a na detailní požadavky, viz. rozdělení níže.

- **Strategické požadavky**

Organizace (objednatel) by měla pro definování požadavků na informace aplikovat principy a procesy vysvětlené v *ISO 19650-1:2018* a *ISO 19650-3:2020*, z čehož vyplývají Požadavky organizace na informace (*Organizational Information Requirements*, dále jen OIR).

OIR zajišťuje, že správné informace se vracejí zpět do širšího fungování organizace a podporují strategická obchodní rozhodnutí, jsou proto důležitým zdrojem podpory organizace. Tyto informační požadavky mohou být vytvořeny z různých důvodů, např.: ze strategických obchodních důvodů, plánování portfolia, právní normy, firemní politiky atd.

- **Všeobecné požadavky**

Během provozní a dodací fáze životního cyklu aktiva by měly být k definování informací použity zásady a procesy definované v *ISO 19650-1:2018*, *ISO 19650-2:2018* a *ISO 19650-3:2020*. Všeobecné požadavky definují důvody, proč jsou informace potřebné. Z OIR jsou tak odvozeny dva typy požadavků:



1. Požadavky na informace o aktivu (AIR)
2. Požadavky na projektové informace (PIR)
 - **Detailní požadavky**

Tyto požadavky mohou mít formu textovou, ale i formu tabulky specifikující účel, obsah, formu a formát každé požadované informace. Úroveň informační potřeby je rámcem pro definování informací napříč těmito aspekty a odkazuje na ni *ISO 19560-12018*. V souladu s tím by měly být informace definovány v následujících třech pododdílech:

1. Geometrické informace
2. Alfnumerické informace
3. Dokumentace [28]

Za detailní požadavky jsou považovány Informační požadavky objednatele (EIR).

Přebytečné informace

ISO 19650-2:2018 doporučuje nevytvářet přebytečné informace, které:

- přesahují požadovanou úroveň
- přesahují požadovaný rámec informací
- duplikují informace již vytvořené jiným týmem
- obsahují nadbytečné detaily [29]

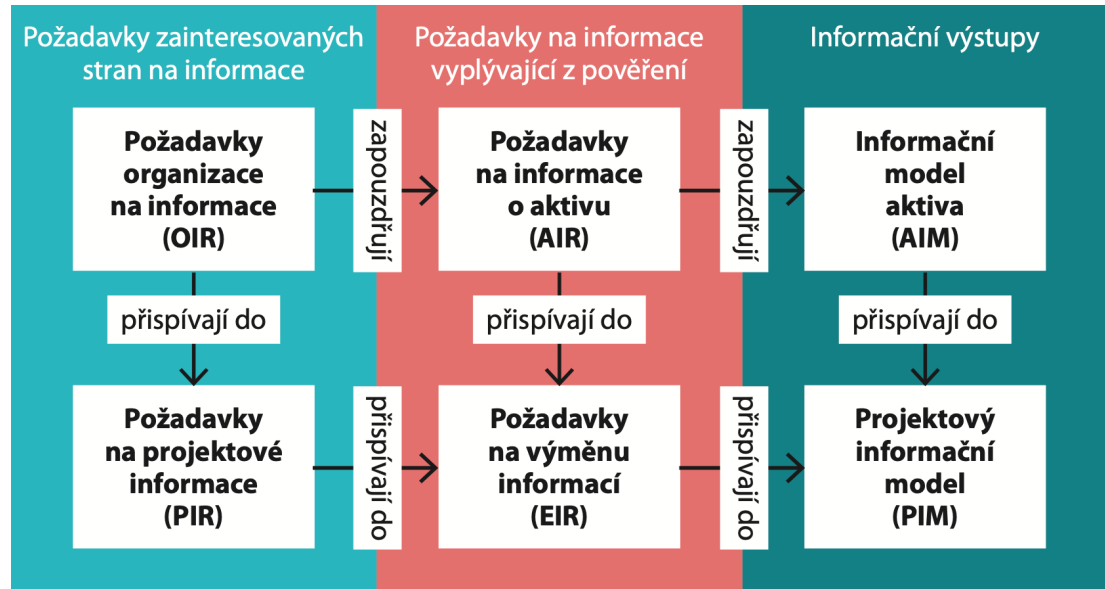
Jinými slovy lze říct, že pověřující strana, tedy objednatel, by měla vyžadovat pouze takové informace, které budou následně použity. Pracovní tým by neměl duplikovat informace vytvořené jiným týmem. Jako praktický příklad lze využít federovaný (propojený) model³², ve kterém jsou sjednoceny modely všech profesí na projektu.

Čas strávený vytvářením, správou, vydáváním a kontrolou přebytečných informací bude zbytečný a zároveň se budou navyšovat náklady

³² Federovaný model – BIM model propojující (neslučující) několik jednotlivých modelů různých disciplín dohromady

na poskytovatele těchto informací a tím se také mohou zvýšit náklady pro objednatele. [30]

Graf 3: Hierarchie požadavků na informace [31]



2.1 Požadavky organizace na informace (OIR)

Požadavky organizace na informace jsou součástí zadávací dokumentace pro zpracování projektu metodou BIM.

PAS 1192-3:2014 definuje OIR jako „*Požadavky na informace o organizaci: data a informace k dosažení cílů organizace*“. [32]

Tyto požadavky na informace definují, jaké informace mají být poskytovány, aby pomohly podpořit obchodní operace a širší strategické cíle v rámci organizace. OIR pomáhá porozumět tomu, jaké informace organizace objednatele potřebuje, případně její klienti. Organizace mohou mít různé potřeby na obsah informací, identifikace OIR tak bude vyžadovat spolupráci několika různých oddělení v rámci organizace. Spolupráce bude zapotřebí zejména od lidí zapojených do strategického rozhodování souvisejícího s portfoliem aktiv a systémy aktiv. [28]

Vyjma definování cílů je také jedním z prvních kroků organizace identifikace potenciálních výhod vytvoření informačního modelu stavby. Kromě toho by měl objednavatel identifikovat:

- a) Kolik času a finančních prostředků bude potřeba k zajištění CDE.



- b) Kolik času a finančních prostředků bude nutné vyčlenit na identifikaci informací, které budou požadovány (tzn. vytvořit EIR).
- c) Kolik času a finančních prostředků bude zapotřebí ke sběru těchto údajů.
- d) Kolik lidských zdrojů bude zapotřebí k vyhotovení práce a zajištění správy.
- e) Jaké softwarové nástroje budou použity k extrahování dat z informačního modelu. [33]

Na základě OIR účastník výběrového řízení sestaví Předběžný plán realizace BIM.

2.2 Požadavky na informace o aktivu (AIR)

Příprava obsahu potřebného pro zodpovězení OIR bude často vyžadovat shromažďování, agregaci a manipulaci s mnoha informacemi o aktivu organizace. Dalším krokem je proto určit, jaké informace jsou potřebné k informování každého OIR.

PAS 1192-3:2014 definuje AIR jako „*Požadavky na informace o aktivu: požadavky na data a informace organizace ve vztahu k aktivům, za které je odpovědná*“. [32]

Požadavky na informace o aktivu (*Asset Information Requirements*, dále jen AIR), jsou podrobné údaje a informace o aktivu, které po správném umístění do kontextu mohou odpovědět na otázky vznesené v OIR.

AIR stanovuje manažerské, obchodní a technické aspekty vytváření informací o aktivech. Manažerské a obchodní aspekty by měly zahrnovat informační standard a metody a postupy dodání, které má implementovat dodavatelský tým.

AIR dále vyžaduje, aby organizace klasifikovala data a informace vkládané do AIR podle dohodnutého klasifikačního systému nebo prostřednictvím struktur úložiště dat a souborů. Případy, které mohou vyžadovat načtení těchto dat zahrnují:



- a) Převod informací z přípravné a realizační fáze
- b) Rozhodování o správě informací o aktivech podle PAS
- c) Hodnocení výkonnosti aktiva
- d) Plánovaná nebo operativní údržba
- e) Drobné práce (opravy, výměny komponentů)
- f) Práce na konci životnosti (vyřazení z provozu)
- g) Změna předpisů týkajících se aktiv
- h) Změna požadavků organizace na aktiva
- i) Změna vlastníka, provozovatele nebo správce [33]

Je důležité, aby AIR definovaly data a informace požadované v průběhu životního cyklu aktiva. Informace musí být dostatečně podrobné, aby odpovídaly na klíčové otázky kladené v každé fázi životního cyklu aktiva.

2.3 Požadavky na projektové informace (PIR)

Požadavky na projektové informace (*Project Information Requirements*, dále jen PIR), obsahují potřebné informace k zodpovězení nebo informování o strategických cílech pověřující strany ve vztahu k danému projektu. PIR je částečně vytvořený z OIR, přičemž OIR poskytuje základní informace pro PIR, ale nejsou jeho jediným zdrojem. Požadavky jsou identifikovány z procesu projektového řízení, ale i procesu správy aktiv.

Pro každý z klíčových bodů rozhodování pověřující strany během návrhu a dodávky stavebního projektu by měl být připraven soubor požadavků na informace. Při vytváření PIR by se měl brát v úvahu projektový plán práce, a klíčové rozhodující body by se měly propojit s harmonogramem projektu. [28]

Částí objednatelé mohou vyvinout obecný soubor PIR, který lze pouze upravovat v rámci potřeb konkrétního projektu.

ISO 19650-2:2018 obsahuje seznam navrhovaných bodů, které by měla pověřující strana vzít v úvahu při vytváření PIR:

- a) Rozsah projektu
- b) Zamýšlený účel, pro který bude informace použita v rámci jmenné strany
- c) Plán prací na projektu



- d) Plánovaný postup zadávání zakázek
- e) Počet klíčových bodů rozhodování v průběhu projektu
- f) Rozhodnutí, která musí jmenující strana učinit v každém klíčovém bodě
- g) Otázky, na které jmenující strana musí odpovědět, aby mohla udělat správná rozhodnutí [29]

2.4 Informační požadavky objednatele (EIR)

Exchange Information Requirements či také *Employer's Information Requirements* (EIR), neboli Informační požadavky objednatele zadané dodavateli. EIR jsou definovány s dostatečnou podrobností tak, že je lze začlenit do smlouvy mezi pověřující stranou a hlavní pověřenou stranou, jinak řečeno mezi objednatelem a dodavatelem.

EIR je základní dokument definovaný v *ISO 19650-1:2018* jako „dokument pro výběrová řízení, určující, jaké informace mají být předávány a jaké normy a procesy mají být přijaty dodavatel v rámci procesu předávání projektu“. [34]

Dokument slouží jako podklad pro výběr dodavatelů, tzn. pro zadání výběrového řízení, a následně také pro kontrolu BEP a kompletnosti dodaného modelu stavby. Účelem dokumentu je jednoznačně specifikovat požadavky na BIM model tak, aby předávaná data byla konzistentní, kvalitní a využitelná pro plnění cílů, které si objednatel stanovil v souvislosti s využitím BIM. Obecné Požadavky objednatele jsou zapsány do BIM protokolu, detailní do BEP a implementovány pomocí BEP. [28]

Jak již bylo zmíněno, EIR také určuje datový standard a úroveň detailu (LOD) modelů v jednotlivých fázích projektu. Datový standard jasně udává podrobnost negrafických informací, přepisuje jednotlivé parametry všech prvků a říká, ve které fázi projektu mají být do modelu zaneseny.

Klíčové informace se v EIR dělí do tří skupin dle *PAS1192-2:2013* takto:

- 1) Technické
 - Softwarové platformy
 - Formát výměny dat



- Souřadnicový systém
- Úroveň detailu (LOD/LOI)
- Školení

2) Management

- Normy, standardy
- Role a odpovědnosti
- Správa dat, pracovní postupy prací a rozdělení projektu
- Zabezpečení
- Koordinace a detekce kolize
- Proces spolupráce
- Zdraví a bezpečnost při práci (BOZP)
- Systémové nároky
- Strategie poskytování informací o aktivu

3) Obchodní

- Předání dat
- Definice výstupních dat
- Využití modelu
- Zhodnocení způsobilosti pro implementaci BIM [21]

2.5 Projektový informační model (PIM)

PAS 1192-2:2013 definuje PIM jako „*Informační model projektu vyvinutý během fáze návrhu a fáze výstavby projektu*“. [21]

PIM je vyvíjen postupně, nejprve jako model koncept návrhu a poté jako digitální model stavby v přípravné fázi a ve fázi realizace. PIM může obsahovat podrobnosti o geometrii projektu, požadavky na výkon v průběhu projektování, způsob výstavby, plánování, kalkulace a podrobnosti o instalovaných systémech, komponentech a zařízeních. Tento model by měl být uložen tak, aby byl schopný poskytnout dlouhodobý archiv projektu a mohl být využit pro další účely auditu³³ objektu.

³³ Audit – prověřuje systém řízení kvality ve společnosti. Účelem je zjistit, zda společnost plní požadavky mezinárodní normy včetně vybudování systému dokumentace. V současnosti



V raných fázích tvorby PIM, model nejčastěji obsahuje objemová tělesa nebo 2D symboly, které reprezentují obecné prvky návrhu, přičemž některé prvky, objednatelům definované jako stěžejní, jsou modelovány podrobněji. Postupem se model rozvíjí a zároveň se tím i zvyšuje úroveň detailu, nejprve u obecných objektů a poté u objektů specifických s připojenými daty a informacemi určenými pro provoz, přístup, instalaci a údržbu. [28]

Nakonec, po dokončení stavby, Informační model projektu je zpracován na Informační model aktiva (AIM), který bude použit v provozní fázi projektu.

2.6 Informační model aktiva (AIM)

Informační model aktiva (AIM) podporuje strategické a každodenní procesy správy aktiv stanovené pověřující stranou.

PAS 1192-3:2014 definuje AIM jako „*Informační model aktiva: data a informace, které se vztahují k aktivům na úrovni požadované pro podporu systému správy aktiv organizace*“. [32]

AIM může poskytnout grafická i negrafická data a informace, stejně tak jako dokumenty a metada. Může se týkat jednoho aktiva nebo celého portfolia aktiv. AIM lze vytvořit ze stávajících informací o aktivu, z nových informací nebo z informací v PIM, který byl vytvořen v rámci výstavby nového projektu.

Model napomáhá s procesy souvisejícími s činností facility managementu a může obsahovat registry zařízení, kumulativní náklady na údržbu, záznamy o datech instalace a údržby, podrobnosti o vlastnictví aktiva a další podrobnosti, které pověřující strana považuje za cenné a chce je systematicky spravovat. U stávajících aktiv mohou být některé informace neúplné, protože dříve nebyli požadovány v takovém rozsahu jako například nyní. [35]

nejznámější příkladem auditu systému řízení kvality jsou podmínky pro získání kvalifikace podle ISO 9001.



3 Metody dodávky projektu

Všechny stavební projekty vyžadují kombinaci procesů, včetně plánování, financí, návrhu a výstavby. Metody dodání stavebního projektu se liší podle způsobů, jak jsou tyto procesy organizovány při realizaci projektu. Zatímco každý stavební projekt obecně zahrnuje objednatele a dodavatele (projektant, zhotovitel), způsoby realizace projektu se mohou lišit. Kroky požadované a provedené při realizaci projektu určují, jak úspěšný bude projekt. Výběr správného způsobu dodávky projektu je proto velmi zásadním krokem, který je třeba učinit před zahájením stavby.

Výběr způsobu dodání stavebního projektu do značné míry závisí na dvou faktorech:

- a) Typ projektu (nová výstavba, oprava, rekonstrukce)
- b) Požadavky a přístupy objednatele (majitele) [36]

Konečný úspěch metody dodávky projektu závisí na úrovni spolupráce, kvalitě a zkušenostech týmů objednatele a týmů dodavatele, a na důsledném i komplexním použití zvolené metody dodávky projektu a související podpůrné informační technologie.

Níže jsou uvedeny nejběžněji používané typy metod dodání projektů:

- 1) Design-Bid-Build (DBB)
- 2) Design-Build (DB)
- 3) Public-Private-Partnership (PPP)
- 4) Construction Manager at Risk (CMAR)
- 5) Integrovaná dodávka projektu (IPD) [37]

V následujících kapitolách budou podrobněji popsány metody 1 a 2, tedy *Design-Bid-Build* a *Design-Build*, které jsou nejčastěji používané.

Metoda PPP je zprostředkovací metoda, kdy soukromý sektor navrhuje, financuje, staví, provozuje a udržuje zařízení po delší dobu před jeho převodem do veřejného sektoru. Metoda si klade za cíl zlepšit poskytování služeb a správu zařízení dosud poskytovaných veřejným sektorem a je hojně užívaná v zahraničí, ale postupem času se dostává do popředí i u nás v ČR.



Metody 3–5 nejsou v českém prostředí natolik rozšířené, a proto se jimi dále v této práci nebudeme zabývat.

3.1 Metoda Design-Bid-Build

Tato metoda dodávky projektu je konvenční způsob dodání stavebního projektu a zachovává jasné rozdělení projekční a výstavbové části projektu. Metoda *Design-Bid-Build* (dále jen DBB) je nejčastější používanou formou zadání veřejných zakázek v České republice. Obecně platí, že nejdůležitějším kritériem nabídky pro výběr dodavatele v projektech DBB je cena díla.

Jedná se o „tradiční formu projektu“. Odpovědnost za přípravu a zhotovení projektové dokumentace nese ve větší míře objednatel. U této metody objednatel nejdříve hledá kvalifikovaného projektanta znalého příslušných procesů a postupů, aby vytvořil projektovou dokumentaci (výkresy a technické specifikace) pro daný projekt. Objednatel poté na základě daného stupně projektové dokumentace získá potřebná povolení a následně je spuštěno výběrové řízení (tender) na potencionální dodavatele stavebních prací. Realizační tým projektanta vypomáhá objednateli při hodnocení nabídek dodavatelů realizačních prací a zodpovídá jejich případné dotazy.

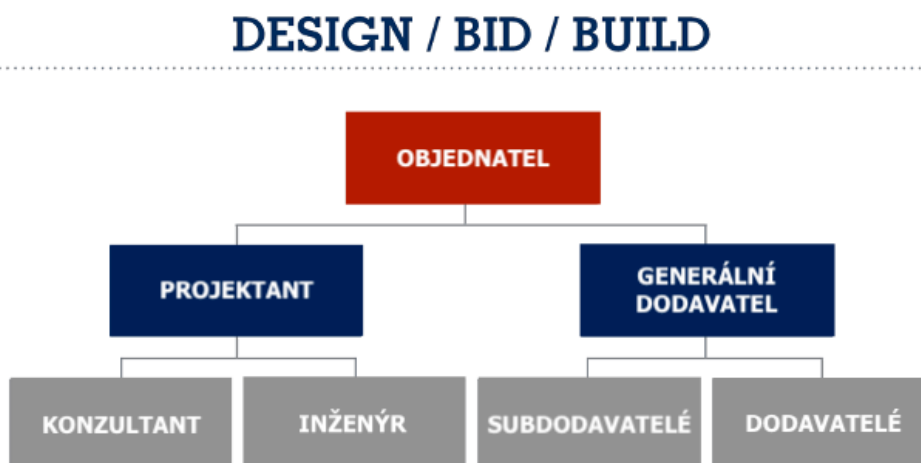
Projektová dokumentace pro stavební povolení (DSP) pro metodu DBB obsahuje výkresy, technické specifikace, výkaz výměr a další dle definovaného rozsahu DSP. Položkové ceny výkazu výměr oceňuje dodavatel v nabídce na své riziko. Jednotlivé nabídky dodavatelů stavebních prací se tak dobře porovnávají na základě kritéria nejnižší ceny.

Jakmile je vybrána nabídka, objednatel uzavře smlouvu s vybraným dodavatelem a začnou stavební práce na projektu. Metoda DBB umožňuje dodat objednateli projekt za nízké pořizovací náklady, proto se tento proces nejlépe používá na projektech, které jsou jednoduché, nemají napjatý časový harmonogram a které mají omezený rozpočet.

Implementace BIM v procesu DBB pomáhá zjednodušit spoustu práce. V procesu DBB může projektant modelovat projekt pomocí nástrojů BIM a může získat odhad, který lze použít k vypsání nabídky na dodavatele stavebních prací. Jakmile je zakázka zadána dodavateli, jsou modely BIM

předány jeho realizačnímu týmu. Průběh projektu lze na této platformě aktualizovat a projektant i objednatel budou dobře informováni o dění. Ve srovnání s procesem DB je implementace BIM v procesu DBB únavný úkol. [36]

Graf 4: Design-Bid-Build [38]



3.2 Metoda Design-build

Při metodě dodávky projektu *Design-Build* (dále jen DB) si objednatel najme společnost nebo tým v rámci jedné smlouvy tak, aby dodali a dokončili stavební projekt od fáze konceptu až po realizaci stavby. V procesu výběru se vyhodnotí, zda je konkrétní dodavatel schopen dokončení celého projektu. Mezi hodnotící faktory patří:

- reference a dřívější zpracování jiných DB projektů dodavatele
- technický přístup
- technická kvalifikace
- schopnost a kapacita projekt realizovat
- nabídková cena
- další faktory (pojištění, organizace, ...)

Vzhledem k tomu, že tento tým je zodpovědný nejen za projekční práce, ale i výstavbu projektu, jsou cenové změny omezeny v průběhu projektu na minimum. Ke změnám cen obvykle dochází v těch případech, kdy neznámé



podmínky nebo požadavky objednatele vyžadují zvýšení nákladů. Pokud metoda DB zahrnuje více než jednu společnost, objednatel potřebuje identifikovat pracovní vztah mezi členy vybraného týmu, aby se minimalizovaly konflikty v průběhu procesu. [39]

Jelikož se jedná o projekt dodavatele, řídí dodavatel návrh projektu tak, aby mohl práci provést co nejefektivněji. Objednatel stavebního projektu většinou stanoví maximální cenu projektu a má významné slovo při kontrole nákladů.

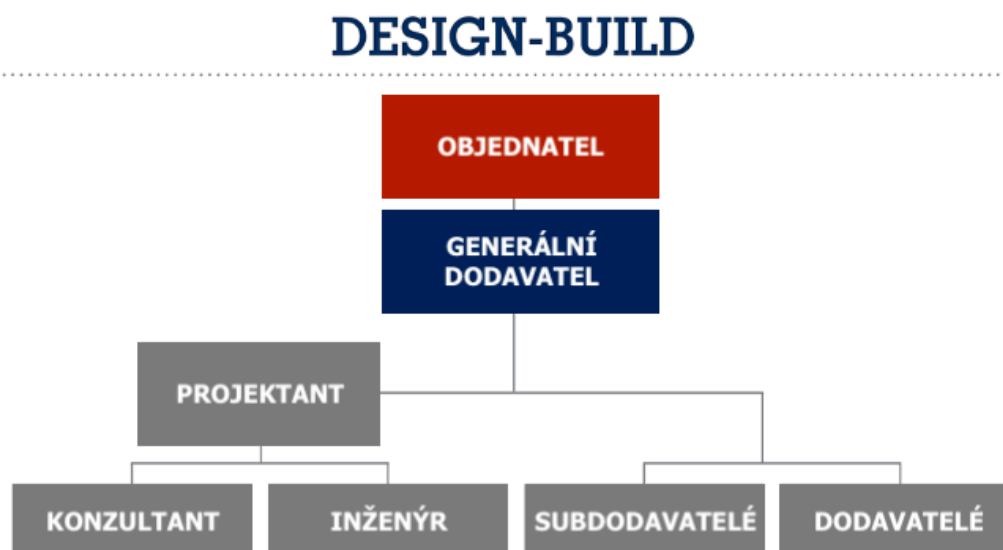
Jednou z výhod této metody je otevřenost návrhu veřejné zakázky, kdy je projekt zadán pouze prostřednictvím požadavků na účel, standardy a výkonová kritéria, tedy vlastnosti, které by stavba z hlediska energetické náročnosti, kvality vnitřního prostředí a rozsahu funkcí měla splňovat, někdy zadání návrhu obsahuje i architektonickou studii. Konkrétní výběr konstrukčního řešení, technologií a pracovních postupů určí sám generální dodavatel dle svých možností a zkušeností.

DB se obecně používá pro stavební projekty, kde objednatel jasně stanovil své požadavky ještě před začátkem tvorby projektové dokumentace. Co se týká výhod v časovém postupu (harmonogramu) projektu, tato metoda eliminuje procesy, které by zdržovali chod projektu, jako jsou nabídkové a výběrové procesy, a proto je tak možné pozorovat výrazné urychlení časového plánu, například oproti metodě DBB. [36]

Když je BIM implementován v projektech DB, skutečně ukazuje svou schopnost snížit náklady, zkrátit harmonogramy a zlepšit celkovou kvalitu projektu. Rozšiřuje také kapacitu realizačního týmu v rámci zohlednění aspektů, jako je udržitelnost v procesu návrhu a výstavby. To je založeno na schopnosti DB zlepšit spolupráci mezi projekčními a konstrukčními týmy. BIM je proces založený na spolupráci, který poskytuje týmu *Design-Build* dokonalou platformu pro hodnocení, prezentaci a dokumentaci nápadů. Kromě toho umožňuje realizačnímu týmu vytvořit daleko propracovanější digitálního model již v průběhu návrhu. To poskytuje podporu lepšímu rozhodování a zvýšenou schopnost vyhodnotit různé možnosti návrhu v porovnání s náklady,

kvalitou, harmonogramem a udržitelností bez potřeby vracet se tam a zpět, k čemuž obvykle dochází v prostředí *Design-Bid-Build*.

Graf 5: *Design-Build* [38]



3.3 Rozdíly BEP podle smluvního modelu

Hlavním rozdílem při tvorbě Plánu realizace BIM v případě využití metod dodávky DB a DBB je, že v případě smlouvy DB je zapotřebí pouze jeden plán BEP, který je tvořen před i po podpisu smlouvy a musí obsahovat informace o aktivitách jak ve fázi přípravy, tak i ve fázi realizace. Tento způsob dodávky vyžaduje úzkou spolupráci realizačních týmů.

V opačném případě, u objednatelů s využitím metody DBB, jsou zapotřebí Realizační plány BIM dva. Jeden BEP vytvořený v přípravné fázi realizačním týmem projektanta a druhý BEP vytvořený ve fázi realizace realizačním týmem generálního dodavatele. Zásadním cílem Realizačního plánu BIM u projektů při použití metody DBB je nastavení pravidel a pracovních procesů tak, aby se dosáhlo plynulé migrace modelů a dat z fáze samotného konceptu do konečné fáze provozu. To bude zajištěno detailním zadáním požadavků na informační model a jeho dat objednatelem. Pro úspěšnou implementaci metody BIM je důležité, aby všechny strany podílející se na dodání projektu byly schopny pracovat v prostředí BIM, jinak může dojít ke snížení kvality projektu.



4 Plán realizace BIM (BEP)

BIM je proces tvorby a řízení grafických i negrafických informací v průběhu celého životního cyklu projektu. Před zahájením samotné tvorby informačního modelu stavby je nutné sestavit a podepsat smluvní ujednání o přípravě a využití BIM modelu. Aby byl proces správně nastaven a byly splněny cíle metody BIM, je nezbytné, aby všichni účastníci projektu spolupracovali dle jednotného způsobu pracovních postupů. A právě to je smyslem Plánu realizace BIM (BEP), dokumentu, který zaručí úspěšné nasazení moderních technologií na projektu, nastaví způsoby výměny informací mezi projektovým týmem, upřesní požadavky na tvorbu modelu a další.

Vývoj takového plánu pro usnadnění správy informací o projektu BIM je stanoven také v *PAS 1192-2:2013* a je definován jako „*Plán připravený dodavateli vysvětlující, jak budou vytvářeny všechny aspekty informačního modelu.*“ [21]

Ve fázi výběrového řízení před odsouhlasením smlouvy, vypracuje potencionální dodavatel Předběžný plán realizace BIM (*Pre-Contract BEP*), s cílem prokázat svůj navrhovaný přístup, kapacitu, schopnosti a způsobilost plnit požadavky EIR.

Po zadání zakázky je vybraný dodavatel povinen předložit detailní Plán realizace BIM (*Post-Contract BEP*). Tento dokument se po uzavření smlouvy zaměřuje na potvrzení schopností dodavatelského řetězce³⁴. Po uzavření smlouvy se kromě BEP předkládá zároveň Hlavní plán předání informací (MIDP) a Plán dodávky 3D modelů (MPDT). MIDP je primární plán, který stanoví, kdy jsou projektové informace připravovány v rámci projektu, jaké protokoly a postupy budou využity k tvorbě informací o projektu a v jakém formátu a LOD budou informace předány. Informace jsou založeny na řadě

³⁴ Dodavatelský řetězec – realizační tým projektu zahrnující dodavatele a jejich subdodavatele projektu (ve zmiňovaném případě se jedná o dodavatele přihlášené do tenderu projektu)



jednotlivých Úkolových plánech pro předání informací (TIDP), které ukazují, kdo je odpovědný za jednotlivé disciplíny.

Plán realizace BIM má dvě zásadní opodstatnění:

- 1) Slouží jako důkaz pro objednatele, že dodavatel dokáže dodat informace v souladu s definovanými požadavky, které mu byly předloženy.
- 2) Slouží jako nástroj dodavateli pro tvorbu, řízení a výměnu informací v průběhu projektu.

4.1 Důvody pro tvorbu BEP

Podmínkou pro úspěšnou tvorbu i aplikaci BIM modelu je jednotný a koordinovaný přístup projektového týmu ve všech fázích projektu. BEP definuje efektivní integraci BIM procesů, kterými se bude realizační tým v průběhu projektu řídit. BEP by měl být vypracován na začátku projektu a neustále se vyvíjet v rámci přibývajících účastníků a případných změn v průběhu projektu. BEP by měl definovat rozsah implementace BIM na projektu, identifikovat již zmíněné postupy pro BIM procesy, definovat výměnu informací mezi účastníky a popsat požadované nástroje pro optimální spolupráci. [2]

Realizační tým může dosáhnout vytvořením plánu BEP následujících bodů:

1. Všechny strany plně porozumí strategickým cílům implementaci BIM na projektu.
2. Organizace pochopí své role a odpovědnosti v implementaci.
3. Projektový tým bude schopen navrhnout proces realizace, který bude správně koncipovaný pro každého člena týmu.
4. Plán stanoví další zdroje, potřebná školení nebo jiné kompetence potřebné k úspěšné implementaci BIM pro požadované zamýšlené využití.
5. Plán poskytne základní požadavky a šablony pro budoucí připojení nových účastníků do projektu.

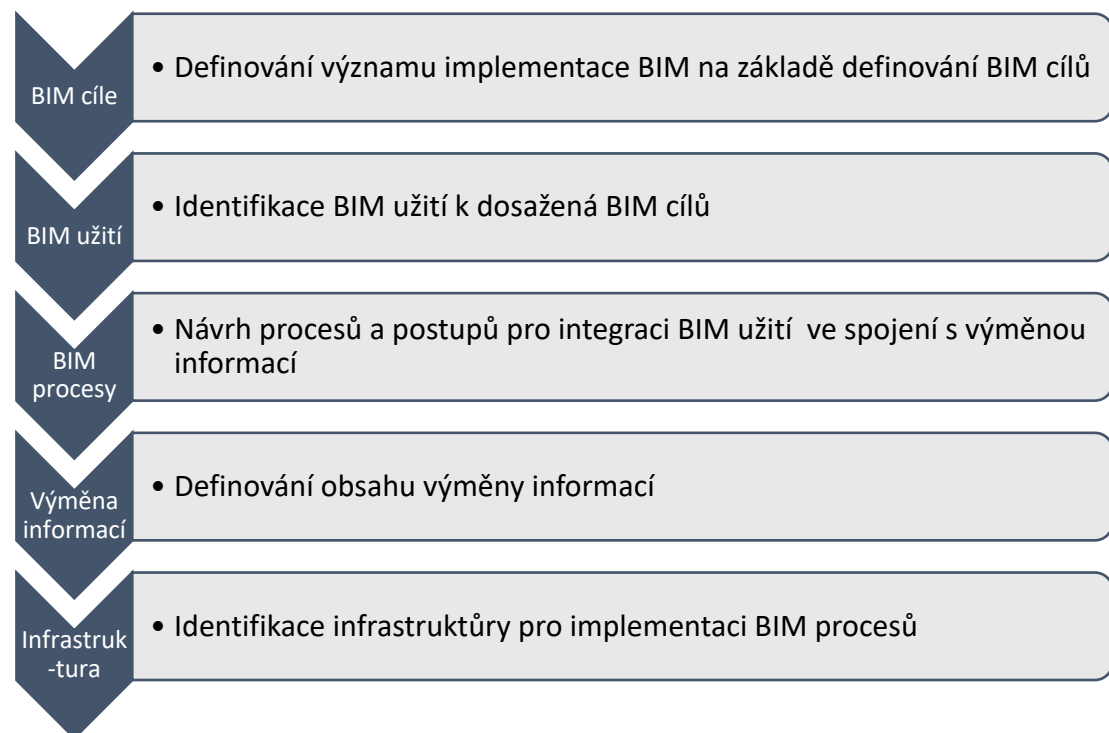
BIM, stejně jako jiné nové technologie, může znamenat určité riziko, pokud je v projektovém týmu nedostatek odborníků pro koordinaci takového projektu nebo jsou účastníci stavebního procesu nedostatečně vzděláni v metodice BIM. Pokud projektový tým zanedbá tvorbu BEP či jiných na něj navazujících dokumentů (standards, MIDP/MPDT apod.), vystavuje se různým rizikům. Těmi mohou být například nesplnění požadavků objednatele, vytvoření nekompletních modelů nebo modelů s chybějícími informacemi, finanční ztráta nebo nevyužití potenciálů metody BIM. [2]

4.1.1 Proces tvorby Realizačního plánu BIM

Plán realizace BIM by měl obsahovat využití BIM na projektu jako je například zpracování modelu, tvorba projektové dokumentace, odhad ceny nebo koordinace návrhu. To vše spolu s detailním návrhem a dokumentací procesů pro implementaci BIM v průběhu celého životního cyklu projektu.

Tvorba BEP by se měla řídit následujícím procesem:

Graf 6: Proces tvorby BEP [Zdroj vlastní] [2]



Tvorbu Plánu realizace BIM můžeme rozdělit do dvou fází. Předběžný plán realizace BIM (*Pre-Contract BEP*), který se předkládá před uzavřením smlouvy, aby se vyřešily problémy vznesené v EIR, a poté podrobný Plán



realizace BIM (*Post-Contract BEP*) po zadání zakázky, aby byly objasněny metody dodavatele pro dodání projektu pomocí BIM.

4.2 Předběžný plán realizace BIM

Předběžný plán realizace BIM (*Pre-Contract BEP*) je jeden z dokumentů vytvořených pro účely výběrového řízení dodavatele, tzv. tendru³⁵. V ideálním případě objednatel předloží šablonu BEP a dodavatel v ní doplní své schopnosti splnit očekávání a požadavky objednatele popsané v EIR. Prokazuje zde své možnosti využít potřebné zdroje, dovednosti, technologie (hardware, software) a další potřeby nutné pro splnění požadavků smlouvy.

BEP je přímou reakcí na zmíněný EIR, který je klíčovým dokumentem sestaveným objednatelem v souladu s klíčovými rozhodovacími body a fázemi projektu. Lze jej zvážit jako součást zadání projektu.

Zatímco zadání projektu pro výběrové řízení definuje povahu budovaného aktiva, EIR definuje informace o vybudovaném aktivu, které si objednatel přeje pořídit. Dá se říct, že Předběžný plán realizace BEP popisuje, jak dodavatel zajistí dodávku v souladu s klientovými požadavky a popisuje, jakým způsobem je schopný tuto dodávku zajistit účinně a efektivně.

Předběžný plán realizace BEP by měl kromě požadavků v EIR dále obsahovat:

- Plán implementace projektu (*Project Implementation Plan*, dále jen PIP³⁶), plán, stanovující schopnosti, kompetence a zkušenosti potenciálních dodavatelů ucházejících se o projekt
- cíle pro spolupráci a pro tvorbu informačního modelu
- milníky projektu v souladu s dodáním BIM informací
- měl by stanovit, jak bude sestaven PIM a jak bude dodán, vzhledem k fázím projektu [21]

³⁵ Tender = výběrové řízení

³⁶ Project Implementation Plan (PIP) = Plán implementace projektu



PIP vychází z tzv. *Assessment Forms*, neboli z hodnotících formulářů, které poskytují metody hodnocení způsobilosti a kompetence členů realizačního týmu vzhledem k BIM. Tyto dokumenty by měly být zpracovány všemi náležitými organizacemi a dodavatelskými týmy jako součást BEP ještě před zadáním zakázky. [21]

Níže jsou tyto hodnotící formuláře stručně popsány.

4.2.1 Formulář pro posouzení BIM způsobilosti dodavatele

Způsobilost z hlediska metody BIM se hodnotí dle předem připraveného formuláře pro posouzení BIM způsobilosti dodavatele (*BIM Assessment Form*). Formulář se zabývá způsobilostí a porozumění BIM daného dodavatele. Měl by být vyplněn všemi příslušnými organizacemi v rámci dodavatelského řetězce³⁷ projektu.

Formulář obsahuje otázky zkoumající následující oblasti kompetence BIM:

- 1) Vstupní otázky BIM: soubor klíčových otázek o ochotě vyměňovat si data a kvalitě těchto dat.
- 2) BIM analýza: příležitost pro každou organizaci dokázat, že rozumí každé z 12-ti oblastí analýzy, zahrnující využití BIM nástrojů, aplikací a schopnosti managementu dat. Zkoumané oblasti BIM lze tak použít a podpořit tím samotný projekt.
- 3) Zkušenosti z minulých projektů BIM: možnost pro každou organizaci vyzdvihnout až tři projekty, kde byly realizovány výhody BIM.
- 4) Dotazník zaměřený na dovednosti v oblasti BIM: soubor otázek, které pomohou projektovému týmu identifikovat potřebná školení, koučování a podporu pro danou organizaci. [21]

³⁷ Dodavatelský řetězec – realizační tým projektu zahrnující dodavatele a jejich subdodavatele projektu (ve zmiňovaném případě se jedná o dodavatele přihlášené do tenderu projektu)



4.2.2 Formulář pro posouzení IT dodavatele

Způsobilost dodavatele či dodavatelského řetězce z hlediska informačních technologií se zaměřením na výměnu informací, jak a jaké informace se budou sdílet, se hodnotí pomocí formuláře pro posouzení IT dodavatele (*Supplier IT Assessment Form*). Dokument se obvykle vyplňuje ve spojení s IT oddělením organizace a umožňuje prokázat její schopnost výměny informací a vyspělost IT.

Formulář IT způsobilosti má dvě části:

- 1) Obecné informace a pravidla organizace pro výměnu informací: účelem je ukázat, jaká elektronická data a informace je organizace ochotna vyměnit.
- 2) Technické informace o softwaru a systémech: cílem je umožnit organizaci dát projektovému týmu jistotu, že IT systémy jsou vyspělé a stabilní. [21]

Na základě výše vyplněných formulářů dodavatelským řetězcem budou metody sdílení prozkoumány a vyřešeny hlavním dodavatelem. Dohodnutá řešení budou poté zahrnuta v konečném Předběžném plánu realizace BIM, který je předložen objednateli.

4.2.3 Formulář pro posouzení zdrojů dodavatele

Způsobilost z hlediska kapacity zdrojů dodavatele hodnocena pomocí formuláře pro posouzení zdrojů dodavatele (*Resource Assessment Form*), se využívá k posouzení aktuálních zdrojů, schopností a kapacity dané organizace. Formulář vyplňují všechny příslušné organizace v rámci dodavatelských týmu jako součást procesu zadávání subdodávek.

4.2.4 Shrnutí možností dodavatelského řetězce (SCCS)

Formulář *Supply Chain Capability Summary Form* (dále jen SCCS), neboli Shrnutí schopností dodavatelského řetězce, je spojení tří výše uvedených dokumentů v jeden sumarizační dokument. SCCS slouží k vytvoření přehledu a k urychlení porovnání poskytnutých informací o IT, kapacitách organizace a dále výše uvedených bodech. [21]



Tento dokument je určen hlavnímu dodavateli, aby získal dostatek informací o schopnostech, kapacitě a záměru členů dodavatelského řetězce, aby se ujistil, že má zajištěnou odpovídající schopnost splnit požadavky smlouvy a EIR včas a účinně.

4.3 Provozní plán realizace BIM

Dokument vytvořený po výběru dodavatelů, se nazývá *Post-Contract BEP* nebo také *Post-Contract Award BEP*, tedy Plán realizace BIM (BEP) a navazuje tak na *Předběžný plán realizace BIM (Pre-Contract BEP)* popsany v kapitole 4.2. Tento BEP stanoví mnohem přesnější informace, jak budou poskytnuty požadavky popsané v EIR.

BEP by měl obsahovat dohodnuté cíle pro včasné dodání, výměnu, opětovné použití a konečné předání BIM projektu objednateli. Dále definuje všechny požadavky na BIM tak, jak je uvedeno v EIR, *PAS 1192-1:2007*, *PAS 1192-2:2013*, Protokolu CIC BIM a dalších smluvních dokumentech.

Britský dokument Plán prací RIBA 2020 definuje BEP jako *Digital Execution Plan (DEP)*: „*Dokument (také běžně nazývaný Plán provádění BIM), který stanoví, jak tým projektantů dodá požadavky na informace pro projekt s ohledem na nástroje, které se budou použity v každé fázi. Stavební tým může připravit samostatné DEP, aby potvrdil, jak budou informace o aktivu a ověřené stavební informace vytvořeny.*“ [22]

Struktura Plánu realizace BIM

Struktura Plánu realizace BIM obecně popisuje obsah BEP, tzn. jeho hlavní části a jejich obsah, následně je vytvořena již zmiňovaná šablona BEP, která je přílohou č. 1 této diplomové práce. Šablona je připravena tak, aby pomohla implementaci BIM na českých projektech³⁸, ale případně i na těch zahraničních v rámci mezinárodní spolupráce. Kromě daných postupů a mezinárodních standardů, šablona zahrnuje také osvědčené postupy projektového řízení z praxe.

³⁸ Aplikace je vhodná na českých projektech, zaměřených hlavně na pozemní stavitelství.



Šablona BEP umožní projektovému týmu vyvinout strategii implementace BIM tím, že se zaměří na nezbytná BIM užití pro realizaci projektu a pomůže projektovému týmu vypořádat se s různými oblastmi souvisejícími s řízením projektu. Plán realizace BIM popsany níže představuje implementační příručku obsahující 6 kategorií informací a odkazuje se na přílohu č.1:

- 1) Úvod
- 2) Informace o projektu
- 3) Management
- 4) Plánování modelu a dokumentace
- 5) Metody a postupy
- 6) Proces spolupráce

4.3.1 Úvod

V úvodní části Plánu realizace BIM (BEP) by měl být popsán účel samotného dokumentu a jeho důležitost.

BEP stanovuje konkrétní rozhodnutí a akce, tak, aby byly splněny požadavky objednatele (EIR) týkajících se úspěšného dodání projektu pomocí metody BIM. Plán je považován jako přímá odpověď na EIR, kde se všichni členové podílející se na odevzdání projektu dohodnou na konkrétních podmínkách a postupech vypracování.

Úvodní část BEP obsahuje „**Kontrolní list změn dokumentu**“ ve kterém jsou informace o jeho aktuální verzi a jeho autorovi.

4.3.2 Informace o projektu

V této části by měl projektový tým popsat „**Základní informace o projektu**“, které budou hodnotné a přínosné pro budoucí fáze projektu a také pomohou vždy novým členům týmu získat přehled. Tým by měl dále vypsát hlavní „**Milníky projektu**“, ty jsou jednou z nejdůležitějších informací. Milníky jsou podloženy detailním časovým harmonogramem, který je sestaven dodavatelem na základě požadavků objednatele. Jsou důležitými body na časové ose projektu, kterými se musí řídit všichni účastníci projektového týmu.



K informacím, které jsou potřeba zmínit na úvod Plánu realizace také patří například vysvětlení „**Použitých pojmů a zkratek**“ a souhrn využitých „**Standardů**“, podle kterých byl BEP vytvořen.

Obsah kapitoly:

- 1) Základní informace o projektu
- 2) Milníky projektu
- 3) Použité pojmy a zkratky
- 4) Standardy

4.3.3 Management

V této sekci BEP by měli být popsány informace o účastnících projektu (objednatel, projektant, generální dodavatel, subdodavatel, BIM manažer a další) a základní průběh jejich spolupráce.

„**Kontakty projektového týmu**“ obsahují seznam zástupců zainteresovaných stran, kdy každá osoba zastupuje určitou roli v týmu. Na kontakty tak navazuje soupis „**Rolí a jejich odpovědností**“ na projektu, kdy projektový tým zmapuje a identifikuje oblasti jejich zaměření nebo popíše jiné konkrétní informace o dané roli. Na základě seznamu zástupců zainteresovaných stran se následně vytvoří „**Rozpis jednání**“ a jejich četnost, kam budou všichni zástupci přizváni.

Jedním z témat této části je „**Průzkum stávajícího stavu**“ který může být proveden metodou LiDAR³⁹, jejíž výstupem je síť bodů, neboli mračno bodů, které je poté převedeno do formátu .rvt⁴⁰.

Dále je nezbytné zmínit, jakým způsobem budou „**Předávána data modelu**“. Tato část popisuje výměnu dat ve všech fázích projektu, jak budou

³⁹ Light Detection and Ranging (LiDAR) - metoda dálkového měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu

⁴⁰ Formát .rvt - projekt architektonického návrhu vytvořený v programu Revit, program pro modelování budov (BIM); zahrnuje 3D konstrukci budovy, která může obsahovat půdorysy, vyvýšení, řezy, které mohou být všechny zobrazeny za běhu jako plně vykreslená 3D scéna; zahrnuje také nastavení projektu a související data.



data exportována a vytvářena. Na předání dat tak navazuje „**Vznik modelu a jeho kontrola**“, kde jsou popsány podmínky vzniku jak federovaného modelu, tak modelů jednotlivých profesí, kterých se musejí projektové týmy držet pro podporu jejich vzájemné spolupráce.

Obsah kapitoly:

- 1) Kontakty projektového týmu
- 2) Role a odpovědnosti
- 3) Rozpis jednání
- 4) Průzkum stávajícího stavu projektu
- 5) Stávající data modelu
- 6) Předání dat modelu
- 7) Vznik modelu a jeho kontrola

4.3.4 Plánování modelu a dokumentace

Jeden z nejdůležitějších požadavků určující přesnost a kvalitu modelů je „**Úroveň podrobnosti (LOD/LOI)**“. Tyto údaje vysvětlují, v jaké úrovni detailu bude model zpracován pro jednotlivé fáze projektu. S tímto blízce souvisí „**Plán dodávky modelu**“, který je definován Hlavním plánem dodávky informací a Plánem dodávky 3D modelů. Tyto plány určují kým, kdy a v jakém detailu budou modely vypracovány a předány objednateli.

Úroveň detailu a kvality modelu je určena na základě hodnocení „**BIM cílů**“, které určí objednatel v EIR. Aby bylo dosaženo BIM cílů je nutné stanovit „**BIM užití**“, která budou na projektu aplikována. BIM užití se mohou výrazně lišit projekt od projektu, například od běžné 3D koordinace a detekci kolizí po 4D a 5D modelování.

Obsah kapitoly:

- 1) Grafická úroveň podrobnosti (LOD/LOI)
- 2) Plán dodávky modelu
- 3) BIM cíle
- 4) BIM užití
- 5) 3D koordinace a kontrola kolizí
- 6) 4D modelování – plánování výstavby



7) 5D modelování – Výkaz výměr

4.3.5 Metody a postupy

Na začátek projektu, tzn. právě při tvorbě Realizačního plánu BIM, je důležité si se všemi členy projektového týmu sjednotit metody a postupy tvorby informačního modelu. Jedná se tak o „**Strukturu modelu**“, která obsahuje tabulku rozdělení modelu dle jednotlivých profesí, ze kterých dále vzniká celkový federovaný model projektu. Je zapotřebí také sjednotit jak „**Pojmenování souborů**“, aby bylo zřejmé všem účastníkům projektu, co daný soubor obsahuje a bylo možné dohledat soubory dle potřeby, tak „**Pojmenování prvků**“ a „**Pojmenování materiálů**“, z důvodu sjednocení názvosloví modelů. Na toto téma navazují části „**Míry a jednotky**“ a „**Souřadný systém**“ modelu. Aby bylo možné modely sjednotit, musí mít jednotlivé profese a celý federovaný model společné jednotky a základní bod projektu. To samé pravidlo platí pro „**Podlaží a výšky**“ objektu.

Obsah kapitoly:

- 1) Struktura modelu
- 2) Pojmenování souborů
- 3) Pojmenování prvků
- 4) Pojmenování materiálů
- 5) Míry a jednotky
- 6) Souřadnice
- 7) Podlaží a výšky
- 8) Konvence hladin výkresů

4.3.6 Proces spolupráce

Poslední kapitola by se měla zaměřit z větší části na technologii a obecně IT řešení projektu, jako je „**Softwar**“, „**Formát výměny dat**“, „**Bezpečnostní požadavky a postupy**“ či „**Archivace dat**“. Je třeba například určit, jaké softwary, jaké verze softwarů a jaké výstupní formáty pro výměnu dat budou požadovány pro zajištění správné funkce BIM.



Dále tato část popisuje „**Společné datové prostředí (CDE)**“ a jeho výběr pro konkrétní projekt. CDE je využíváno po celý životní cyklus projektu, je zapotřebí vytvořit interaktivní pracovní prostředí, v němž se budou provádět všechny informační výměny, kde bude probíhat plynulá spolupráce všech účastníků projektu, sdílení dokumentů atd. Dohodnutí vhodného CDE je jeden z nejdůležitějších úkonů na začátku projektu.

V neposlední řadě lze využít „**Školení**“ na procesy a správné využití CDE prostředí a BIM, pokud někteří účastníci projektu nejsou dostatečně zkušení a nemají potřebné kompetence v oblasti implementace BIM.

Obsah kapitoly:

- 1) Společné datové prostředí (CDE)
- 2) Softwary
- 3) Formát výměny dat
- 4) Archivace dat
- 5) Bezpečnostní požadavky a postupy
- 6) Školení



5 Použití na vybraném projektu

Hlavním výstupem diplomové práce je kromě tvorby šablony Plánu realizace BIM také její aplikace na konkrétní projekt. V této kapitole je krátce popsán vybraný projekt, na kterém byl BEP použit a v jaké fázi se projekt nacházel.

5.1 Specifikace vybraného projektu

Pro účely práce byl vybrán projekt novostavby skladovací haly pro významného globálního prodejce online zboží a jedná se o mezinárodní spolupráci projektového týmu.

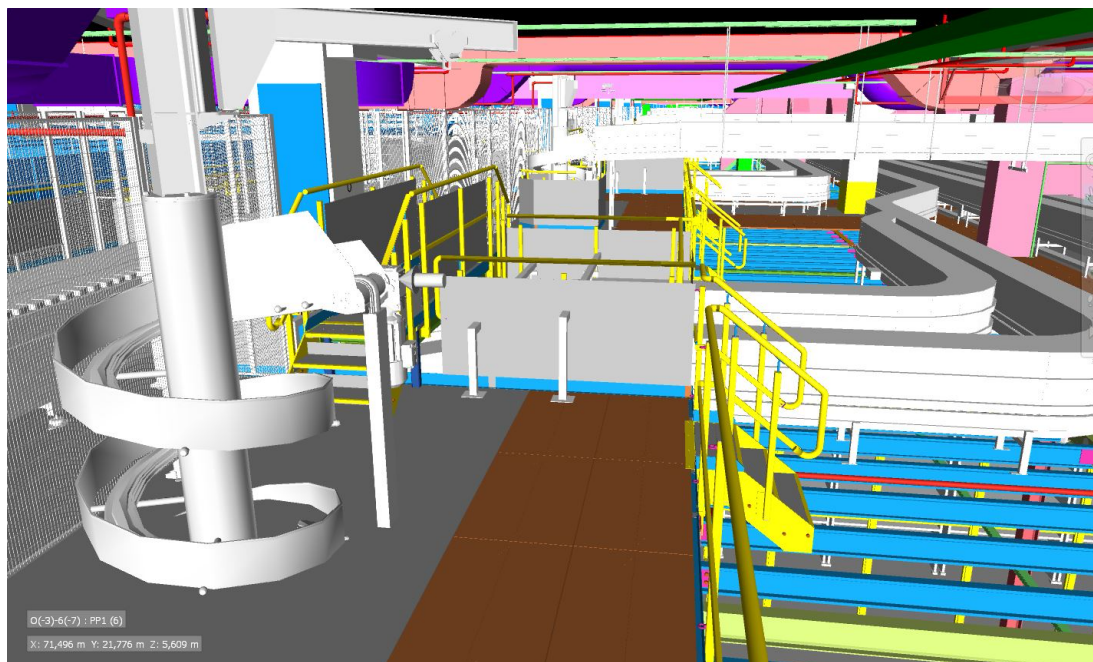
Tento projekt se nachází v České republice, ve městě Brno a zajišťuje distribuci pro celou ČR a Slovensko. Jedná se o největší skladovací prostory svého druhu v Evropě.

Skladovací hala se skládá ze čtyř podlaží. Celková délka haly a šířka haly je 361,22 m a 155,22 m. Přízemní procesní podlaží, je využité k příjmu, třídění a výdeji zboží. Zbýlá tři podlaží jsou určena pro skladování zboží. Procesní přízemní podlaží v sobě skrývá přibližně 13 km dopravníků určených pro dopravu zboží ze skladovacích prostor ve vyšších patrech do nákladových prostor haly, a dále 6 ocelových mezi podlažních platform určených pro třídění jednotlivých zásilek. Skladovací prostory zahrnují velké množství kontejnerů obsahujících zboží všeho druhu.

Z důvodu rychlosti výstavby a komplikovanosti vnitřních dopravních a třídících systémů je nezbytné pečlivě naplánovat postup výstavby a zkoordinovat jednotlivé profese. Toho bude dosaženo za použití 3D modelů celého objektu včetně venkovních prostor doplněného o 4D modely ve spojení s časovým plánem výstavby.

Ze složitosti výše uvedeného BIM modelu je kromě jiného nezbytné, sestavit kvalitní Plán realizace BIM, který bude udávat směr všem účastníkům projektového týmu.

Obr. 10: Navisworks: Dopravníky uvnitř skladovací haly [zdroj vlastní]



*Poznámka: Z důvodu nového projektu, a tak v této fázi neexistujícího modelu, je ilustrativní zobrazení haly převzaté z jiného modelu téže haly.

5.2 Tvorba plánů realizace BIM

Metoda dodávky u tohoto projektu je *Design-Bid-Build* (DBB), tedy na celý projekt budou zapotřebí Plány realizace BEP dva, jeden vytvořený týmem projektanta a druhý týmem generálního dodavatele projektu. Na základě aktuálního stavu projektu byl vybrán Plán realizace BIM, který je tvořen po podepsání smlouvy mezi objednatelem (klientem) a projektantem. Náš plán je koncipován jako *Post-Contract BEP*, tedy BEP vytvořený po podepsání smlouvy, upřesňující základní informace, které byly obsaženy v *Pre-Contract BEP* při zadávání zakázky.

Přílohou č.1 je šablona Plánu realizace BIM (*Post-Contract BEP*), která je aplikována na výše zmiňovaném projektu. Podle tohoto BEP se bude řídit celý projektový tým v přípravné fázi projektu.



Závěr

Diplomová práce se zaměřuje na teorii *Building Information Modeling* (BIM), konkrétněji pak na teorii Plánu realizace BIM (BEP) se snahou obeznámit čtenáře se základními principy metody BIM a důvody proč je nutné zpracovat BEP na stavebních projektech, které využívají metody informačního modelování.

Metoda BIM je na větších stavebních projektech stále více využívána, jak u nás, tak i v zahraničí. Tato metoda se formou legislativních změn postupně dostává do veřejných zakázek a je jednou z hlavních součástí problematiky digitalizace ve stavebnictví. Při implementaci metody BIM jde o komplexní přístup ke stavebnímu projektu, který vyžaduje integraci a koordinaci mezi všemi zúčastněnými stranami. Proto je vhodné vytvářet plány pro implementaci a rozvoj BIM tak, aby koordinace a odpovědnosti na projektu byly definovány od samého začátku jeho životního cyklu.

Práce se v teoretické části zabývá právě těmito důvody a důležitými kroky ke správné implementaci BIM. Poskytuje přehled o využívaných standardech, názvosloví a odborných termínech v tomto oboru. Uvádí obecný popis problematiky BIM a její rozvoj v České republice. Práce se také zaměřuje na metody dodávky projektu, jež mají zásadní vliv na plánování a realizaci projektu.

Praktická část je uvedena již v úvodu, a to popisem základních dokumentů - OIR, EIR apod., které je nezbytné zpracovat ještě před podepsáním smlouvy a výběrem dodavatele projektu. Tyto dokumenty jsou nazývány jako Informační požadavky, které jsou vytvářeny objednatelem a předchází právě tvorbě Plánu realizace BIM. Dále je v práci vysvětlena problematika BEP, důvody pro jeho tvorbu a struktura obsahu tohoto plánu.

Hlavním cílem diplomové práce bylo vytvořit šablonu Plánu realizace BIM (*Post-Contract BEP*), která byla aplikována na konkrétní projekt v České republice pro zahraničního klienta. S přípravou šablony také souvisí tvorba podpůrných materiálů a dokumentů, jako jsou například Plán dodávky 3D modelů (MPDT) a Hlavní plán dodání informací (MIDP), jejichž vzory jsou



součástí vytvořeného šablony. Vzhledem k faktu, že konkrétní projekt je mezinárodního charakteru, musely být některé části BEP v praxi upraveny tak, aby vyhovovaly všem zúčastněným stranám projektu.

Český projektový tým úspěšně aplikoval britské a české standardy, kterých bylo využito při tvorbě plánu BIM a využil tuto šablonu v českém prostředí. Tato šablona BEP úspěšně nahradila šablonu, která byla sestavena v rámci programu Koncepce BIM. Šablona BEP, kterou jsem v této diplomové práci představila, splňuje všechna kritéria pro tvorbu dokumentu. Zároveň bylo dosaženo jednoduchosti a srozumitelnosti šablony. Šablona je rozdělena do pěti hlavních částí, kterými jsou: Informace o projektu, Management, Plánování modelu a strategie, Metody a postupy a Proces spolupráce. Šablona byla tvořena z několika stávajících BIM standardů a již zhotovených šablon *Post-Contract BEP* doplněná o osvědčené postupy projektového řízení z praxe. Zhotovený BEP může být použit jako předloha pro tvorbu dokumentu pro české společnosti, které nově zavádí metodu BIM na projektech. Bezesporu může být aplikována na jakémkoliv projektu v českém prostředí a dále může přispět k rozvoji metody BIM ve stavebnictví v ČR.

Jednou z částí šablony, která byla podrobena úpravě pro mezinárodní využití je kapitola „Pojmenování souborů“. Tato část šablony je tvořena na základě britských standardů a neodpovídá běžně užívané praxi v České republice, kde se toto pojmenování řídí dle *Vyhlášky č. 499/2006 Sb.* Projektová dokumentace se z důvodu mezinárodní spolupráce bude odevzdávat s dvojitým číslováním, jedno číslo bude dle požadavků klienta popsaných v EIR a následně v BEP a druhé bude v souladu s českou vyhláškou tak, aby výkresy byly srozumitelné pro místní úřady. Dále v konkrétním použití šablony byl vybrán klasifikační systém UniClass 2015, ale v obecném využití se systém může lišit dle potřeby. Například na české projekty by měl být aplikován vhodnější klasifikační systém CCI. Tyto systémy mají každý rozdílné třídění prvků modelu právě dle vybrané klasifikace a bývají navrženy objednatelem nebo dodavatelem a jeho osvědčeným způsobem práce.

Závěrem bych chtěla říci, že práce splňuje všechny její cíle, které byli určeny v úvodu, včetně aplikace šablony Plánu realizace BIM v praxi.



Dokument je zapotřebí stále vyvíjet a upravovat dle platných standardů a legislativ. Hlavní výhodou BEP je dosažení stejné kvality modelů, projektové dokumentace a jejich jednotné klasifikace napříč dodavatelským řetězcem. Modely jsou předávány ve formátu stanoveném v dokumentu BEP, v požadovaném LOD a odevzdávány v předem určeném termínu.

Naopak na projektech vedených metodou BIM, kde není dokument BEP zpracován, dodavatelé a subdodavatelé dodávají nekoordinované modely, s rozdílným bodem vložení, v nesprávném formátu či rozlišným LOD apod. BEP také nastavuje procesy a pravidla pro jednotlivá BIM užití, díky kterým bude dosaženo BIM cílů určených na počátku projektu klientem.



Bibliografie

- [1] M. Chotová, “BAKALÁŘSKÁ PRÁCE, Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v třídiřnách zavazadel na Letišti Praha , a. s. , Michaela Chotová,” 2020.
- [2] C. Penn State University, “BIM Project Execution Planning Guide - Version 3.0,” pp. 1–135, 2021, [Online]. Available: www.bim.psu.edu.
- [3] Czbim, “Co je BIM.” <https://www.czbim.org/info/co-je-bim/> (accessed May 09, 2022).
- [4] Richard McPartland, “BIM Levels explained | NBS,” 2014. <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> (accessed Apr. 20, 2022).
- [5] Č. Praha Ing Vladimír Nývlt, “BIM a překážky při implementaci,” pp. 125–142, 2014.
- [6] P. D. . I. J. V. J. N. Ing. Josef Žák, “Společné datové prostředí-CDE-Common Data Enviroment.”
- [7] P. Matějka, E. Hromada, N. Anisimova, J. Dobiáš, Kovář P., and I. Kozáková, *Základy implementace BIM na českém stavebním trhu*. 2012.
- [8] Scottish Futures Trust, “Task: Key principles of the BIM Protocol - BIM Level 2 Guidance.” <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level2/stage/3/task/41/key-principles-of-the-bim-protocol> (accessed Apr. 22, 2022).
- [9] BibLus, “BIM maturity Levels: from stage 0 to stage 3 - BibLus,” 2019. <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-maturity-levels-from-stage-0-to-stage-3/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [10] KoncepceBIM, “Soupis potřebných dovedností a oblastí znalostí v souvislosti s BIM,” 2021.
- [11] M. Špalek, “Co znamená pojem LOD v BIM? - TZB-info,” 2020. <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20352-co-znamenaj-pojem-lod-v-bim> (accessed May 09, 2022).
- [12] E. Consultancy, “LOD = LOD + LOI,” 2014. <https://evolve-consultancy.com/lod-lod-loi/> (accessed May 09, 2022).
- [13] BibLus, “What are LOD and LOIN in BIM and what are they for? - BibLus,” 2022. <https://biblus.accasoftware.com/en/what-are-lod-and-loin-in-bim-and-what-are-they-for/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [14] P. D. Ing. Kateřina Veselá Mgr. et Mgr. Josef Senčík Ing. Jiří Vala and P. D. Ing. Marek Nechvátal Mgr. Václav Mráz, “Nove technologie a BOZP.” 2021.
- [15] Ing. Petr Serafín, “Co nového v digitalizaci stavebnictví? - Časopis Stavebnictví,” 2021. <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-co-noveho-v-digitalizaci-stavebnictvi.html> (accessed Apr. 20, 2022).
- [16] D. S. Hamil, “What is BIM? | NBS,” 2021. <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim> (accessed Apr. 20, 2022).



- [17] Donatas Aksomitas, “Comparing building classification systems II – Structure – BIMAXON,” 2022. <https://www.bimaxon.com/comparing-building-classification-systems-ii-structure/> (accessed May 09, 2022).
- [18] BIM News, “Parametrické modelování stavby v Dynamo BIM,” 2019. <https://bimnews.cz/dynamo-bim-modelovani-stavby/> (accessed Apr. 22, 2022).
- [19] KoncepceBIM, “Datový standard staveb (DSS),” 2021. <https://www.koncepcebim.cz/847-datovy-standard-staveb-dss> (accessed May 10, 2022).
- [20] KoncepceBIM, “DSS online,” 2022. https://dss.koncepcebim.cz/viewer/DSS_2022_04_12; (accessed May 10, 2022).
- [21] BSI, “BSI Standard PAS: 1192-2,” *BSI Stand. Publ.*, no. 1, pp. 1–68, 2013.
- [22] I. Davies, “The RIBA Plan of Work 2013,” *Contract Adm.*, pp. 10–11, 2020, doi: 10.4324/9780429347177-2.
- [23] BRE Group, “BIM - it’s about the Planet - Part 4 - Designing Buildings,” 2020. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM_-_it's_about_the_Planet_-_Part_4 (accessed Mar. 28, 2022).
- [24] Fermín Guerrero, “Common Data Environment (CDE) - Analysis and selection - Modelical,” 2021. <https://www.modelical.com/en/common-data-environment-modelical-advisory/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [25] S. Mordue, “Implementation of a Common Data Environment The Benefits, Challenges and Considerations,” *Scottish Futur. Trust*, no. August, p. 32, 2018, [Online]. Available: <https://www.scottishfuturetrust.org.uk/storage/uploads/cdeimplementaionresearchaug18.pdf>.
- [26] Technický deník, “Metodika BIM se opírá o vzdálenou týmovou spolupráci | Technický týdeník,” 2020. https://www.technickytydenik.cz/rubriky/poutaky/metodika-bim-se-opira-o-vzdalenou-tymovou-spolupraci_50295.html (accessed May 09, 2022).
- [27] Agentura ČAS, “BIM Protokol,” p. 82, 2021.
- [28] U. B. Framework, “UK BIM Framework – BIM Standards, Guides & Resources.” <https://www.ukbimframework.org/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [29] ISO, “ISO 19650-2:2018 BSI Standards Publication Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works , including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling. Part 1 Co,” vol. 44, no. 0, 2018.
- [30] K. Fugas, “Explaining Information Requirements in ISO 19650 - BIM Corner,” 2021. <https://bimcorner.com/explaining-information-requirements-in-iso-19650/> (accessed Mar. 27, 2022).
- [31] CzBIM, “Příručka pro aplikaci ČSN EN ISO 19650,” 2020.
- [32] The British Standards Institution, “Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling: PAS1192-3-2014,” *BSI Stand. Publ.*, no. 1, pp. 1–44, 2014.



- [33] Scottish Futures Trust, “BIM Level 2 Guidance.” <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [34] ISO, “ISO 19650-1:2018 BSI Standards Publication Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works , including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling. Part 1 Co,” vol. 44, no. 0, 2018.
- [35] Richard McPartland, “What is the Asset Information Model (AIM)? | NBS,” 2017. <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-asset-information-model-aim> (accessed Apr. 20, 2022).
- [36] S. Radhakrishnan, “Project Delivery Methods and BIM Implementation - planBIM,” 2020. <https://www.planbim.io/blog/2020/04/27/different-project-delivery-methods-in-the-construction-industry-and-how-the-implementation-of-bim-improves-them/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [37] C. Penn State University, “Chapter 4: Project Delivery Methods – Introduction to the Building Industry.” <https://psu.pb.unizin.org/introductiontothebuildingindustry/chapter/project-delivery-methods/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [38] M. Construction, “Construction Delivery Methods: What they are and how they differ.” <https://miron-construction.com/e-newsletter-articles/construction-delivery-methods-what-they-are-and-how-they-differ/> (accessed Apr. 20, 2022).
- [39] B. P. Paníček, “METODA DESIGN-BUILD A JEJÍ POUŽITÍ PRO ZADÁVÁNÍ V ČR,” 2019.



Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Úrovně vyspělosti BIM [5]</i>	19
<i>Obr. 2: Level of Definition [12]</i>	28
<i>Obr. 3: Level of Development [13]</i>	28
<i>Obr. 4: Ukázka OmniClass a Uniclass 2015 [17]</i>	31
<i>Obr. 5: Ukázka z Datového standardu staveb (DSS) [20]</i>	33
<i>Obr. 6: Cyklus předávání informací [21]</i>	34
<i>Obr. 7: RIBA Plán prací: zobrazení fází projektu [22]</i>	36
<i>Obr. 8: Rozdíl CDE a běžného sdílení informací [26]</i>	38
<i>Obr. 9: CDE Prostředí [25]</i>	39
<i>Obr. 10: Navisworks: Dopravníky uvnitř skladovací haly [zdroj vlastní]</i>	70

Seznam tabulek

<i>Tab. 1: Grafická podrobnost modelu [Zdroj vlastní] [11]</i>	27
--	----

Seznam grafů

<i>Graf 1: Nástroje a softwary BIM [6]</i>	22
<i>Graf 2: Dimenze BIM [10]</i>	25
<i>Graf 3: Hierarchie požadavků na informace [31]</i>	46
<i>Graf 4: Design-Bid-Build [38]</i>	54
<i>Graf 5: Design-Build [38]</i>	56
<i>Graf 6: Proces tvorby BEP [Zdroj vlastní] [2]</i>	59

Seznam příloh

Příloha č.1 – Šablona Plánu realizace BIM (Post-Contract BEP) včetně aplikace na konkrétním projektu

Příloha č.2 – Plán dodávky 3D modelů (MPDT) [pouze jako elektronická příloha]

Příloha č.3 – Hlavní plán předání informací (MIDP) [pouze jako elektronická příloha]

Příloha č.4 – Tabulka analýzy BIM cílů a užití [pouze jako elektronická příloha]