



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR ZNALECTVÍ VE STAVEBNICTVÍ A OCEŇOVÁNÍ NEMOVITOSTÍ

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN CIVIL ENGINEERING AND REAL ESTATE APPRAISAL

SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ (CDE) V OBLASTI BIM PROJEKTŮ A REALITNÍHO INŽENÝRSTVÍ

COMMON DATA ENVIRONMENT (CDE) FOR BIM PROJECTS AND REAL ESTATE ENGINEERING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Nikola Zatloukalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Daniel Kliment

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Studentka: **Ing. Nikola Zatloukalová**
Studijní program: Realitní inženýrství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Daniel Kliment**
Akademický rok: 2022/23
Ústav/odbor: Odbor znalectví ve stavebnictví a oceňování nemovitostí

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Společné datové prostředí (CDE) v oblasti BIM projektů a realitního inženýrství

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student popíše základní představení společného datového prostředí (CDE) a jeho návaznost na BIM projekty s využitím pro Realitní inženýrství. Provede shrnutí atributů a analýzu existujících CDE s následným teoretickým návrhem vlastního systému společného datového prostředí.

Cíle diplomové práce:

Cílem je analyzovat systém společného datového prostředí (CDE) a vyhodnotit přínos použití pro BIM projekty s využitím pro realitní inženýrství.

Seznam literatury:

MATĚJKA, P., ANISIMOVA, N. Základy implementace BIM na českém stavebním trhu. Praha: FinEco, 2012, ISBN 978-80-86590-10-3.

HARDIN, B. BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. Indianapolis, Ind.: Wiley Pub., 2009, ISBN 978-04-70402-35-1.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. et Ing. Martin Cupal, Ph.D. et
Ph.D.
vedoucí odboru

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá analýzou společného datového prostředí a vyhodnocuje přínosy jeho použití pro BIM projekty s využitím pro realitní inženýrství. První část práce je zaměřena na nezbytná teoretická východiska. Je důležité nejdříve představit koncepci BIM, jelikož je úzce spjata s hlavním tématem této práce. Závěr první kapitoly se již soustředí na společné datové prostředí. V rámci druhé části této práce, jež se zabývá analýzou současného stavu, dochází k analýze existujících CDE řešení v tuzemsku a zahraničí. Je zhotoveno také dotazníkové šetření zaměřené na tuto problematiku. Kapitola je ukončena shrnutím získaných informací. Poslední kapitola se soustředí na vlastní teoretický návrh platformy CDE včetně ukázky možného uživatelského rozhraní.

Abstract

The thesis deals with the analysis of the common data environment and evaluates the benefits of its use for BIM projects with application to real estate engineering. The first part of the thesis focuses on the necessary theoretical background. It is important to first introduce the concept of BIM as it is closely related to the main topic of this thesis. The first chapter concludes with focuses on the common data environment. The second part of this thesis, which deals with the analysis of the current situation, analyses the existing CDE solutions in the Czech Republic and abroad. A questionnaire survey focusing on this issue has also be conducted. The chapter concludes with a summary of the information obtained. The last chapter focuses on the actual theoretical design of the CDE platform including an example of a possible user interface.

Klíčová slova

informační model budovy (BIM); společné datové prostředí (CDE); realitní inženýrství; analýza; myšlenková mapa

Keywords

building information model (BIM); common data environment (CDE); real estate engineering; analysis; mind map

Bibliografická citace

ZATLOUKALOVÁ, Nikola. *Společné datové prostředí (CDE) v oblasti BIM projektů a realitního inženýrství* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-05-25]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/143913>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve stavebnictví a oceňování nemovitostí. Vedoucí práce Daniel Kliment.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Společné datové prostředí (CDE) v oblasti BIM projektů a realitního inženýrství“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat mému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. et Ing. Danielovi Klimentovi, za jeho metodické vedení, odbornou pomoc, cenné rady a náměty, které mě vedly k vytvoření konečné podoby této práce. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a mému příteli za jejich trpělivost a neustálou podporu během studia i psaní této práce.

OBSAH

| | |
|--|----|
| ÚVOD..... | 10 |
| FORMULACE PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLŮ..... | 11 |
| 1 BIM – INFORMAČNÍ MODEL BUDOVY | 12 |
| 1.1 Představení BIM | 12 |
| 1.2 Historie BIM | 13 |
| 1.3 Úroveň vyspělosti BIM..... | 13 |
| 1.4 Princip BIM..... | 15 |
| 1.4.1 Model BIM | 15 |
| 1.4.2 Proces BIM..... | 18 |
| 1.5 Základní softwarové aplikace pro BIM | 19 |
| 1.6 Výhody a nevýhody BIM | 22 |
| 1.7 BIM standardy a legislativa | 24 |
| 1.7.1 Formát IFC..... | 25 |
| 1.8 CDE – Společné datové prostředí..... | 26 |
| 1.8.1 Představení CDE..... | 26 |
| 1.8.2 Norma ČSN EN ISO 191650..... | 28 |
| 1.8.3 Výhody CDE | 29 |
| 1.8.4 Nejdůležitější atributy CDE..... | 30 |
| 1.8.5 Základní požadavky na funkčnost a vlastnosti..... | 30 |
| 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU..... | 37 |
| 2.1 Implementace BIM v České republice | 37 |
| 2.1.1 BIM standardy a legislativa v České republice..... | 38 |
| 2.2 Implementace BIM v zahraničí | 39 |
| 2.3 CDE dostupná v tuzemsku | 45 |
| 2.4 CDE dostupná v zahraničí | 49 |
| 2.5 Dotazníkové šetření | 51 |
| 3 NÁVRH VLASTNÍ PLATFORMY CDE..... | 59 |
| 3.1 Všeobecné funkční požadavky | 60 |
| 3.2 Uživatelské požadavky..... | 61 |
| 3.3 Funkce a integrace | 63 |
| 3.4 Bezpečnost..... | 66 |
| 3.5 Architektura platformy | 68 |
| 3.6 Vývoj a údržba | 68 |
| 3.7 Školení | 69 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.8 Schéma funkčního rozhraní..... | 70 |
| 4 DISKUZE..... | 73 |
| ZÁVĚR..... | 75 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ..... | 76 |
| SEZNAM TABULEK..... | 80 |
| SEZNAM GRAFŮ..... | 80 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 80 |
| SEZNAM ZKRATEK..... | 82 |

ÚVOD

Obor stavebnictví je historicky považován za jeden z nejméně digitalizovaných oborů průmyslu. Tato skutečnost se podílí na možném výskytu mnohých nedostatků, mezi které lze zařadit nedorozumění, neefektivitu či špatnou koordinaci. Tyto nedostatky poté vedou k nekvalitě, nečekaným problémům a následně ke zpoždění stavebního projektu. Nicméně v současné době dochází ke zlepšení této situace. Je však nutné podotknout, že stavebnictví trpí řadou specifických výzev, které brání digitalizaci či elektronizaci. Jde zejména o složitost projektů, procesů a velkému množství různých subjektů podílejících se na projektu. Donedávna tento obor zaostával za ostatními odvětvími, pokud šlo o digitální přijetí. V dnešní době však dochází k radikální proměně díky zavádění metody BIM (z anglického Building Information Modeling), která zcela zásadně ovlivňuje produktivitu a efektivitu a umožňuje lepší koordinaci a spolupráci mezi různými účastníky projektu. Nedílnou součástí koncepce BIM je společné datové prostředí (CDE z anglického common data environment), jež zabezpečuje digitální komunikaci, která probíhá na základě sdílení dat mezi všemi účastníky projektu. Digitalizace komunikace s sebou nese řadu výhod, jako je rychlost, efektivita a snadná dostupnost informací. V dnešní digitální době, kdy se stále více činností přesouvá na online platformy, se digitalizace komunikace stává stále důležitější pro úspěšnou správu projektů a zajištění úspěchu v oboru stavebnictví i jiných průmyslových odvětvích. Vedle koncepce BIM bývá CDE spíše v pozadí a jeho důležitost bývá opomíjena, přitom právě správně zvolená platforma sdílení informací je klíčovým bodem úspěchu.

Diplomová práce se zaměřuje na analýzu společného datového prostředí a vyhodnocení přínosů použití pro BIM projekty s využitím pro realitní inženýrství. První část práce je zaměřena na nezbytná teoretická východiska. Je nezbytné nejdříve představit koncepci BIM, jelikož je úzce spjata s hlavním tématem této práce. Závěr první kapitoly se již soustředí na společné datové prostředí. V rámci druhé kapitoly, jež se zabývá analýzou současného stavu, dochází k analýze existujících CDE řešení v tuzemsku a zahraničí. Bude zhotoveno také dotazníkové šetření zaměřené na tuto problematiku. Kapitola je ukončena shrnutím získaných informací. Poslední kapitola se soustředí na vlastní teoretický návrh platformy CDE.

FORMULACE PROBLÉMU A STANOVENÍ CÍLŮ

Diplomová práce se zabývá problematikou zaměřenou na oblast z koncepce BIM, a to konkrétně na její nedílnou součást, kterou je společné datové prostředí (CDE). Právě to bývá vedle koncepce BIM často opomíjené, přičemž právě společné datové prostředí má zásadní vliv pro úspěch a fungování této koncepce.

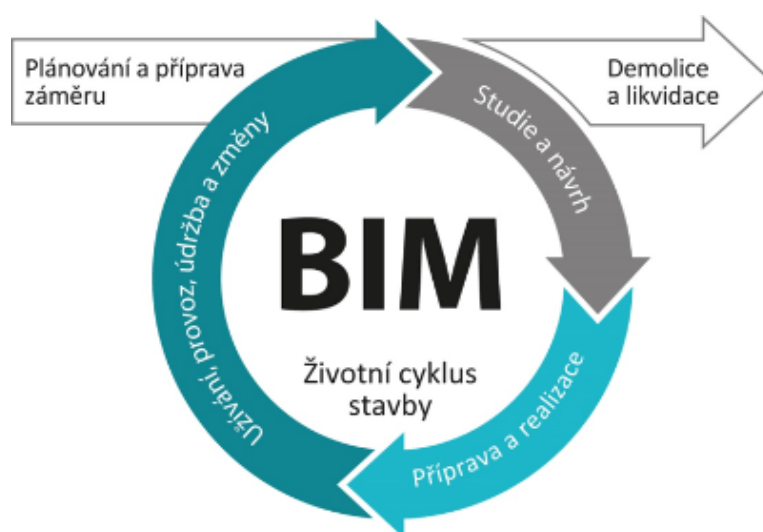
Hlavním cílem diplomové práce je analyzovat systém společného datového prostředí a vyhodnotit jeho přínosy použití pro BIM projekty s využitím pro realitní inženýrství. Dílčí cíle nutné pro dosažení hlavního cíle práce spočívají nejprve ve zpracování literární rešerše a vymezení teoretických znalostí zabývajících se danou problematikou. Je nutné nejdříve vysvětlit fungování koncepce BIM, ke které neodmyslitelně patří téma společné datové prostředí. Další dílčí cíl spočívá v analýze současného stavu, v rámci kterého bude rozebrána současná implementace BIM včetně společného datového prostředí v České republice a zahraničí. V rámci tohoto cíle bude provedeno také dotazníkové šetření a zjištěné informace budou pro lepší sumarizaci shrnuty do přehledného výstupu. Poslední dílčí cíl se zabývá vlastním návrhem platformy společného datové prostředí, popisem základních funkcionalit a ukázkou schématu funkčního rozhraní.

1 BIM – INFORMAČNÍ MODEL BUDOVY

Téma první kapitoly, jak už její název vypovídá, je zaměřeno obecně na Informační model budovy. Jak bylo zmíněno v úvodu této práce, společné datové prostředí (CDE) je nedílnou součástí koncepce BIM, a je proto nutno pro pochopení představit problematiku jako celek.

1.1 PŘEDSTAVENÍ BIM

Jedná se o proces vytváření, užití a správy dat o stavbě během jejího životního cyklu. Zjednodušeně koncepce BIM řeší práci s informacemi o budově digitální formou pro veškeré zainteresované strany v rámci projektu [1] [2].



Obr. č. 1 - BIM – životní cyklus stavby [3]

Interpretace BIM může být následující: [4] „BIM je digitální reprezentace fyzických a funkčních charakteristik stavby. BIM je zdroj sdílených informací o stavbě, vytvářející spolehlivou základnu pro rozhodování v průběhu jejího životního cyklu od prvotního záměru až k její likvidaci.“

BIM není pouze model projektu jako takového, ale je zároveň i modelem procesů, které souvisí s konkrétním projektem. Představuje virtuální model, který umožňuje simulaci projektu, práci s informacemi a souvisejícími procesy [4].

1.2 HISTORIE BIM

Za praktického tvůrce koncepce BIM bývá považován americký profesor Charles M. Eastman. Jeho projekt Building Description System z poloviny 70. let 20. století byl jeden z prvních projektů vytvářející databáze schopné dostatečného popisu budovy, který v detailu umožňoval návrh a výstavbu [5]. Další projekt Charlese Eastmana nazývaný GLIDE (Graphical Language for Interactive Design), který byl vytvořen v roce 1977, vykazoval většinu charakteristik dnešní platformy BIM [6].

Původně jen s akademickou historií BIM se souběžně rozvíjel i počítačový software CAD (Computer Aided Design), který také pochází z 80. let. V této době začali projektanti využívat počítače a jednoduchý kreslicí software pro navrhování ve vrstvách a hladinách s možností umístit více kreseb na sebe [7].

Za průkopníka technologie BIM je považován software RUCAPS (Really Universal Computer Aided Production System), který vznikl ve Velké Británii. Brzy začal být využíván i komerčně, i to i přesto že jeho vysoká cena za potřebný hardware omezovala využití jen pro ty největší stavby. Od RUCAPS následně docházelo k odvozování dalších softwarových systémů jako například Sonata nebo Reflex. Možnosti, které nabízel RUCAPS inspirovali mimo jiné i vývojáře společnosti Revit Technology Corporation (RTC). Tu v roce 2002 odkoupila společnost Autodesk a její produkt Revit je dnes nejrozšířenějším softwarem pro BIM navrhování [7].

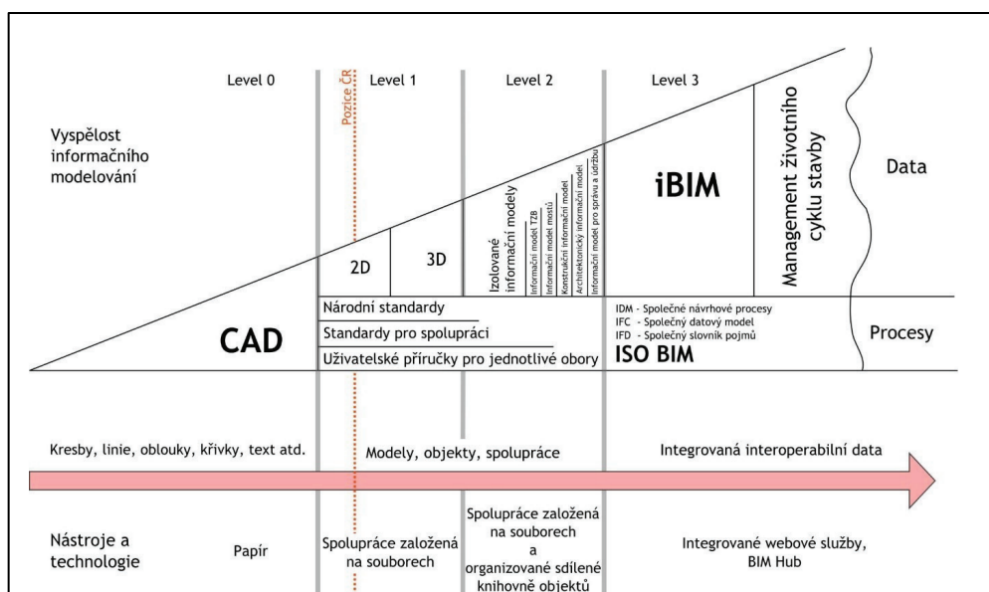
1.3 ÚROVEŇ VYSPĚLOSTI BIM

Jako základní pojem, který vypovídá o stavu modelování BIM, je považována úroveň dokumentace, modelování a předávání informací o stavebním procesu. Ve zjednodušené formě je úroveň vspělosti uvedena na **obr. č. 2**. Byl vytvořen v roce 2008 autory Mervynem Richardsem a Markem Bewem. V roce 2011 ustanovila BIM Industry Working Group úroveň přijímání BIM jako standard pro Velkou Británii a ty se postupně začaly stávat mezinárodním standardem [8].

- **Úroveň 0** – Tato úroveň představuje používání tradičních metod práce, které byly používány po dlouhou dobu. Jedná se o klasické předávání papírových 2D výkresů a dokumentů. Jde o nikterak neusměrňované CAD, s největší pravděpodobností 2D, kde je papír stále nejčastějším prostředkem pro výměnu a předávání informací [9].
- **Úroveň 1** - BIM úroveň 1 zahrnuje řízené práce v 2D nebo 3D CAD formátu, které se řídí normami jako ČSN P ISO-TS 12911:2014, ČSN ISO 29481-1:2014 a ČSN ISO 29481-2:2014 společně s nástroji, které podporují spolupráci a výměnu dat prostřednictvím společného

datového prostředí, nejlépe pomocí standardizovaných datových struktur a formátů. Komerční data jako finanční řízení a náklady jsou zpracovávány samostatně bez další integrace. V této úrovni se již běžně vyskytují 3D informace v architektonické části, ačkoli většina výstupů je stále v podobě pouhé vizualizace a obrázků určených pro prezentaci [9].

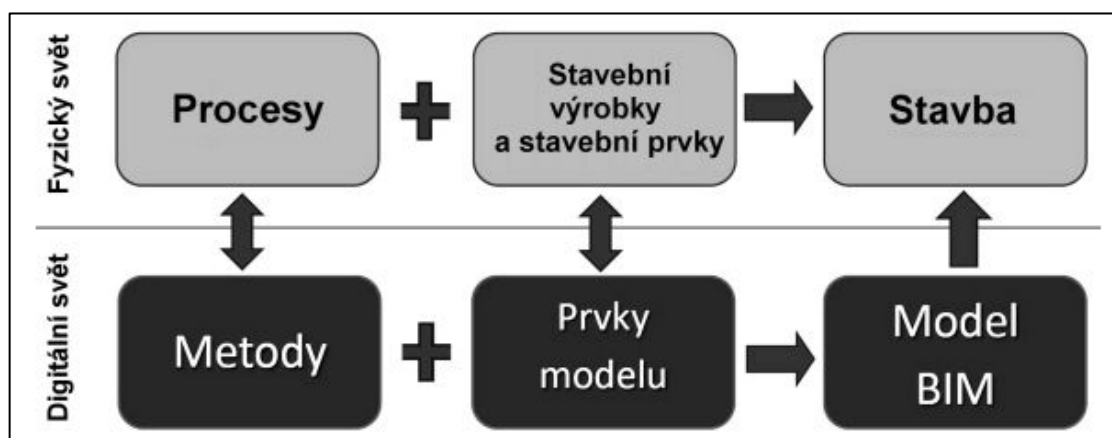
- **Úroveň 2** – Tato úroveň posouvá využití 3D modelu k větší spolupráci, předávání podkladů a získávání více informací pro další etapy stavebního procesu. Objevuje se zde řízené 3D prostředí, které plně využívá nástroje BIM. Komerční data jsou spravována pomocí aplikací pro plánování a řízení podnikových zdrojů (ERP). Tyto aplikace jsou většinou integrovány pomocí vlastních rozhraní. Tento přístup umožňuje práci s programovými daty jako jsou časové nároky (4D), náklady na jednotlivé prvky (5D) a umožňuje předávat data do dalších částí operačního systému podniku. Tato úroveň předpokládá, že všichni účastníci projektu pracují ve 3D. Celý projekt musí být koordinován z jednoho místa (BIM manažerem) a musí být přesně definovány role a odpovědnosti jednotlivých účastníků napříč celým stavebním projektem. Pro každou fázi procesu jsou definovány vstupy z předchozí fáze a výstupy do následující fáze [9].
- **Úroveň 3** - BIM úroveň 3 představuje cílový stav a nabízí největší výhody uváděné pro metodiku BIM. V této úrovni jsou všechny informace o stavbě centrálně uloženy. Všechny procesy jsou jasně definovány a propojeny, včetně řešení právních a autorských otázek vytvořeného a spravovaného modelu stavby. Plná integrace dat a procesů je umožněna použitím webových služeb, které odpovídají standardům IFC/IFD a jsou řízeny spolupracujícím modelem umístěným na samostatném serveru. Většina norem ISO pro BIM směřuje k této úrovni [9].



Obr. č. 2 - Úrovně vypělosti BIM [9]

1.4 PRINCIP BIM

Princip metodiky BIM je jednoduchý. Každý ze stavebních prvků je možné definovat nejen svými rozměrovými charakteristikami, ale i dalšími širokými údaji, které se v průběhu projektu mohou hodit pro zajištění jeho hladké plynulosti, realizace a provozu. Mezi tyto údaje se řadí například i časové údaje (kdy bude konkrétní prvek na stavbě použit, dovezen atd.), finanční údaje (jaké jsou pro konkrétní prvek náklady, jak nákladná je oprava nebo provoz prvku atd.) rozměrové charakteristiky detailů, a také návaznost na jiné stavební prvky. Při použití tradičních nástrojů řízení projektů nejsou tyto informace automaticky součástí projektové dokumentace, zatímco v případě využití nástrojů BIM je možné všechny tyto informace implementovat do samotné projektové dokumentace, a tím vytvořit konzistentní model budovy. Takový model pak může využít každý z účastníků stavebního projektu [8].



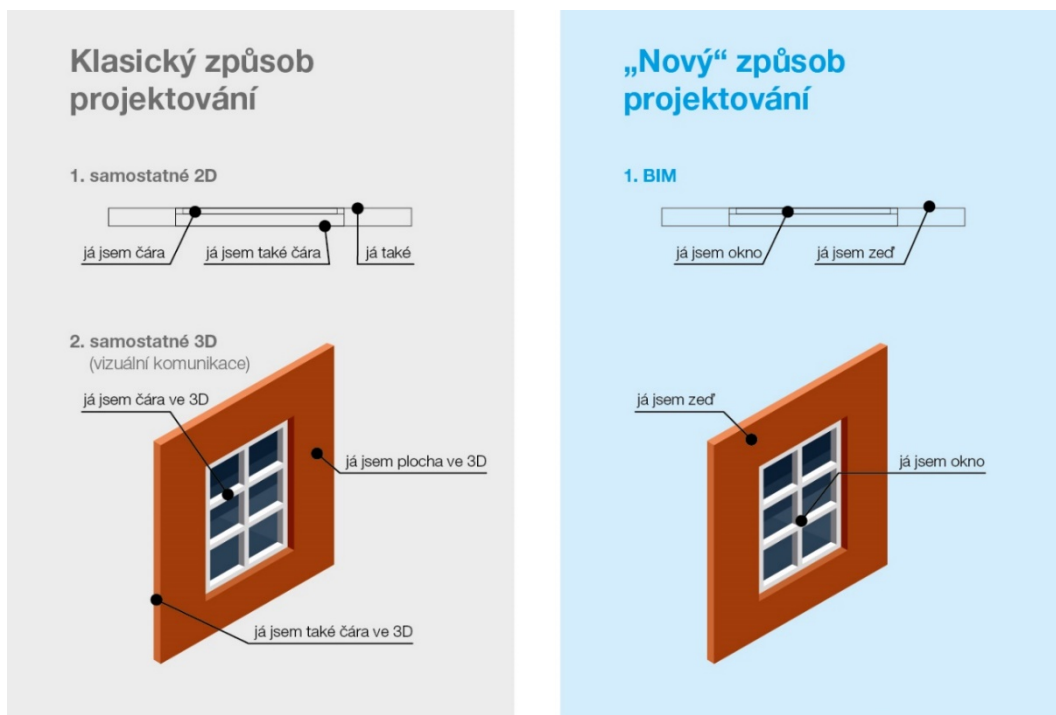
Obr. č. 3 - Tvorba modelu BIM [8]

Je nutné rozlišovat BIM jako model a BIM jako proces. BIM jako proces využívá BIM model za účelem výměny a sdílení informací, ale také jejich správy. Detailněji bude popis obou těchto pojmů představen níže v samostatných podkapitolách.

1.4.1 Model BIM

Informační model budovy je základním pilířem koncepce BIM. Je tvořen grafickými a negrafickými informacemi a hlavním rozdílem oproti stávajícímu CAD způsobu je to, že projektanti pracují s jednotlivými prvky (otvorové výplně, stěny...) a ne s čarami bez jakýchkoliv informací. Model je tedy tvořen prvky, které nesou informace a ty jsou následně využitelné v další projektové přípravě. Při používání této metody je tedy v každém okamžiku životního cyklu stavby k dispozici co nejvěrnější podoba skutečné fyzické stavby ve virtuálním světě. Stejně jak s fyzickou, tak i s virtuální podobou stavby je spjata velké množství informací. Jde o veškeré dokumenty, záznamy o komunikaci a mnoho dalších informací, nezbytných pro samotný vznik fyzické stavby.

Všechny tyto informace jsou součástí informačního modelu budovy, proto virtuální podoba budovy vzniká ještě dříve, než je známo, jak bude samotná budova vypadat [5] [10].



Obr. č. 4 - Způsoby projektování [11]

Dimenze modelu BIM

Jak bylo zmíněno, BIM model je tvořen grafickými i negrafickými informacemi a umožňuje spravovat širokou škálu informací týkajících se materiálů, nákladů a času. Vícerozměrné modelování v BIM umožňuje lepší koordinaci, komunikaci a spolupráci mezi různými účastníky stavebního procesu a výsledkem je především vyšší efektivita, kvalita a hospodárnost.

V BIM se používají tyto základní dimenze:

- 3D (3D model) - zahrnuje základní 3D model budovy, včetně stěn, podlah, stropů, oken, dveří a dalších prvků.
- 4D (čas) - zahrnuje plánování času výstavby, například harmonogram stavebních prací a další.
- 5D (náklady) - zahrnuje informace o nákladech na materiály, práci, stroje, energii a další.
- 6D (spotřeba energie) - je spojen s energetickou účinností a udržitelným rozvojem nových nebo stávajících budov.
- 7D (Facility Management) - zahrnuje plánování a řízení údržby po celou dobu životního cyklu budovy [12] [13].

Kromě výše popsaných standardních dimenzí se dnes otevřeně debatuje o třech nových BIM dimenzích:

- 8D (Bezpečnost v návrhové fázi a ve fázi provádění prací) - přidává bezpečnostní informace, umožňuje předvídat rizika během stavebního procesu a identifikovat činnosti, které je třeba implementovat ke zlepšení bezpečnosti při práci a prevenci nehod.
- 9D (Štíhlá budova) - optimalizuje a zefektivňuje všechny kroky spojené s implementací projektu prostřednictvím digitalizace procesů.
- 10D (Industrializovaná budova) - klade za cíl industrializovat a zvýšit produktivitu stavebního sektoru díky integraci nových technologií a fyzických, komerčních, environmentálních nebo jiných typů dat [13].



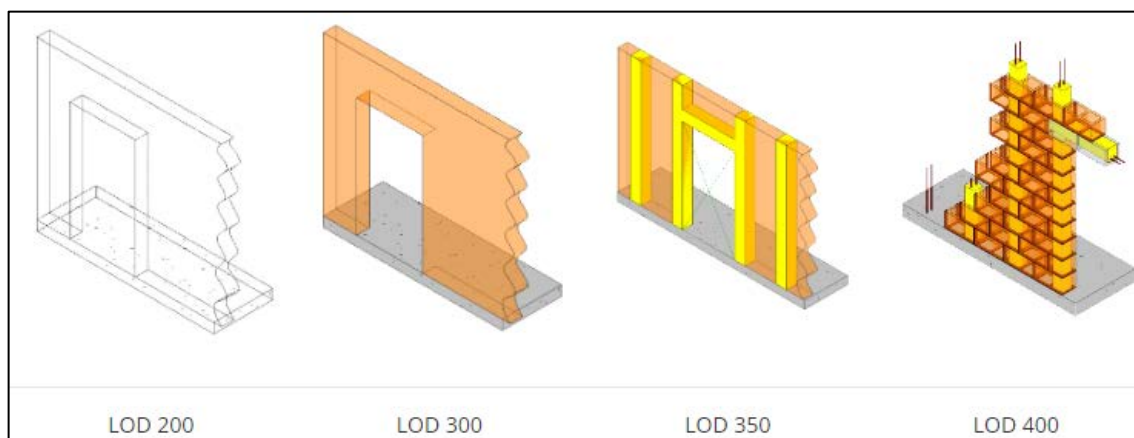
Obr. č. 5 - Dimenze modelu BIM [13]

Podrobnost BIM modelu

Informační model budovy obsahuje jak grafickou, tak negrafickou část. Grafická část je charakteristická určitými výkresy a schémata. V negrafické části jsou důležité informace pro výkazy, specifikaci výrobků nebo pro využití správy budovy. Při zadávání projektové dokumentace s požadavkem na BIM model je potřebná specifikace podrobnosti pro jednotlivé fáze projektové dokumentace.

V případě BIM je možné se setkat s vícero přístupy, dle kterých je možné definovat podrobnosti modelů. Dané úrovně se mohou lišit podle jednotlivých standardů a zvyklostí napříč jednotlivými státy. Pro definování úrovně grafického BIM modelu jsou běžně použity zkratky LOD a LOI. LOI je zkratka, jež popisuje množství popisných informací, které mohou jednotlivé prvky

modelu obsahovat. V případě zkratky LOD bývá význam různý. Tato zkratka může mít například formu číslování jednotlivých úrovní, přičemž čím vyšší jsou hodnoty, tím je vyžadována vyšší úroveň podrobnosti modelu [14].



Obr. č. 6 - Příklad grafické podoby LOD pro stěnu [14]

1.4.2 Proces BIM

Do procesu BIM vstupují v ideálním případě všechny zainteresované strany. Nejdříve v projekční fázi investor, architekt, projektant a oboroví specialisté (statik, rozpočtář, akustik, tepelný technik, energetik atd.). V dalších fázích životního cyklu budovy se připojí zhotovitel, uživatel budovy, správce budovy atd. Pokud tyto skupiny osob mají účinně spolupracovat na jednom místě, je důležité, aby dodržovaly určitá pravidla. Zásadní je sdílení informací, které probíhá pomocí principu tzv. společného datového prostředí [14].

Proces je možné definovat mimo jiné z časového hlediska, přičemž zjednodušená klasifikace je:

- plánování,
- realizace,
- správa a provoz [4].

Proces **plánování** zahrnuje formulaci cílů samotného projektu a následnou interpretaci těchto cílů. Kromě toho tento proces zahrnuje také komunikaci s různými účastníky projektu, jako jsou stavebníci, dodavatelé nebo jiné dotčené subjekty [4].

Do procesu **realizace** náleží činnosti týkající se plánování a dokumentace projektu před samotnou výstavbou, ale i v jejím průběhu. Jedná se o veškeré činnosti projektového managementu a všech zúčastněných na projektu v jeho realizační fázi včetně jejich vzájemné komunikace. Velmi důležitou roli zde hraje práce s informacemi a jejich dostupnost. Nejde

o pouhou tvorbu standardních nástrojů, jakým je například harmonogram, ale i o správu informací, procesy řešení problémů a komunikace mezi kanceláří a stavenišťem. Ke konci této fáze se tedy nejedná pouze o stavbu jako takovou, ale i o procesy, které souvisí se zařízením budovy, nábytkem, interiéry, domovními instalacemi, spravováním informací, legislativou spojenou s ukončováním realizační fáze projektu a dalších. Tím dochází k přechodu do fáze procesů správy a provozu [4].

Fáze procesu **správy** a **provozu** v sobě zahrnuje činnosti související s činností facility managementu od momentu převzetí stavby. Důležitou součástí jsou také procesy spojené s bezpečností provozu, jako jsou protipožární opatření, krizové scénáře a postupy v případě vzniku havárie, a to včetně bezpečnostních opatření proti vniknutí cizích osob [4].

BIM není však omezen pouze na novostavby. Zavádění metodiky BIM nemusí být nutně součástí přípravného procesu plánování. Existující stavba může být například rekonstruována a skutečná provedení mohou být převedena do BIM modelu, přičemž bude zaveden kompletní proces BIM. Před zahájením je však důležité informovat všechny účastníky procesu o metodice používání BIM [15].

1.5 ZÁKLADNÍ SOFTWAREVÉ APLIKACE PRO BIM

Softwarů pro práci s BIM existuje velké množství a lze je rozlišovat v několika kategoriích. Některé z níže uvedených nástrojů jsou samostatnými softwary a některé specializovanými aplikacemi.



Obr. č. 7 - Softwarové aplikace pro BIM [16]

- BIM aplikace pro navrhování:
 - Autodesk Revit Architecture,
 - Graphisoft ArchiCAD,
 - Nemetschek Allplan Architecture,
 - Gehry Technologies - Digital Project Designer,
 - Nemetschek Vectorworks Architect,
 - Bentley Architecture,
 - 4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD),
 - CADSoft Envisioneer,
 - Constructivity Model Editor [4].

- BIM aplikace pro udržitelný rozvoj:
 - Autodesk Ecotect Analysis,
 - Autodesk Green Building Studio,
 - Graphisoft EcoDesigner,
 - IES Solutions Virtual Environment VE-Pro,
 - Bentley Tas Simulator,
 - Bentley Hevacomp,
 - DesignBuilder [4].

- BIM aplikace ve statice:
 - Autodesk Revit Structure,
 - Bentley Structural Modeler,
 - Bentley RAM, STAAD a ProSteel,
 - Tekla Structures,
 - CypeCAD • Graytec Advance Design, Advance Concrete, Advance Steel,
 - StructureSoft Metal Wood Framer,
 - Nemetschek Scia,
 - Allplan Engineering,
 - 4MSA Strad a Steel,
 - Autodesk Robot Structural Analysis,
 - InterCAD AxisVM,
 - FEM-Design,CE
 - SOFiSTiK Structural Desktop,
 - SteelVis,

- Bocad-3D,
- ssIFC - Rhino 3D Smart Structural Interpreter [4].
- BIM aplikace pro TZB:
 - Autodesk Revit MEP,
 - Bentley Hevacomp Mechanical Designer,
 - Bentley Building Electrical Systems V8i,
 - 4MSA FineHVAC + FineLIFT + FineELEC + FineSANI,
 - Gehry Technologies - Digital Project MEP Systems Routing,
 - CADMEP (CADduct/ CADmech),
 - Design Master Electrical, HVAC, Plumbing,
 - SOLAR-COMPUTER Raumtool 3D,
 - QuickPen PipeDesigner 3D,
 - Plancal nova [4].
- BIM pro simulace, odhady, analýzy:
 - Autodesk Navisworks,
 - Solibri Model Checker,
 - Vico Office Suite,
 - Vela Field BIM,
 - Bentley ConstrucSim,
 - Tekla BIMSight,
 - Glue,
 - Synchro Professional,
 - QuickPen AutoBid SheetMetal,
 - AceCad BIMProject evolution,
 - Nomitech CostOS BIM Estimating,
 - GALA Construction Software,
 - Deliver Simulation SUPERPlan [4].
- BIM aplikace pro Facility Management:
 - Bentley Facilities,
 - FM:Systems FM:Interact,
 - Vintocon ArchiFM (pro ArchiCAD),
 - Onuma System,

- EcoDomus,
- ACTIVE3D Facility Server,
- ArtrA Field BIM & Life Cycle Management,
- Vizelia Real Estate,
- Synchro Professional,
- TRIRIGA Facilities [4].

1.6 VÝHODY A NEVÝHODY BIM

Jako klíčovou výhodu (přínos) informačního modelování lze jednoznačně považovat jeho přesné geometrické znázornění části budovy v integrovaném datovém prostředí [17].

Obecně se jako další důležité výhody informačního modelování uvádí:

- úspora nákladů a času během celého životního cyklu stavby,
- zlepšení komunikace napříč stavebním procesem mezi všemi jeho účastníky,
- zlepšení kontroly stavebního procesu,
- zlepšení kvality výsledného díla,
- zvýšení transparentnosti a lepší přístup k informacím při rozhodování v různých etapách životního cyklu stavby,
- ochrana životního prostředí díky možnostem simulací v etapě přípravy projektu,
- snadnější možnost zpracování variant [18].

Mezi nejpodstatnější nevýhody se považují:

- chybějící vzdělání účastníků stavebního procesu,
- neochota k aplikaci nových přístupů,
- chybějící pravidla a normy pro formální stanovení procesů,
- cena zavádění BIM, zahrnující software, nastavení procesů ve firmě a školení pracovníků,
- nedostatek odborníků pro koordinaci projektu BIM [18].

Jak ze souhrnu vyplývá, většina nevýhod je v současné době způsobena zejména neznalostí a nedostačujícím vzděláním v oblasti informačního modelování budov. Přínosy a překážky je možné rozlišovat z pohledu zainteresovaných stran stavebního procesu a správy budovy. Souhrn přínosů a komplikací pro jednotlivé účastníky díky implementaci BIM je následující.

Investor

Pro investora je největším přínosem možnost provádění průběžné kontroly stavu návrhu projektu ve všech jeho fázích. Implementace BIM umožní rychlejší zpracování požadavků a změn. Investor dostane dříve k dispozici informace zásadní pro jeho rozhodování. V neposlední řadě může investor využít BIM model pro marketingové účely, a to např. pro vizualizaci, katalogy a informace pro veřejnost. Na druhou stranu možnou komplikací pro investora může představovat nutnost technických znalostí problematiky a potřebné technické specifikace. Možnou komplikací je i neochota vyhodnotit přínosy, jež představuje využití BIM [18] [19].

Architekt

Pro architekty přináší implementace BIM pohodlnější nástroje pro práci, které zefektivní způsob navrhování o 20-50 %. Díky BIM mohou rychle reagovat na změny v projektu a eliminovat chyby při koordinaci s dalšími profesemi. BIM slouží také jako podklad pro kvalitnější prezentaci celého projektu investorovi a umožňuje využití simulací a analýz kompletního virtuálního modelu budovy. V neposlední řadě představuje přínos energetické a pevnostní analýzy. Komplikace pro architekty mohou vzniknout v podobě řešení možných omezení softwarových nástrojů při navrhování, nebo řešení technicky složitých míst v raných fázích návrhu [18] [19].

Stavební firmy

Jako hlavní přínos pro stavební firmy je považováno zkrácení celého cyklu výstavby budovy. Jako další výhody se uvádí předcházení kolizí a následných víceprací, přehlednost návrhu a rychlejší kontrola projekčních podkladů při koordinaci a plánování na stavbě, přesné a rychlé zpracování výkazů výměr, možnost využití modelu pro simulaci výstavby (4D a 5D) a kontrola dodržování časového a finančního plánu. Možnou komplikací pro stavební firmy může konkrétně znamenat nutnost technické znalosti problematiky [20].

Správa budovy

Pro správce budovy představuje implementace BIM zejména ušetření práce. Konkrétním přínosem pro tyto účely je fakt, že BIM eviduje veškeré informace o spravované budově a umožňuje i jejich rychlé dohledání v jakkoli rozsáhlém BIM modelu. Pomáhá efektivně udržovat dokumentaci spravované budovy a umožňuje správcům budovy okamžitě a přesně lokalizovat zařízení vyžadující údržbu. Při plánovaných změnách dispozic pomáhá vizualizovat prostor pro lepší představu, a může také rychle ukázat, jak by takový prostor mohl být co nejefektivněji využit [10] [21].

1.7 BIM STANDARDY A LEGISLATIVA

Aby mohly BIM modely plnit svou klíčovou úlohu v metodě BIM a sloužit jako významný zdroj strukturovaných dat pro další specializované aplikace, jako je například oceňování, časové plánování nebo facility management, musí být standardizované na vysoké úrovni. Standardizace zdrojových dat je totiž klíčová pro možnost programování rozhraní mezi systémy a následně pro nabízení funkcionalit, které výrazně zvyšují efektivitu a kvalitu práce uživatelů specializovaných aplikací. Bez této standardizace je efektivní využití BIM modelů a jejich dat velmi obtížné, či dokonce nemožné [22].

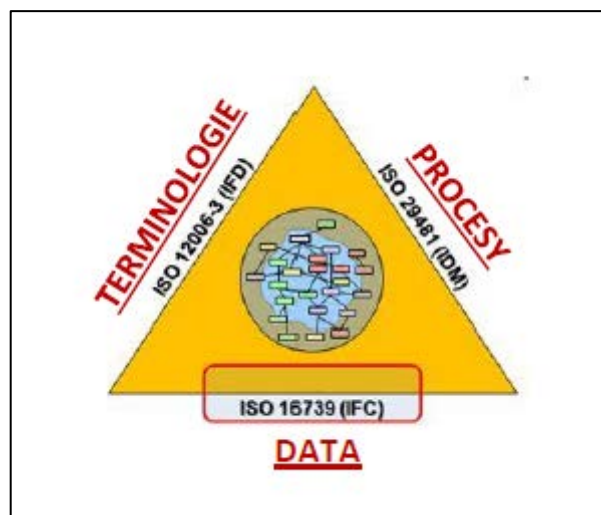
Standardizaci BIM modelů je možné rozdělit do dvou oblastí – formát a obsah. Využívaným formátem je u BIM modelů IFC, který je globálně stanoven a znamená to tedy, že nemá smysl uvažovat o jakékoliv dodatečné národní standardizaci. Formát IFC je součástí českého systému norem jako ČSN EN ISO 16739:2017 a jeho aktualizace bude přebírána jako část řady EN ISO 16739 – x. Terminologické části této normy by měly být přeloženy do českého jazyka tak, aby všichni účastníci stavebního procesu používali stejné pojmy a při zadávání určitých parametrů byly jasně definované jejich významy [22].

Standardizace obsahu dat uvnitř BIM modelů je mnohem složitější než standardizace formátu. V rámci Evropské unie neexistuje žádná jednotná standardizace, takže členské státy se musí tímto problémem zabývat na národní úrovni. Klíčovým faktorem pro standardizaci obsahu dat je přesné určení fáze projektu, pro kterou je model zpracováván, a také především účel využití modelu. Vzhledem k nedostatečné standardizaci se stává, že jsou modely vyžadovány v přílišné podrobnosti vzhledem k jejich plánovanému použití, což může negativně ovlivnit rozšíření metody BIM v České republice [22].

Organizace ISO (Mezinárodní organizace pro standardizaci), CEN (Evropský výbor pro normalizaci) a aliance buildingSMART jsou hlavními, kteří se podílí na tvorbě technických standardů pro BIM [23].

Pro oblast BIM vznikají technické normy, které pokrývají tři základní oblasti:

1. JAK data sdílet – Data Model Standards [IFC] – jak informace uložit (např. ISO 16739-1:2018) – jaké máme formáty souborů,
2. CO sdílet – Data Dictionary Standards [IFD] – jak si porozumět mezi profesemi (např. ISO 12006-3:2007) – „slovník“,
3. KTERÁ data a KDY sdílet – Process Definition Standards [IDM, MVD] – jak filtrovat potřebné informace (např. ISO 29481-1:2010) – jak vybrat informace v dané etapě [23].



Obr. č. 8 - Data, procesy a terminologie [24]

1.7.1 Formát IFC

IFC (z anglického Industry Foundation Classes) je formát souborů používaný v rámci koncepce BIM. Jeho hlavním cílem je umožnit sdílení dat mezi různými aplikacemi a nástroji, které se používají v procesu navrhování, stavebnictví a údržby budov a infrastruktury [25].

IFC soubory obsahují jak grafická data, tak i informace o konstrukčních a funkčních vlastnostech budovy nebo infrastruktury, jako jsou rozměry, materiály, náklady, plány, návaznosti apod. Tyto informace jsou zapsány v jednotné a standardizované formě, což umožňuje různým aplikacím a nástrojům vzájemně komunikovat a vyměňovat si data bez dalších problémů [25].

Při ukládání modelů v IFC formátu se může vyskytnout problém s přenosem kvůli velkému objemu dat. Každý uživatel BIM má také odlišné požadavky na zobrazení informací. Z tohoto důvodu byla zavedena podmnožina formátu IFC nazvaná MVD (Model View Definition), která umožňuje uživatelům rozhodnout se, jak detailně chtějí model zobrazit. Definice požadavků na model může být také výhodná při vyjednávání smlouvy mezi investorem a dodavatelem [26].

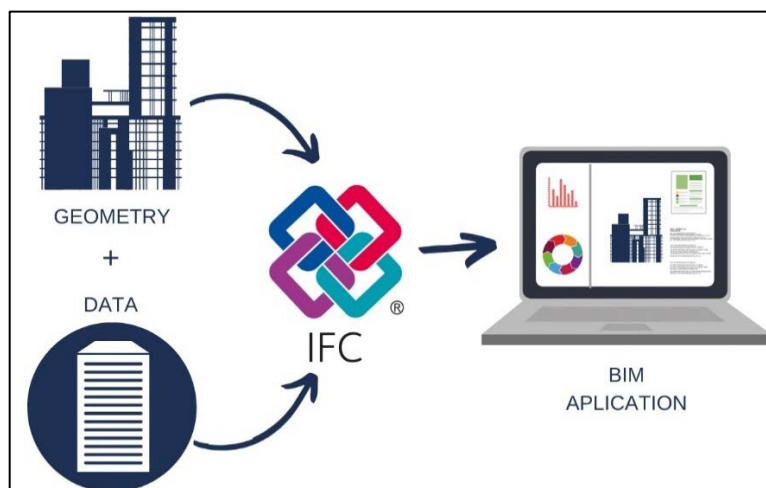
Použití konkrétní verze IFC závisí na potřebách a požadavcích, které se týkají přenosu dat. Nejčastěji používané MVD formáty jsou:

- IFC 2x3 Coordination View 2.0 – Formát slouží ke sdílení informací mezi architekty, projektanty a statiky během návrhové fáze stavby. Jeho hlavním cílem je umožnit koordinaci mezi hlavními disciplínami a umožnit sdílení informací o budově.
- IFC4 Reference View – Formát je vytvořen pro modely, které slouží jako externí reference a nejsou zamýšleny pro export zpět do původní aplikace. Tyto modely obvykle obsahují

převážně grafické informace a jsou používány pro účely jako kontrola kolizí, výpočet materiálů nebo simulace výstavby.

- IFC4 Design Transfer View – Tato verze formátu je určena pro všechny pracovní postupy, které zahrnují editaci modelu. Formát je zejména vhodný pro archivaci [26].

Existuje mnoho možností exportu dat do formátu IFC, přičemž každá z nich má své výhody a nevýhody. Použití konkrétní verze IFC závisí na potřebách a požadavcích, které se týkají přenosu dat [26].



Obr. č. 9 - Výměny dat ve formátu IFC [27]

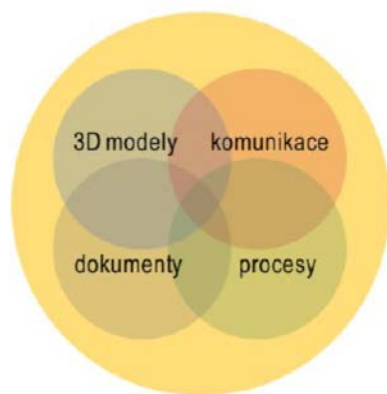
1.8 CDE – SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ

V následujících částech je popsáno společné datové prostředí. Nejdříve jeho představení a popis požadavků, které systém CDE musí splňovat. Dále jsou zde sepsány výhody, které systém nabízí, nejdůležitější atributy efektivního CDE a základní požadavky na funkčnost a vlastnosti.

1.8.1 Představení CDE

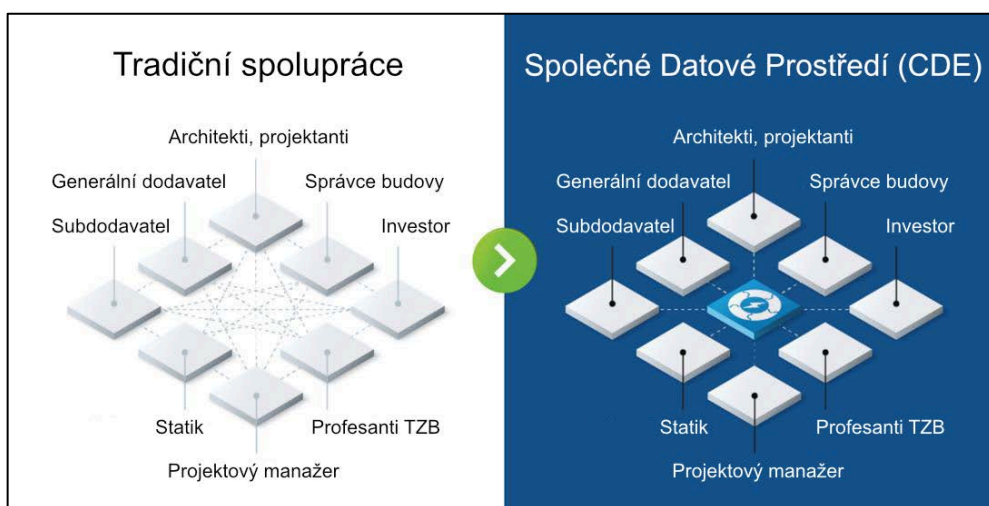
Společné datové prostředí představuje tzv. technické srdce celé metody BIM. Jedná se o centrální úložiště informací, kam mají přístup všichni účastníci projektu a podle pokynů uvedených v normě ISO 19650 slouží ke koordinované spolupráci na projektu s členy dodavatelského řetězce [1].

Jak je možné vidět na **obr. č. 10**, CDE v sobě zahrnuje veškeré informace, a to nejen samotný 3D model a jeho negeometrická data, ale i všechny další dokumenty, komunikaci mezi účastníky projektu a jejich procesy v jednotlivých fázích životního cyklu stavby. CDE prostředí umožňuje pracovat s informačními BIM modely, a to bez nutnosti instalace dalších softwarových nástrojů [1].



Obr. č. 10 - Společné datové prostředí [1]

Obr. č. 11 znázorňuje srovnání typického informačního toku tradiční spolupráce mezi účastníky projektu a spolupráci mezi účastníky projektu, ve kterém bylo implementováno CDE. Obrázek v levé části značí zjednodušený pohled na to, jak si členové jednoho týmu obvykle zjednodušeně vyměňují informace o projektu. Jedná se o velkou matici, kdy je velmi těžké zajistit, aby se správné informace dostaly ke správné osobě ve správný čas. Informace jsou často uloženy v různých systémech a jejich výměna je manuální a náchylná k chybám, přičemž může vést k vysoce nákladným omylům. V pravé části obrázku je vyobrazeno CDE, které bylo přijato projektovým týmem. Díky CDE mohou veškeré informace proudit přes centrální úložiště, ve kterém jsou navíc v ideálním případě snadněji kontrolovány a aktualizovány. CDE poskytuje mechanismy pro uzamykání toků informací tak, aby stavební dokumentace a informace v ní byly k dispozici pro členy projektového týmu pouze tehdy, jak budou informace zkontrolovány, schváleny a uvolněny pro zamyšlený účel [28].



Obr. č. 11 - Tradiční spolupráce a spolupráce v rámci CDE [28]

1.8.2 Norma ČSN EN ISO 191650

Systém CDE musí splňovat požadavky normy ČSN EN ISO 19650 – Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách včetně informačního modelování staveb (BIM) - Management informací s využitím informačního modelování staveb. Soubor technických norem má za cíl pokrýt témata, která se dotýkají celého stavebního procesu, a je určený pro všechny osoby a organizace zapojené do životního cyklu stavby. Soubor norem je složen z několika částí, a to z 1 - Pojmy a principy, 2 - Dodací fáze aktiv, 3 - Provozní fáze aktiv, 4 - Výměna informací, 5 - Bezpečnostně orientovaný přístup k managementu informací [29].

V části 1 – Pojmy a principy, lze nalézt pro všechny účastníky projektu doporučení pro systém správy informací, včetně jejich vyměňování, zaznamenávání, spravování verzí a organizování. Tato doporučení platí pro celý životní cyklus stavby [29].

Část 2 - dodací fáze aktiv představuje dokument, který specifikuje požadavky pro management informací v průběhu tzv. dodací fáze aktiv. Zahrnuje v sobě tedy ty fáze projektu, ve kterých dochází ke vzniku největšího množství informací o stavbě. Z těchto informací pozdější správa a údržba nejvíce čerpá namísto opětovného zjišťování údajů, které byly již jednou zaznamenány. Pomocí tohoto dokumentu dochází ke zpracování různých příruček, ve kterých jsou většinou popisovány vybrané případy zakázek a v nich použité postupy. Tyto případy jsou však často závislé na zvyklostech v daném regionu, proto je nutné je chápat spíše jako inspiraci pro úpravu vlastních postupů [29].

Část 3 - provozní fáze aktiv, jak už její název napovídá, specifikuje požadavky pro řízení informací ve formě řídicího procesu v rámci provozní fáze aktiv a výměny informací v ní. Tento dokument lze aplikovat na všechny druhy aktiv a pro organizace všech typů a velikostí [30].

Část 4 – Výměna informací specifikuje podrobný proces a kritéria pro rozhodování při provádění výměny informací, aby byla zajištěna kvalita výsledného informačního modelu [31].

Část 5 - Bezpečnostně orientovaný přístup k managementu informací specifikuje principy a požadavky na správu informací, jež jsou zaměřeny na bezpečnost informací. Dokument se zabývá kroky potřebnými k vytvoření a kultivaci vhodného a přiměřeného bezpečnostního myšlení a kultury napříč organizací s přístupem k citlivým informacím, včetně potřeby monitorovat a kontrolovat dodržování předpisů. Přístup, který je nastíněn v tomto dokumentu je použitelný v průběhu celého životního cyklu projektu. Dokument je relevantní pro ty organizace, které si přejí chránit své informace [32].

Normy jsou přebírány z mezinárodních systémů a nepředstavují konkrétní návody, ale jsou pouze soupisem základních principů a pravidel. V normě jsou popsány situace, kdy je zapotřebí se zabývat s nastavením pravidel pro bezpečné zacházení s informacemi, co má být obsahem strategie pro zabezpečení dat, jaká má být podoba bezpečnostního plánu a jakým způsobem monitorovat a auditovat průběh práce s daty, včetně toho, jak má být nastavena spolupráce s ostatními účastníky projektu. Konkrétní implementace a použití, nastavení vlastních procesů, dokumentů a formulářů je až na samotném uživateli [33] [34].

1.8.3 Výhody CDE

Bez CDE by znamenala špatně zvládnutá výměna informací na projektu především vynaložení peněz navíc. Dále také ztrátu času způsobenou opakovaným dohledáváním správných verzí a informací. Špatně fungující spolupráce může vést ke kolizím, na které se přijde v průběhu stavby, kdy jejich náprava je již složitá a nákladná [28].

Výhody CDE jsou následující:

- Zvýšení efektivity spolupráce – veškerá data a informace týkající se projektu proudí do jednoho centralizovaného systému, kde jsou aktualizovány. To vede ke zlepšení koordinace a týmové práce, interně i napříč týmy.
- Jediný zdroj pravdy – společné datové prostředí představuje jediné spolehlivé místo, kde mají všichni členové týmu přístup k plánům, změnám a datům v reálném čase. Tato skutečnost vede k lepšímu rozhodování a přehlednosti napříč projekty.
- Zvýšení efektivity a kvality – společné datové prostředí snižuje nutnost ručního znovuvytvoření dat, díky čemuž dochází ke snížení počtu chyb při zadávání a ztrátě informací. Důsledkem je lepší přístup k informacím pro firmu a rychlejší rozhodování v týmu.
- Snížení rizika – díky transparentnosti snižuje společné datové prostředí riziko a nabízí větší přehled o celém projektovaném prostředí. CDE umožňuje průběžně možnost neustálého zlepšování a předvídatelnost, která je klíčová pro posun firmy vpřed.
- Posílení bezpečnosti – díky CDE mají správci a IT odborníci lepší kontrolu nad daty a informacemi, čímž je zajištěna vyšší bezpečnost [28].

1.8.4 Nejdůležitější atributy CDE

Na trhu existuje spousta platforem CDE. Jako nejdůležitější atributy, které by kvalitní a efektivní CDE mělo poskytovat, se uvádějí následující shrnuty v několika bodech níže. Datové prostředí splňující zmiňované atributy se jednodušeji nasazuje na projekt a usnadňuje uživatelům práci [4].

- Snadná použitelnost – komfort pro uživatele je zásadní součástí společného datového prostředí. Pro efektivitu CDE je nutné, aby bylo snadno použitelné, tedy intuitivní s minimální, či žádnou potřebou školení, aby týmy mohly v systému pracovat.
- Přístupnost (Dostupnost) – cloudové řešení znamená, že jeho přístup je otevřený (s určitými odpovídajícími kontrolami) pro všechny, kdo potřebují.
- Integrita – je důležité, aby CDE spolupracovalo se stávajícími zavedenými procesy a systémy. Cílem je celkové navýšení spolupráce.
- Standardizace a škálovatelnost – CDE by správně mělo umožnit všem podnikům, neohledně na jejich velikost, či fázi v jaké se nachází, umožnit provedení standardizace pracovních postupů a procesů.
- Bezpečnost – díky CDE mají správci a IT odborníci k dispozici možnosti lepší kontroly nad daty a informacemi, což znamená zvýšení bezpečnosti.
- Užitečnost – schopnost používat CDE k efektivnějšímu a rychlejšímu dosažení cílů.

Jak ze seznamu vyplývá, body jako dostupnost, integrita a dostupnost souvisí s nutnou bezpečností informací a další body, jako například snadná použitelnost a užitečnost mají přesah do problematiky user-experience (uživatelská zkušenost), která se zabývá pocitu uživatelů při používání dané platformy s cílem zvýšit jejich spokojenost, loajalitu a v konečném důsledku i efektivitu při práci v něm.

1.8.5 Základní požadavky na funkčnost a vlastnosti

Hlavním účelem CDE je zajistit přenos jednotlivých fází informačních modelů staveb, udržovat integritu těchto dat a zajišťovat přístup k nim. Datové prostředí specifikuje způsob, jak jsou složky projektů strukturovány podle návaznosti na následující fáze projektů, deleguje přístupy k datům a stanovuje odpovědnosti při přesunu dat mezi jednotlivými fázemi.

Následující část kapitoly zobrazuje základní typy funkcionalit a vlastností, které lze požadovat od dodavatelů CDE systému pro efektivní využívání metody BIM. Je nezbytné, aby CDE systém splňoval legislativní požadavky, včetně Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) 2016/679, obecné nařízení o ochraně osobních údajů (angl. General Data Protection Regulation

neboli GDPR). Kromě toho musí být provoz a kontrola dodržování souvisejících postupů personálně zajištěny na straně zadavatele [34].

Správa dokumentů

Středem systému CDE je správa dokumentů, což je obecná agenda. Tyto systémy jsou označovány jako DMS (z anglického Document Management System) nebo EDMS (z anglického Electronic Document Management System) [34].

V případě dokumentu není myšlen jen pouhý soubor, ale všechny revize souborů, jejich charakteristiky a kompletní auditní záznamy o s nimi spojených aktivitách (včetně například zobrazení). Dokumenty jsou typicky uspořádány do stromových struktur [34].

CDE v agendě dokumentů přináší důležité vylepšení v podobě pole „Stav“. Dokumenty mohou mít rozdílné stavy podle toho, co se s nimi aktuálně děje a v jaké jsou fázi. Tyto stavy mohou být nastavovány uživateli nebo podle definovaných pracovních postupů. Potřeba pole stav pro dokumenty je také specifikována v ČSN EN ISO 19650-1, kde jsou uvedeny základní stavy jako "rozpracováno", "sdíleno", "publikováno" a "archivováno" [34].



Obr. č. 12 - Základní stavy dokumentů [34]

Tyto základní stavy mohou být rozšířeny v souvislosti se schvalovacími procesy, které jsou nastaveny uvnitř organizace. Celý proces musí být navržen na základě analýzy potřebného chování celého systému, která by měla vždy být prvním krokem před konkrétní implementací jakéhokoliv

informačního systému, tedy i CDE. To také zahrnuje stanovení potřebných metadat a obsahu informačních kontejnerů, jako jsou sady údajů, dokumentů, souborů, workflow a dalších [34].

Základní vlastností CDE je, že dokument je uložen pouze jednou na jednom místě a jeho obsah se může měnit pouze pomocí revizí nebo úprav vlastností. Každá revize musí zachovat původní verzi dokumentu v nezměnitelné podobě včetně všech jeho vlastností. Dokumenty v CDE mohou být různých typů, jako například informační modely (IFC a nativní formáty softwarových nástrojů), 2D výkresy (PDF, DWG), textové soubory a tabulky (PDF, ODT, DOC, XLS), fotografie (PNG, JPG), video záznamy (AVI, MP4), zvukové nahrávky (MP3) a další. CDE by nemělo být omezeno pouze na určité formáty a mělo by umožnit uložení souboru v jakémkoliv vhodném formátu [34].

Je důležité vhodně organizovat a klasifikovat jednotlivé dokumenty v rámci CDE, aby byla zajištěna přehlednost a snadné vyhledávání dokumentů. Proto je nezbytná správná volba organizace a klasifikace typů dokumentů [34].

Komunikace nad projektem

Komunikace je základním nástrojem řízení projektu. V současnosti je používání e-mailů pro řízení projektu často neefektivní, protože zprávy se mohou hromadit a třídit je může být složité. CDE systémy umožňují notifikace prostřednictvím e-mailu, ale obsah informací je vždy uložen v databázi CDE v přehledné formě [34].

Z praktického hlediska je důležité omezit množství notifikací v CDE, protože příliš mnoho notifikací by mohlo odvést pozornost uživatelů od skutečných úkolů. CDE nabízí různé prostředky pro komunikaci, jako jsou záznamy úkolů, diskuse, oznámení, předávací protokoly, vyjádření a schvalování v rámci nastavených pracovních postupů [34].

Je nezbytné, aby v CDE vytvořené záznamy společně s dalšími informacemi, jako jsou dokumenty a procesy, vytvářely přehledný celek v rámci projektu, čímž bude zaručeno, že uživatelé neztratí kontext a budou mít stále přehled o aktuální situaci. Důležitá je také funkce CDE umožňující uživatelům zpětné vyhledávání komunikace a rychlé nalezení důležitých bodů pro určení odpovědnosti nebo pro rozhodování [34].

Prohlížení a vyhledávání dat

CDE musí nabízet rychlé a variabilní vyhledávání ve všech informacích týkajících se projektu. Možnost vyhledávání představuje technologické jádro systému a jeho kvalita, funkčnost a možnosti výrazně ovlivňují úspěšnost přístupu a ukládání velkého množství dat projektu. Pokročilé technologie použité pro tento účel ukazují na vyspělost a kvalitu CDE [34].

Práce s informačními modely staveb

V CDE je klíčovou složkou efektivní práce s informačními modely staveb (BIM modely), která je nezbytná pro úspěšný průběh projektu. Účastníci projektu mohou pracovat s modelem bez nutnosti instalace dalšího softwaru, což usnadňuje a zrychluje práci na projektu. Nicméně je důležité si uvědomit, že CDE není plnohodnotnou náhradou za expertní systémy CAD a jiná softwarová řešení, která jsou nezbytná pro komplexnější práci s modelem [34].

Důležitou vlastností by měla být snadnost a intuitivnost používání pro běžné potřeby členů projektového týmu, jako je prohlížení, procházení, vyhledávání, vytváření řezů a přístup k negrafickým informacím v modelu. Systémy CDE samozřejmě nabízejí mnoho dalších funkcí, ale je třeba zvážit, zda jsou pro danou činnost užitečné a zda jsou efektivní pro ostatní účastníky projektu. Užitečné může být, aby byly připojeny informace z prostředí CDE, jako jsou úkoly, diskuse a dokumenty, pro jednotlivé prvky modelu, ale záleží na tom, zda je to pro daný projekt potřebné [34].

Odkazování a provazování

CDE přináší významný přínos v podobě schopnosti propojení různých typů záznamů neomezeně mezi sebou, včetně propojení na jednotlivé prvky informačního modelu stavby. Základními typy záznamů jsou úkoly, dokumenty, kalendářové události a kroky definovaných pracovních postupů (workflows). Navíc existují předpřipravené specializované "pokročilé" záznamy, jako jsou například předávací protokoly, žádosti o informace nebo změny, které některé systémy CDE nabízejí. Toto propojení záznamů vytváří silnou a flexibilní základnu pro správu dat projektu [34].

Možnost odkazování a propojování záznamů je kritická vlastnost pro snadné sledování návazností a vztahů mezi záznamy. Je důležité, že tato funkce umožňuje propojit nejen základní záznamy, ale také jednotlivé prvky informačního modelu s ostatními záznamy uloženými v CDE. To poskytuje uživatelům přesný a úplný obraz o tom, jak jsou různé prvky projektu propojeny a jaké jsou mezi nimi vztahy. Díky tomuto dochází ke zlepšení koordinaci práce v projektu a k rychlejšímu a efektivnějšímu řešení problémů [34].

Odkazování a provazování záznamů s verzováním a auditním logem (historií aktivit a změn) umožňuje vytvořit pevný informační základ pro vytváření důvěryhodného a transparentního prostředí, které může být účinně využíváno všemi účastníky projektu. Tento kombinovaný přístup poskytuje historii aktivit a změn a přináší robustní záznamovou strukturu, která zajišťuje správnost a spolehlivost dat [34].

Validace a transparentnost

Validace (tj. ověřování správnosti) v takto rozsáhlých objemech informací již není výlučně úkolem uživatele, ale spíše zodpovědností CDE s těsnou spoluprací kompetentního uživatele [34].

Transparentnost je zcela nezbytná pro úspěšné využívání CDE, jelikož zvyšuje důvěru v jeho správnost ze strany všech účastníků projektu. Jako základ je nutné, aby bylo zamezeno nekorektním změnám nebo dokonce mazání informací. Všechny činnosti uživatele s daty musí být monitorovány a zaznamenávány v auditním logu, včetně času a obsahu činností, které uživatel vykonával. V případě změn je nutné v audit logu uchovat také původní hodnotu informace, aby v případě chybné či neoprávněné změny bylo možné se vrátit zpět k původní verzi [34].

Pracovní postupy (workflows)

Efektivní pracovní postupy jsou klíčovým faktorem pro úspěšné využívání metody BIM, zatímco nevhodné použití těchto postupů nebo omezení systému CDE mohou znehodnotit očekávaný přínos [34].

Před zavedením jakéhokoli workflow musí být provedena na straně zadavatele důkladná analýza procesů a jejich podrobný popis. To umožní kvalifikované rozhodnutí o způsobu, jakým řešit určité postupy v rámci CDE. Při návrhu řešení je nutné zvolit takové postupy, které zajistí proveditelnost a efektivitu pro všechny strany zapojené do workflow. Důležitá část těchto procesů by měla být zakotvena v BIM protokolu a jeho přílohách, které popisují požadavky na CDE [34].

Správa projektu – organizace informací, přístupy

Prvotním záznamem v CDE obvykle bývá projekt, ke kterému se vážou důležitá nastavení. Data jsou často uspořádána do stromové struktury složek, které slouží ke kombinaci různých typů informací, včetně dokumentů a komunikace. Důležitým faktorem pro efektivitu je návrh intuitivní a přehledné struktury stromu. Pokud je struktura složek příliš složitá a nejasná, může to značně zdržovat uživatele při ukládání informací a často vést k duplicitám nebo rozptýlení informací na nevhodná místa [34].

Se stromovou strukturou většinou souvisí bezpečnostní model určující oprávnění přístupu pro jednotlivé bezpečnostní role (skupiny) uživatelů. Právě propojení obou aspektů stromové struktury (intuitivnost a řízení přístupů) dává uživateli jistotu v momentě, když vkládá informaci, kdo k ní bude mít přístup [34].

Z hlediska běžného provozu by CDE systém měl umožnit přidělování oprávnění vybraným uživatelům projektu, aby mohli rozhodovat o tom, jaké osoby z partnerů projektu budou zastávat

určité role v projektu. Pokud je pro tuto činnost systém příliš složitý a vyžaduje vysokou IT odbornost, může to znamenat významnou překážku v používání systému v rámci projektu. To se týká i přidávání úplně nových uživatelů do systému [34].

Při výstavbě je důležité flexibilně a rychle rozšiřovat a obměňovat tým, a to platí zejména pro tento konkrétní případ [34].

Možnost integrace s jinými systémy

Důležitou oblastí úspěšné implementace nástrojů podporujících BIM je jejich schopnost integrovat a komunikovat s daty. Není možné zcela zahrnout celou metodu BIM do jednoho aplikačního systému, proto je klíčovou vlastností systému pro správu sdílených dat (CDE) jeho rozhraní, které umožňuje tuto integraci - tzv. API (Application Programming Interface) [34].

Důležitost API spočívá v tom, že umožňuje propojení a výměnu dat mezi různými systémy. Důležitým kritériem při výběru CDE je hloubka a kvalita tohoto otevřeného rozhraní. Požadavky na API by měly být přiměřené systémům, které již zadavatel používá nebo které plánuje brzy nasadit. API by vždy mělo umožňovat základní přístup ke čtení, změně a vkládání datových oblastí. Pokročilejší API umožňují i vzdálené spouštění procesů a pracovních postupů, což umožňuje realizaci složitějších metodik bez ohledu na to, v jakém systému jsou prováděny, a bez nutnosti přímého zásahu uživatele. Tím se stanovují minimální požadavky pro vytvoření optimálních a efektivních procesů v rámci metody BIM [34].

Přehled možných funkcí

Následující tabulka shrnuje možné funkce, které řešení CDE může nabízet.

Tab. č. 1: Přehled možných funkcí CDE [vlastní]

| Přehled možných funkcí | |
|---|---|
| sdílení souborů složek (vnořené sdílení) | audity dokumentů |
| revize souborů a složek | porovnání s předchozími verzemi |
| sdílení a prohlížení fotografií | správa kolizí |
| integrování prohlížení souborů s příponami (pdf, txt, ifc atd.) | elektronické formuláře |
| správa jednotlivých revizí dokumentů | tvorba vlastních pracovních postupů souvisejících s dokumenty |
| prohlížení a práce s informačním modelem ve formátu IFC | uživatelská práva k jednotlivým záznamům (např. projekty, složky, dokumenty, úkoly) umožňující k nim přístup, jejich editaci, prohlížení a další funkce |
| vyhledávání, filtrování a zobrazování určitých prvků v informačním modelu | uživatelská práva umožňující u jednotlivých záznamů procesů jejich schvalování, zamítnutí či posunutí do dalšího kroku procesu a další akce |

| Přehled možných funkcí | |
|--|---|
| vytváření vazeb mezi prvky informačního modelu a ostatní záznamy (např. dokumenty, úkoly, diskuse, události) | možnost analyzovat, simulovat a vyhodnocovat - například toky dokumentů, pro organizaci a jejich stav |
| označení v dokumentech (redlining) | výchozí adresářová struktura |
| určení jednotlivých úkolů | výchozí pracovní postupy (podpora pracovních postupů - workflows) |
| diskuze a fóra | práce s číselníky |
| podpora e-mailové korespondence | výchozí nastavení oprávnění |
| upozornění | nastavení pracovních postupů a hierarchie odpovědností dle specifikace v BIM protokolu a jeho příloh |
| vyhledávání v datech, full-text | integrace se stávajícími systémy |
| filtrování, vhodná zobrazení dat v rámci aplikace filtru | integrace na úrovni autentizačních systémů přístupujících subjektů |
| přidávání libovolných vlastností k různým typům dokumentů a jejich promítnutí do UI, API a výstupů | |

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V kapitole bude nejprve představena implementace BIM v České republice a následně v zahraničí. V rámci České republiky budou navíc rozebrány BIM standardy a legislativa. Dalším obsahem této kapitoly bude analýza dostupných CDE řešení v tuzemsku a v zahraničí. Mimo to bude také v rámci kapitoly zhotoveno dotazníkové šetření pro získání pohledu na oblast CDE od vybraného okruhu respondentů. Závěr kapitoly shrnuje zjištěné informace z předešlých podkapitol v této části.

2.1 IMPLEMENTACE BIM V ČESKÉ REPUBLICE

O metodě BIM se v České republice začalo více mluvit v roce 2011. Hlavním impulsem tehdy byly aktivity inovativních projektových firem, které se zajímaly o svůj rozvoj v oblasti 3D [22]. Přijetí Koncepce pro zavádění metody BIM v ČR bylo prvním významným krokem při digitalizaci stavebnictví.

Usnesení vlády číslo 682/2017 svěřilo ministerstvo průmyslu a obchodu ve spolupráci s ÚNMZ odpovědnost za provedení Koncepce zavedení metody BIM. Tato úloha je realizována prostřednictvím České agentury pro standardizaci (ČAS) a jejího odboru Koncepce BIM, který se zaměřuje na vytváření standardů, metodik, návodů a doporučení souvisejících s vybranými opatřeními Koncepce zavedení metody BIM. V listopadu 2016 bylo schváleno usnesení vlády číslo 958, o významu metody BIM pro stavební praxi v České republice a návrhu dalšího postupu pro její zavedení. Vláda tímto vyjádřila podporu pro zavádění metody BIM v ČR v souvislosti s jejím vlivem na růst ekonomiky a konkurenceschopnosti České republiky a zaúkolovala Ministerstvo průmyslu a obchodu, za podpory ostatních ministerstev, zpracovat Koncepti zavádění metody BIM v České republice. Na základě usnesení vlády číslo 682/2017 byla vypracovaná koncepce schválena [33].

Koncepce nastiňuje stav zavádění metody BIM v Evropě a v českém prostředí, přičemž uvádí klíčová témata, která se týkají oblasti BIM, a která je nutno řešit. Mimo to obsahuje také plán postupného zavádění BIM v České republice v letech 2018 až 2027 a obsahuje doporučená opatření, aby tato metoda mohla být běžně a efektivně využívána [35].

Podle přijatého rozhodnutí vlády ČR číslo 41/2021 budou veřejní zadavatelé jako první zadávat a řídit své nadlimitní stavební zakázky pomocí metody BIM. V blízké budoucnosti bude využívání informačního modelování budov v České republice u všech nadlimitních veřejných stavebních zakázek (veřejné zakázky s cenou vyšší než 150 milionů korun) již povinné. Tato povinnost bude zakotvena v zákoně o informačním modelu, informačním a digitálním modelování,

který se v současnosti připravuje. Na základě jeho aktuální verze bude využívání společného datového prostředí jednou ze součástí zákonných povinností týkající se veřejných zadavatelů [35]. Plánovaná zákonná povinnost využívání BIM pro nadlimitní státní zakázky v České republice se předpokládá až v roce 2024 [37].

Lze dedukovat že se oblast BIM a společného datového prostředí v České republice stále postupně rozvíjí. Taktéž je zřejmé, že Česká republika sleduje mezinárodní trendy a projevuje snahu o implementaci a podporu využívání BIM a CDE ve stavebnictví. V posledních letech byla vytvořena spousta projektů a vznikla řada iniciativ zaměřených na digitalizaci a BIM v České republice. Dochází k postupnému přijímání mezinárodních technických norem, které se týkají BIM a CDE.

2.1.1 BIM standardy a legislativa v České republice

BIM standardy v České republice

Technické normy pro BIM vznikají díky kombinaci podnětů od aliance buildingSMART a jednotlivých států směrem k organizacím ISO a CEN. V roce 2016 byla na národní úrovni zahájena činnost technické normalizační komise TNK 152 "Organizace informací o stavbách a informační modelování staveb (BIM)" na Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) [38].

Zahraniční zkušenosti ukazují, že nastavení potřebných pravidel formou technických standardů je vhodné a doporučuje se tato cesta i v České republice. Novelizace zákonů a prováděcích předpisů bývá časově náročná a měla by být použita pouze pro stanovení skutečně základních pravidel [38].

V ČR jsou momentálně platné normy vztahující se k BIM následující:

- ČSN ISO 16739 Datový formát Industry Foundation Classes (IFC) pro sdílení dat ve stavebnictví a ve facility managementu,
- ČSN ISO 12006-2 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 2: Rámec pro klasifikaci informací,
- ČSN ISO 12006-3 Budovy a inženýrské stavby – Organizace informací o stavbách – Část 3: Rámec pro objektově orientované informace,
- ČSN EN ISO 19650-1 Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách včetně informačního modelování staveb (BIM) – Management informací s využitím informačního modelování staveb – Část 1: Pojmy a principy,

- ČSN EN ISO 19650-2 Organizace a digitalizace informací o budovách a inženýrských stavbách včetně informačního modelování staveb (BIM) – Management informací s využitím informačního modelování staveb – Část 2: Dodací fáze aktiv,
- ČSN EN ISO 29481-1 Informační modely staveb – Manuál pro předávání informací – Část 1: Metodika a formát,
- ČSN EN ISO 29481-2 Informační modely staveb – Manuál pro předávání informací – Část 2: Rámec pro interakce,
- ČSN ISO 16757-1 Datové struktury pro elektronické katalogy výrobků pro technická zařízení budov – Část 1: Pojmy, architektura a model,
- ČSN ISO 16757-2 Datové struktury pro elektronické katalogy výrobků pro technická zařízení budov – Část 2: Geometrie,
- ČSN ISO 22263 Organizace informací o stavbách – Rámec pro správu informací o projektu,
- ČSN ISO 16354 Obecné zásady pro znalostní a objektové knihovny,
- ČSN P ISO/TS 12911 Rámec pro návody na informační modelování staveb (BIM) [23].

Legislativa v České republice zaměřená na BIM

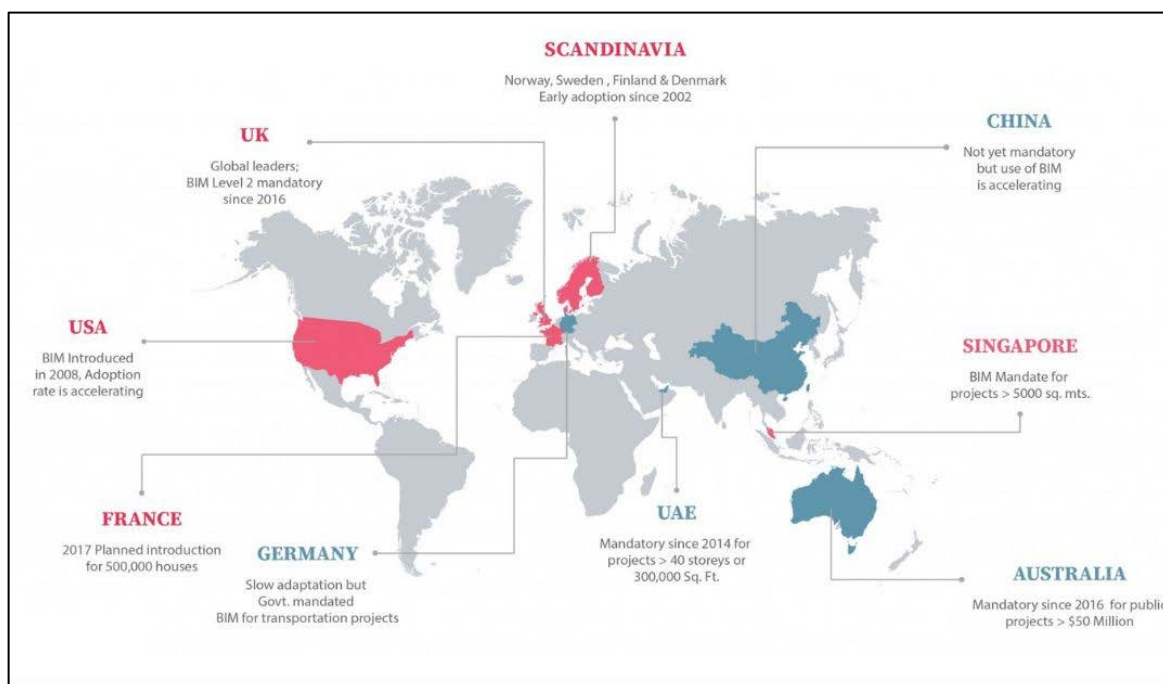
V současné době nemá Česká republika žádnou závaznou legislativní úpravu, která by se vztahovala komplexně k metodě BIM. Právní úprava České republiky tedy v současnosti nedisponuje žádným systematickým, uceleným a závazně legislativním ukotvením správy informací o stavbě, informačního modelu stavby či vystavěného prostředí. Existuje však zmínka o metodě BIM, která je zahrnuta v zákoně č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, ve znění pozdějších předpisů, který v § 103 odst. 3 stanoví, že *"Zadavatel může v případě veřejných zakázek na stavební práce, projektové činnosti nebo soutěžích o návrh v zadávací dokumentaci uvést závazný požadavek na použití zvláštních elektronických formátů včetně nástrojů informačního modelování staveb a uvést požadavky na obsah, strukturu nebo formát dat. Pokud tyto formáty nejsou běžně dostupné, zajistí k nim zadavatel dodavatelům přístup."* [33].

Existuje však Návrh věcného záměru zákona o správě informací o stavbě a informačním modelu stavby a vystavěného prostředí, který je nyní v připomínkovém a schvalovacím procesu.

2.2 IMPLEMENTACE BIM V ZAHRANIČÍ

Využívání metody BIM je ve stavebnictví stále rozšířenější, a to jak v Evropě, tak i mimo ni. Jednotlivé členské státy Evropské unie přistupují k zavádění metody BIM různými způsoby, nicméně ve většině států existuje minimálně vládní strategie k její podpoře [39].

Severské státy, jako je Dánsko, Finsko a Norsko, se považují za průkopníky využívání metody BIM v Evropě. Mezi průkopnické země v Evropě se považuje i Velká Británie. Tyto země zvolily různé strategie pro implementaci BIM. V některých zemích se strategie vztahují pouze na určité vládní resorty, zatímco jiné země zavedly povinné využívání metody BIM pro všechny veřejné zakázky. V řadě států je využívání metody BIM stále dobrovolné, avšak je možné pozorovat rostoucí trend zakotvování BIM v legislativě a povinnost používat BIM alespoň pro největší stavební projekty z veřejných rozpočtů. V Evropě je patrné úsilí o legislativní zavedení informačního managementu staveb, přičemž Evropská unie tuto snahu podporuje v rámci svého úsilí o digitalizaci a modernizaci stavebnictví, snižování nákladů a ochranu životního prostředí [39].



Obr. č. 13 - Implementace BIM v zahraničí [40]

V následující části této kapitoly bude rozebrán postup vývoje implementace BIM v jednotlivých vybraných státech po celém světě. Nejprve budou popsány vybrané země Evropy, a poté i vybrané mimoevropské státy.

Finsko

Finsko se řadí mezi lídry využívání BIM ve světě. Výhody, které BIM přináší začalo Finsko zkoumat a postupně odhalovat hned v prvopočátcích tohoto nového přístupu ke stavebnímu procesu a následnému užívání staveb. Postupem času se užívání metody BIM začalo rozšiřovat jak ve státním sektoru, tak i v tom soukromém. Za poměrně úspěšnou implementaci tohoto přístupu stojí zejména pomoc státu, která byla zajištěna formou podpory výzkumu a vývoje. Už od roku 2001 začal finský státní podnik Senate Properties, který má na starosti správu a výstavbu všech státních

veřejných budov a sídel státních institucí, se studiem a rozvojem řady pilotních projektů na využití BIM. Výsledky těchto pilotních projektů poté postupně ukazovaly značné výhody pro uživatele modelu v projekční, realizační a následně i ve fázi správy budovy. Z toho důvodu se tento podnik rozhodl od roku 2007 požadovat informační model pro všechny své stavební projekty [4].

Podnik Senate Properties tímto krokem v zemi nastavil standard i pro běžné soukromé projekty. V září 2007 vydal podnik příručku pravidel, kde byly specifikovány požadavky na detailnost informací zaváděných do modelu pro všechny účastníky daného projektu v jednotlivých fázích projektu, čímž tak podnik podpořil rozvoj a standardizaci užívání BIM [4].

Dánsko

Dánsko se věnuje zavádění metody BIM od roku 2001, přičemž právně zakotven je od roku 2007. V roce 2013 vydala země aktualizované požadavky, ve kterých definovala pravidla pro zavedení informačního modelování staveb do systému zadávání veřejných zakázek do stavebního sektoru. Za cíl si kladla elektronizaci výběrových řízení, stejně jako celého procesu přípravy, návrhu, realizace a provozu stavby [4].

Švédsko

Švédsko se společně s dalšími severoevropskými zeměmi řadí mezi lídry v implementaci BIM a dosahuje významného pokroku v této oblasti. Mezinárodní stavební společnost WSP označuje Švédsko za hlavního lídra v oblasti výstavby komplexních projektů D/B a infrastruktury s využitím BIM nástrojů a postupů. Mezi příklady úspěšných projektů s využitím BIM v Švédsku lze uvést například silniční obchvat Stockholmu nebo stavbu železničního tunelu pod centrem Stockholmu [4].

Je však důležité poznamenat, že společnost WSP je soukromou společností a využívá BIM na projekty infrastruktury z vlastního přesvědčení. To naznačuje, že švédský průmysl stavebnictví je aktivní a zavádí BIM nástroje a postupy, i když se může jednat o rozhodnutí jednotlivých firem nebo organizací [4].

Celkově je Švédsko v popředí v oblasti implementace BIM, a to jak v soukromém sektoru, tak i ve veřejném sektoru. Díky pokroku v této oblasti se Švédsko stává vzorem pro ostatní země, které chtějí využívat BIM nástroje a postupy ve svých stavebních a infrastrukturních projektech [4].

Norsko

Norsko aktivně sleduje své severské sousedy a rozhodně nezaostává v implementaci BIM. V oblasti veřejného sektoru existuje několik organizací, které aktivně podporují a vyžadují využití BIM pro své nové i stávající budovy [4].

V Norsku, obdobou finské Senate Properties, je společnost Statsbygg. Jde o organizaci, která spravuje veřejné nemovitosti a má na starosti výstavbu nových budov. Statsbygg je druhým největším vlastníkem budov v Norsku a od roku 2010 vyžaduje využití BIM pro všechny své nové projekty. Postupně také upravuje modely stávajících budov za účelem usnadnění jejich správy [4].

V říjnu 2011 společnost Statsbygg vydala revizi svého BIM manuálu, který je volně dostupný ke stažení na jejich webových stránkách. Tento manuál obsahuje kompletní souhrn povinných a doporučených požadavků pro vytváření informačních modelů, které budou následně využity pro budovy společnosti. Statsbygg se tímto závazkem k BIM snaží zvýšit efektivitu a kvalitu ve výstavbě a správě budov. Jejich postupná digitalizace stávajících budov a požadavek na BIM u nových projektů přispívají k lepšímu řízení a správě nemovitostí [4].

Velká Británie

Velká Británie je pro mnohé země vzorem v procesu implementace BIM. Důležitou roli v rozvoji BIM metodiky zde hraje její organické začlenění do celkové strategie rozvoje celého sektoru stavebnictví [40].

V roce 2011 byl vládou vydán dokument, tzv. Government Construction Strategy (GCS11), který představoval strategii rozvoje stavebnictví pro období 2012 až 2016. V dokumentu bylo uvedeno, že od roku 2016 bude vláda pro své projekty vyžadovat minimálně plně spolupracující 3D BIM s veškerou dokumentací v elektronické podobě, tedy úroveň 2. V roce 2011 došlo také k založení organizace *BIM Task Group*, která měla za úkol založení sítě regionálních center zaměřených na podporu BIM. Organizace připravila plán implementace a dále řídila a koordinovala činnosti, které směřovaly k naplnění cílů strategie. Strategie byla zaměřena především na 4 hlavní oblasti, a to na osvětu a popularizaci, standardizaci, právní aspekty a v neposlední řadě vzdělání [40].

V roce 2015 došlo k představení dalšího vládního strategického plánu s názvem Digital Built Britain. Dokument pojednává o představě plně automatizované výstavby jako normy a vytyčil klíčové kroky proto, aby bylo dosaženo cílů, které byly stanoveny pro rok 2025 [40].

Německo

V roce 2015 společnost Planen-bauen 4.0 - Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, Bauens und Betriebens mbH vypracovala Plán pro implementaci BIM pro Spolkové ministerstvo dopravy a digitální infrastruktury. Tento plán je výsledkem spolupráce hlavních firem a nevládních organizací, které tvoří společnost Planen-bauen 4.0 [41].

Cílem plánu je podpora BIM prostřednictvím vzdělávání a příruček, spíše než nuceného zavádění BIM. Klíčovým prvkem je standardizace. V současné době existují v Německu dvě oficiální standardizační aktivity. První zastupuje Asociace německých inženýrů VDI, což je největší sdružení inženýrů v zemi s více než 15 000 členy. Tato organizace má oprávnění připravovat technické normy, včetně série VDI2552, která je již vypracována [41].

VDI2552 bude dále rozvíjena ve spolupráci s orgány odpovědnými za technickou normalizaci BIM v rámci Německého institutu pro standardizaci – DIN [41].

Spojené státy americké

Správa generálních služeb (General Services Administration - GSA) se stará o rozvoj BIM v rámci veřejného sektoru v USA. GSA je státní organizací, která působí jako centrální agentura pro řízení zakázek a správu majetku pro federální vládu. Je zodpovědná za správu a údržbu více než 8 600 budov, které jsou ve vlastnictví nebo pronájmu federální vlády [4].

GSA se zavázala k dodávání svých služeb v nejvyšší kvalitě, podpoře udržitelného rozvoje a být příkladem inovací a efektivního fungování pro soukromý sektor. S tímto cílem se GSA rozhodla začít využívat a podporovat BIM [4].

V roce 2003 byl zahájen National 3D-4D-BIM Program, který má za úkol nejprve vyzkoušet BIM na pilotních projektech a následně ho používat pro všechny významné budoucí projekty. Cílem programu je také podporovat rozvoj a zvyšovat povědomí o BIM. V rámci tohoto programu GSA vydává sérii průvodců, které představují jednotlivé aplikace BIM, jejich možnosti použití, výhody a případné výzvy. Tyto průvodce také ukazují konkrétní příklady použití aplikací BIM na probíhajících pilotních projektech. [4].

V červenci 2009 společnost McGraw Hill Construction, která je označována za experta v oblasti průzkumu trhu ve Spojených státech, zveřejnila podrobnou zprávu o rozsahu přijetí BIM, jeho dopadech na uživatele a přidané hodnotě, kterou BIM přináší. Podle výsledků této zprávy již téměř 50 % amerického stavebního průmyslu využívá BIM a dalších 20 % firem plánuje zavést BIM do své praxe v průběhu následujících dvou let, tedy do konce roku 2011 [4].

Některé státy v USA již přijaly své vlastní místní politiky pro zavádění BIM. Příkladem může být Wisconsin, který od 1. července 2009 vyžaduje, aby veškeré větší veřejné zakázky na výstavbu nebo rekonstrukci veřejných budov byly realizovány pomocí BIM. Podobně postupoval například Texas, kde toto nařízení platí od srpna 2009. V současné době se v Americe nachází pravděpodobně největší počet aktivních uživatelů BIM. Nicméně s ohledem na obrovskou velikost stavebního průmyslu ve Spojených státech představuje toto množství stále jen relativně malý podíl. Je však důležité zdůraznit, že využívání BIM v Americe prudce roste [4].

Čína

V průběhu let 2016 až dosud došlo v Číně k významnému nárůstu zavádění BIM. Čínští odborníci v oblasti architektury, inženýrství a stavebnictví společně s několika organizacemi přijali vysoce účinnou politiku zaměřenou na růst a digitalizaci prostřednictvím BIM, který se stal klíčovým prvkem a je nyní běžně využíván ve většině čínských projektů. Dokonce i čínská vláda projevuje značný zájem o politiku přijetí BIM. Zatímco BIM nebyl povinně nařízen, jeho používání je pozitivně podporováno [42].

Čína je rozlehlá země s dynamicky se rozvíjející ekonomikou, ale v oblasti stavebnictví je situace na regionální úrovni značně rozptýlená. Nicméně přesto se přijetí BIM přikládá velký význam, neboť přináší mnohé výhody a možnosti pro zefektivnění stavebních projektů v zemi [42].

Singapur

V roce 2010 byl přijat závazek zvýšit produktivitu stavebního průmyslu o 25 % do roku 2015. Building and Construction Authority (BCA), agentura pod Ministerstvem národního rozvoje, je odpovědná za splnění tohoto závazku. BCA se zaměřuje na zlepšování stavebního prostředí, zejména v oblasti bezpečnosti, udržitelného rozvoje a kvality staveb. Podle BCA je jedním z hlavních opatření k dosažení zvýšení produktivity ve stavebnictví masové zavádění BIM [4].

BCA si stanovila cíl, že do roku 2015 bude 80 % firem ve stavebním průmyslu využívat BIM. Mezi postupy, díky kterým tento cíl chtěla splnit, bylo zajištění zákazníků, kteří budou BIM vyžadovat pro své projekty, zajištění odpovídajícího vzdělání pro pracovníky ve stavebnictví a založení fondu, který podpoří zavádění BIM [4].

BCA se zaměřila na stát jako hlavního zákazníka a navázala partnerský program se státními institucemi. Cílem tohoto programu bylo realizovat několik pilotních projektů, které sloužily k definování všeobecných požadavků pro dodávání projektů s využitím BIM. Součástí programu je také školení pracovníků těchto státních institucí v oblasti BIM. Cílem je zajistit, aby tito pracovníci

nejenom uměli efektivně využívat nový přístup, ale také byli schopni poskytovat poradenství a podporu soukromému sektoru [4].

BCA si byla vědoma, že přechod na BIM znamená nejen používání nového softwaru, ale zásadně mění také způsob, jakým projektové týmy spolupracují. S tímto vědomím se BCA inspirovala zkušenostmi z jiných zemí, jako je Finsko a USA [4].

2.3 CDE DOSTUPNÁ V TUZEMSKU

V České republice existuje široká škála CDE řešení v oblasti BIM projektů. Obecně platí, že se v České republice využívají již vytvořená CDE řešení od externích společností, ale i řešení vytvořená na míru. Mnoho stavebních firem a projektových týmů využívá CDE řešení, která jsou vyvíjena a poskytována specializovanými společnostmi. Mezi oblíbená CDE řešení patří například Autodesk BIM 360, ASITE, Trimble Connect nebo další platformy, které nabízejí širokou škálu funkcí pro správu, sdílení a spolupráci na BIM projektech.

Opakem toho jsou společnosti a organizace, které se rozhodnout vyvinout vlastní CDE řešení na míru, jenž bude vyhovovat specifickým potřebám a požadavkům projektu. Tyto platformy mohou být navrženy tak, aby splňovaly konkrétní potřeby organizace nebo projektu a navíc, aby byly integrované s dalšími interními systémy a procesy.

Je důležité zhodnotit potřeby a možnosti projektu a zvážit výhody a nevýhody použití existujících CDE platform od externích společností oproti vytvoření vlastního řešení na míru. Dále budou popsány nejnámější CDE řešení nabízená v tuzemsku.

ASITE

ASITE je cloudová aplikace, která spojuje sdílené datové prostředí spolu s účinným nástrojem pro koordinování a řízení stavebních zakázek. Tento systém zajistí bezproblémovou a přehlednou spolupráci na projektu – od přípravy, přes realizaci, až po jeho dokončení a správu. CDE řešení patří stejnojmenné společnosti Asite, mezinárodnímu poskytovateli softwarových řešení pro stavebnictví a infrastrukturu. Společnost byla založena v roce 2001 ve Velké Británii a časem se stala aktivní na mezinárodním trhu a její platforma CDE je využívána v různých odvětvích stavebnictví infrastruktury a nemovitostí. Dnes má tato globální platforma více než 350 000 registrovaných uživatelů po celém světě. Jejím cílem je poskytnout uživatelům prostředky pro efektivní řízení projektů, lepší spolupráci mezi týmy a maximalizaci hodnoty BIM dat. V České republice působí od roku 2020 a to díky partnerství s českou firmou Callida, s. r. o. [36].

Cena systému se odvíjí v závislosti na finančním objemu projektu. V ceně je zahrnuto:

- SaaS řešení (Software as a Service),
- neomezený počet uživatelů,
- neomezený počet spolupracujících společností a firem,
- neomezené limity na množství uložených dat a propustnost sítě,
- neomezený přístup k technické podpoře v českém jazyce,
- aplikace pro řešení vad a nedodělků na staveništi (Field Management),
- integrované prohlížení a práce s modelem stavby ve formátu IFC [36].



Obr. č. 14 – ASITE [43]



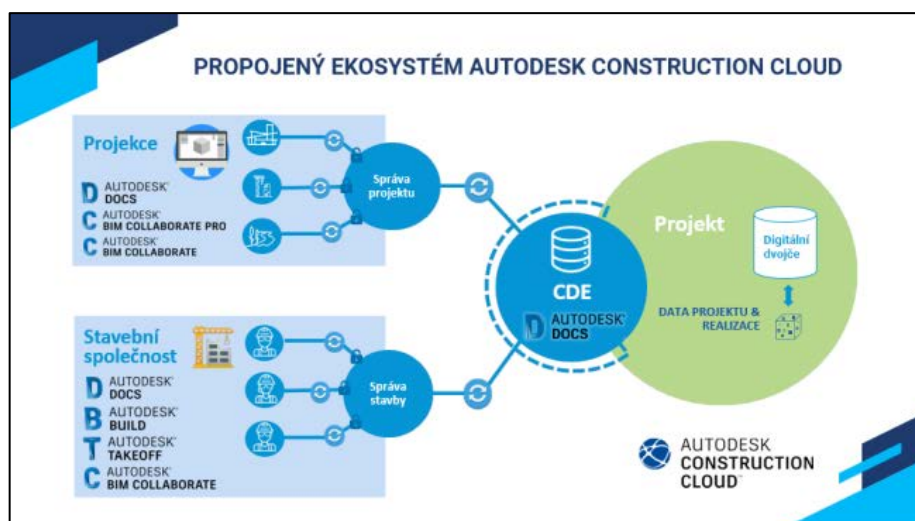
Obr. č. 15 - CDE řešení ASITE [44]

Autodesk Construction Cloud

Autodesk Construction Cloud je CDE řešení předního světového dodavatele technologií pro navrhování a tvorbu. Toto řešení pomáhá šetřit čas a snižovat rizika včetně chyb, které mohou vzniknout při realizaci stavebních projektů. Kombinuje hned několik produktů a nástrojů společnosti Autodesk. Dodavatelem řešení do České republiky je společnost Arkance Systems CZ s.r.o., jež se specializuje na dodávku komplexních softwarových řešení pro všechny fáze životního cyklu inženýrských projektů. Společnost je největším středoevropským partnerem společnosti Autodesk [36].



Obr. č. 16 - Logo Autodesk Construction Cloud [45]



Obr. č. 17 - Propojený ekosystém Autodesk Construction Cloud [46]

Tato platforma obsahuje celou řadu funkcí splňující požadavky ISO 19650 různých modulů potřebných v různé fázi životního cyklu budovy od projekce až po stavbu a správu budovy [36].

Mezi české zákazníky Autodesk Construction Cloud jsou i veřejné organizace, jako například Letiště Praha a. s., Ústav hematologie a krevní transfuze nebo ČEZ a.s. [36].

PROIIICONOM

PROIIICONOM je systém CDE, který umožňuje transformaci projektového řízení do 21. století. Jedná se o modulární systém, který nabízí nástroje, jež jsou vhodné pro administraci a řízení stavebních projektů, a to ve všech fázích stavby. Dodavatelem řešení je PROIIICONOM SOFTWARE. Jedná se o přední českou softwarovou společnost, která se specializuje na digitalizaci a BIM (Building Information Modeling). Jejich hlavní činností je vývoj a nasazování komplexních systémových řešení v rámci celého životního cyklu stavby [36].

Společnost se zaměřuje na poskytování odborných služeb a softwarových produktů, které umožňují využít výhody digitálního modelování a informačního managementu ve stavebnictví. Jejich portfolio zahrnuje různé nástroje a aplikace, které pomáhají při návrhu, plánování, realizaci a správě stavebních projektů [36].

V současné době je systém PROIIICONOM úspěšně provozován a nasazován u mnoha významných investorů, konzultačních organizací, stavebních firem a projektových kanceláří. Tento systém byl také úspěšně implementován v rámci pilotních projektů BIM u organizací veřejné správy [36].

Momentálně je systém aktivně využíván na více než 35 pilotních projektech, ve kterých jsou různé funkcionality systému využívány v závislosti na potřebách a rozsahu digitalizace. Mezi tyto

funkcionality patří například správa dokumentů, procesů a úkolů, evidování dat (například stavební deník, změny během výstavby, měření) a propojení BIM modelů s rozpočtem, harmonogramem a dalšími daty [36].

PROIIICONOM

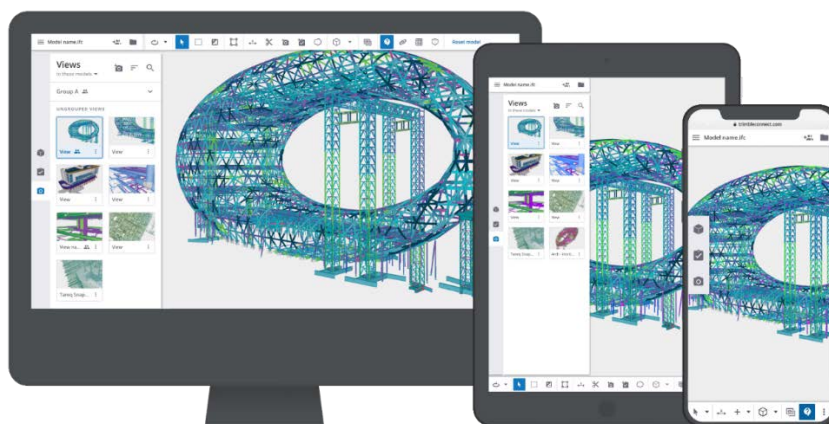
Obr. č. 18 - Logo PROIIICONOM [47]

Trimble Connect

Trimble Connect je cloudový nástroj, který je určen ke spolupráci a sdílení informací na BIM projektech. Dokáže pracovat s mnoha různými datovými formáty a obsahuje integrovaný 2D i 3D BIM prohlížeč. Data jsou přístupná kdykoli a odkudkoli, a to pro všechny zúčastněné strany. Trimble connect je dostupný jako desktopová aplikace, v libovolném prohlížeči, nebo také jako aplikace určená pro mobilní zařízení. Nástroj Trimble Connect patří společnosti Trimble, která se zaměřuje na vývoj a výrobu moderních technologií. Dodavatelem této platformy v České republice je společnost Contrusoft, s.r.o. [36].

Aplikaci využívá již více než 10 milionů spokojených uživatelů po celém světě. V České republice jsou mezi zákazníky například společnost ČEZ, a.s., Strabag Rail a.s., nebo Zlínský, Jihomoravský či Moravskoslezský kraj [36].

Řešení je v souladu s ISO, metodikami a bezpečnostními standardy. Řešení nevyžaduje žádné náročné technické požadavky na IT strukturu ani na uživatele. Webová verze řešení nevyžaduje žádnou instalaci jakéhokoliv softwaru, protože vše běží prostřednictvím webového prohlížeče [36].



Obr. č. 19 - Systém Trimble Connect [48]

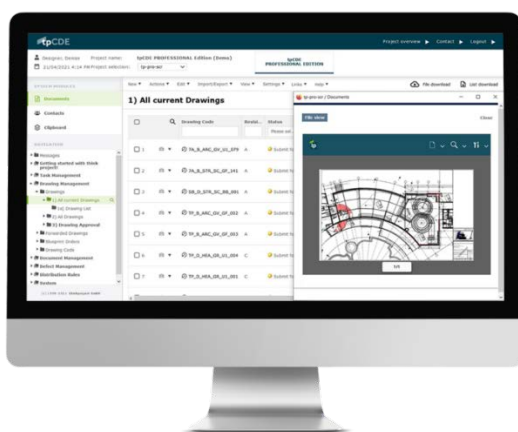
2.4 CDE DOSTUPNÁ V ZAHRANIČÍ

Ve většině zemí dochází k aktivnímu rozvoji CDE a implementaci BIM ve stavebnictví. Mezi jednotlivými zeměmi existují rozdíly, a to například z hlediska přístupu pokroku a specifických požadavků. Tyto rozdíly jsou závislé na místních podmínkách, prioritách a legislativě. Přesto však existuje mnoho CDE řešení, která fungují mezinárodně a mají širokou uživatelskou základnu po celém světě. Mezi tyto se řadí i platformy využívané v tuzemsku, které byly zmíněné v předešlé kapitole. Zde se jedná zejména o platformu od společnosti Autodesk BIM 360. V jednotlivých zemích jsou populární platformy CDE od externích i domácích společností. Záleží na preferencích konečného zákazníka. Následuje popis CDE řešení, která fungují v sousedních zemí České republiky.

Německo

Německo je v oblasti vývoje platformy CDE v silné pozici. Tamní trh je dobře zastoupen mnoha mezinárodními i domácími společnostmi, které nabízí CDE řešení pro správu projektových dat a spolupráci v průmyslu stavebnictví a infrastruktury. Velmi populární zastoupení na místním trhu má platforma BIM 360, která je ovšem široce používána po celém světě. Mezi nejznámější CDE řešení, která jsou původem z Německa patří řešení od společnosti Thinkproject, nebo ALLPLAN.

Společnost Thinkproject byla založena v roce 2000 v Mnichově. Od svého založení se postupně rozrostla a stala se jednou z předních poskytovatelů CDE řešení v průmyslu stavebnictví a infrastruktury. Je známá pro své uživatelsky přívětivé rozhraní, širokou škálu funkcí a schopnosti přizpůsobit se potřebám konkrétního projektu či organizace. Společnost si zakládá na zajištění bezpečnosti dat, zlepšování efektivity projektů a na podpoře digitální transformace ve stavebnictví. Díky svému úspěchu a expanzi si společnost vytvořila silnou přítomnost a na evropském trhu a stala se mezinárodně uznávanou platformou pro správu projektových dat a spoluprací [49].



Obr. č. 20 - Platforma CDE Thinkproject [50]

Společnost ALLPLAN je dodavatel softwarových řešení pro stavebnictví, architekturu a infrastrukturu. Jeho hlavním produktem je software Allplan, který nabízí komplexní nástroje pro tvorbu a správu digitálních modelů budov. Společnost vznikla v roce 1963 v Mnichově a jako jedna z prvních společností ve stavebnictví vyvíjela software pro stavební inženýry. Postupem času společnost rozšířila svou působnost, avšak stále zůstává silně spojena s Německem, kde se nachází její centrála. V německém Mnichově je součástí skupiny Nemetschek Group, která je průkopníkem digitální transformace ve stavebnictví. Společnost nabízí CDE řešení ALLPLAN BIMPLUS, které představuje komplexní platformu pro správu projektových dat a spolupráci v rámci BIM projektů. Platforma je navržena tak, aby podporovala efektivitu a transparentnost. Je používána profesionály v rámci stavebního a infrastrukturálních odvětví [51].



Obr. č. 21 - BIMPLUS by ALLPLAN [52]

Rakousko

V Rakousku existuje jednoznačná podpora vývoje CDE platformem ze strany vlády. Ta usiluje o digitalizaci ve stavebnictví pomocí různých opatření a iniciativ. Jejím cílem je zlepšení efektivity, kvality a udržitelnosti stavebních projektů prostřednictvím moderních digitálních nástrojů a technologií. Rakousko přijalo národní strategii pro digitalizaci, která se vztahuje i na stavebnictví. Cílem této strategie je podpora digitální transformace a zlepšení efektivity v průmyslu stavebnictví, včetně používání CDE platformem. V zemi je populární platforma od rakouské společnosti PlanRadar.

Společnost PlanRadar byla založena v roce 2013 ve Vídni s účelem zaplnit díru na trhu. Od svého založení se společnost PlanRadar postupně rozrostla a stala se významným poskytovatelem CDE řešení pro stavebnictví a nemovitosti. Společnost si vybudovala velmi silnou přítomnost na mezinárodním trhu. Rakouský startup má momentálně své zákazníky ve více než 60 zemích světa, mezi nimiž nechybí ani Česká republika. Díky své inovativnosti a snaze zlepšovat procesy ve stavebnictví si společnost získala důvěru mnoha klientů a stala se uznávanou platformou pro správu projektových dat [53].



Obr. č. 22 - Platforma CDE PlanRadar [53]

2.5 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

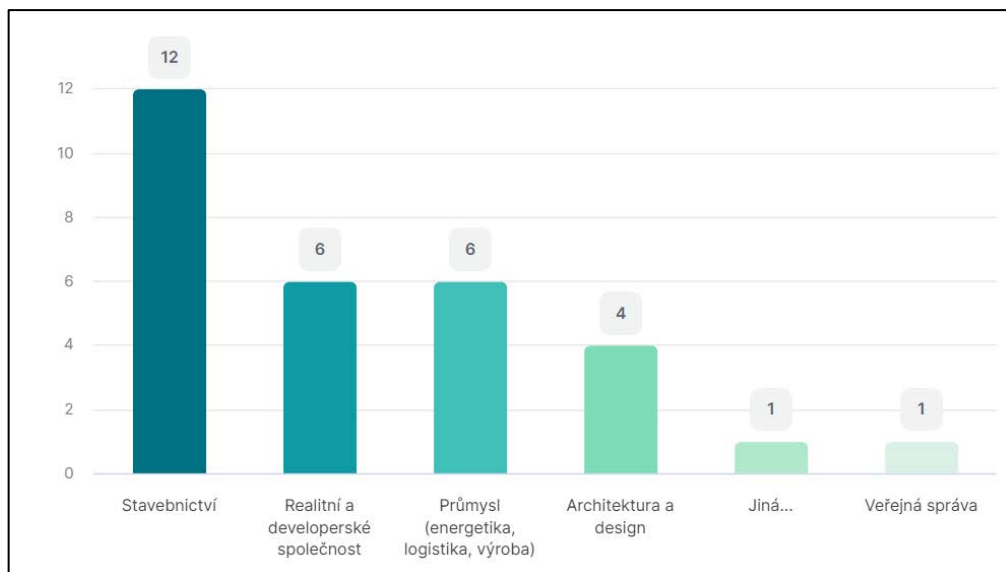
V rámci analýzy současného stavu bylo zhotoveno dotazníkové šetření určené pro vybraný okruh respondentů. Dotazníkové šetření je kvantitativní výzkumná metoda, která se používá k získání systematických dat od respondentů a sbírá informace prostřednictvím strukturovaných otázek, které jsou rozdělovány mezi jednotlivé osoby, které se účastní výzkumu. Sběr dat pro dotazníkové šetření proběhl ve dnech od 1. 5. 2023 do 10. 5. 2023. Výzkum byl zaměřen na zjištění úrovně povědomí vybraných respondentů o CDE a jeho cílem bylo určit, jak dobře je tento koncept přijímán a chápán v praxi. Z vyplněného dotazníku je zřejmá informace o tom, jaké benefity CDE jsou upřednostňovány, nebo která kritéria jsou považována za ta nejdůležitější. Následující část této kapitoly se zabývá konkrétními otázkami, které byly v rámci dotazníku kladeny a jejich vyhodnocením na základě získaných odpovědí od respondentů. Pro zprostředkování odpovědí byla využita služba Survio. Odkaz na vyplnění dotazníku byl zasílán přes sociální sítě a jiné komunikační kanály na adresu vybraných respondentů. Odpovědi byly získány od 30 vybraných respondentů.

Následující část práce představuje jednotlivé kladené otázky, včetně jejich vyhodnocení znázorněné pro vyšší přehlednost v jednotlivých grafech.

Otázka č. 1: V jakém oboru se pohybujete?

Vyberte jednu odpověď.

- Stavebnictví
- Průmysl (energetika, logistika, výroba)
- Realitní a developerské společnost
- Veřejná správa
- Architektura a design
- Jiná...



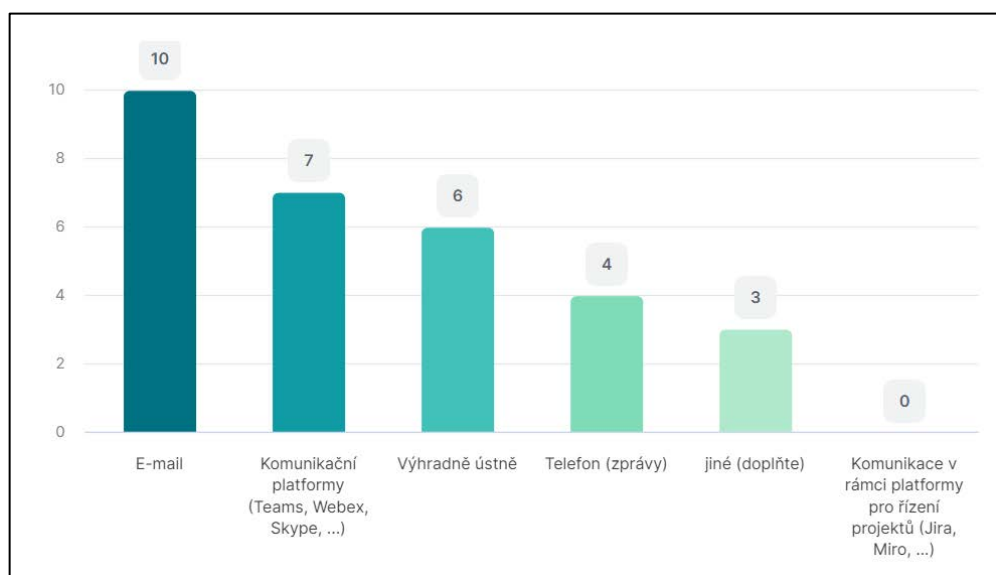
Graf č. 1 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 1 [vlastní]

V první otázce byl zjišťován obor, ve kterém se respondenti pohybují. Jak bylo zmíněno v popisu této kapitoly, byl vybrán účelový okruh respondentů. Tím je myšleno, že byl kladen důraz na to, aby byli respondenti z oboru, které se týkají metody BIM. Jak je možné vidět na **grafu č. 1**, z celkových 30 respondentů je 12 respondentů z oboru stavebnictví, 6 respondentů z realitní či developerské společnosti, 6 respondentů z oboru průmyslu, 4 respondenti z oboru architektury a designu a poté 1 respondent z veřejné správy a 1, který je z jiného oboru, než jsou v dotazníku nabízeny.

Otázka č. 2: Prostřednictvím jakého komunikačního kanálu probíhá vaše komunikace v rámci společnosti?

Vyberte jednu odpověď.

- Výhradně ústně
- E-mail
- Telefon (zprávy)
- Komunikační platformy (Teams, Webex, Skype, ...)
- Komunikace v rámci platformy pro řízení projektů (Jira, Miro, ...)
- jiné (doplňte)



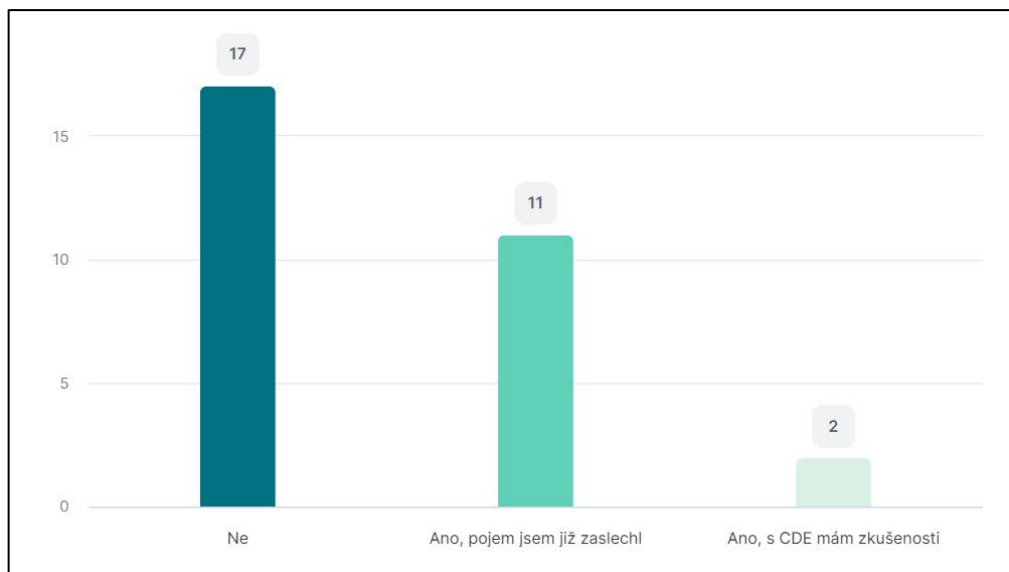
Graf č. 2 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 2 [vlastní]

Druhá otázka byla zaměřena na komunikaci v rámci společnosti, a to prostřednictvím jakého komunikačního kanálu probíhá. Z možných odpovědí vede způsob komunikace prostřednictvím emailu, kdy ji jako svou odpověď označilo celkem 10 respondentů. Přestože se komunikace prostřednictvím emailu může zdát jako efektivní nástroj komunikace, je důležité také myslet na jeho omezení. Může docházet k nedorozuměním, zpomalení komunikace při dlouhých zpětných smyčkách. Na 2. místě se umístili komunikační platformy, jako např. Teams či Webex. Využívaná je i komunikace výhradně ústně.

Otázka č. 3: Setkali jste se v pracovním prostředí s pojmem CDE?

CDE (společné datové prostředí) je platforma, která slouží k centralizovanému a sdílenému ukládání, správě a sdílení dat v rámci projektů, a to především v oblasti stavebnictví a architektury. Nedílnou součástí CDE je BIM (informační model budovy), který v sobě zahrnuje informační model budovy (informace o konstrukci, funkcionalitě, výkonnosti, ...)

- Ano, pojem jsem již zaslechl
- Ano, s CDE mám zkušenosti
- Ne



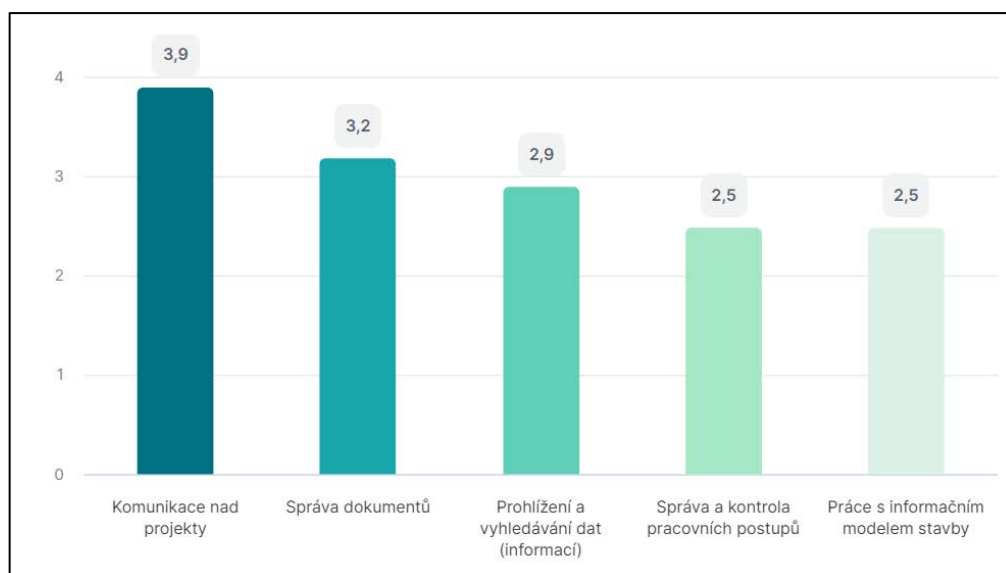
Graf č. 3 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 3 [vlastní]

Otázka č. 3 se ptala na to, zda se respondent setkal v pracovním prostředí s pojmem CDE. V tomto případě se více jak polovina respondentů s tímto pojmem nesetkala. Pouze 2 respondenti mají s tímto pojmem zkušenost a 11 respondentů tento pojem již zaslechlo.

Otázka č. 4: Pokud jste se s pojmem CDE již setkali, jaký je dle vás největší benefit této platformy?

Změňte pořadí položek dle svých preferencí (1. - nejdůležitější, poslední - nejméně důležitá). Pokud jste se s pojmem CDE neseťkali, seřadte následující pojmy podle důležitosti při práci na konkrétním projektu.

- Komunikace nad projekty
- Správa dokumentů
- Prohlížení a vyhledávání dat (informací)
- Správa a kontrola pracovních postupů
- Práce s informačním modelem stavby



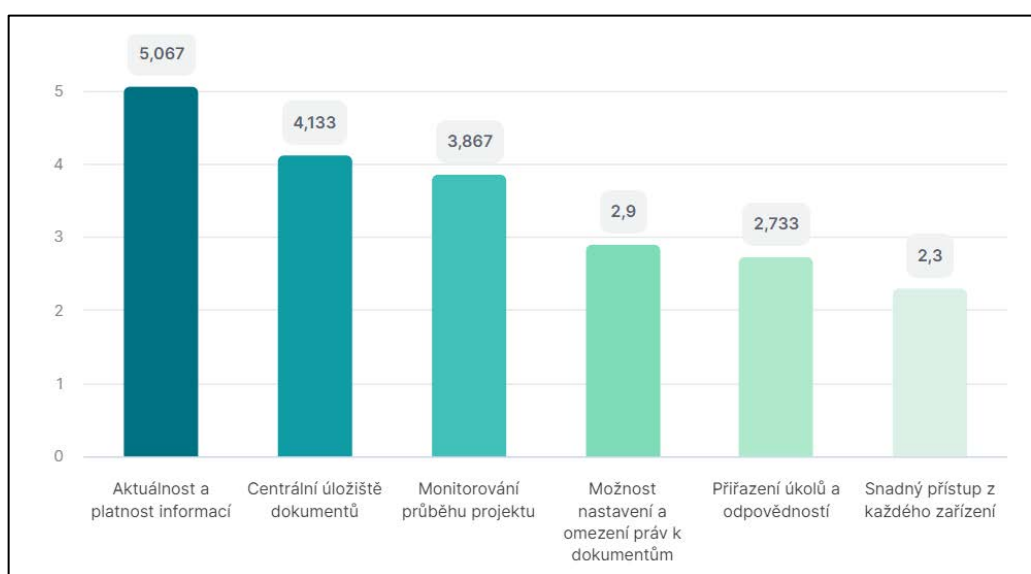
Graf č. 4 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 6 [vlastní]

V otázce č. 4 respondenti volili největší benefit CDE a řadili odpovědi dle svých preferencí. Jak je zřejmé z **grafu č. 4**, jako největší benefit je považována komunikace nad projekty a následuje správa dokumentů. Práce s informačním modelem stavby a správa a kontrola pracovních postupů skončily společně na posledním místě.

Otázka č. 5: V souvislosti s CDE a řízením projektů určete váhu jednotlivých kritérií dle důležitosti

Změňte pořadí položek dle svých preferencí (1. - nejdůležitější, poslední - nejméně důležitá).

- Aktuálnost a platnost informací
- Možnost nastavení a omezení práv k dokumentům
- Centrální úložiště dokumentů
- Monitorování průběhu projektu
- Přiřazení úkolů a odpovědností
- Snadný přístup z každého zařízení



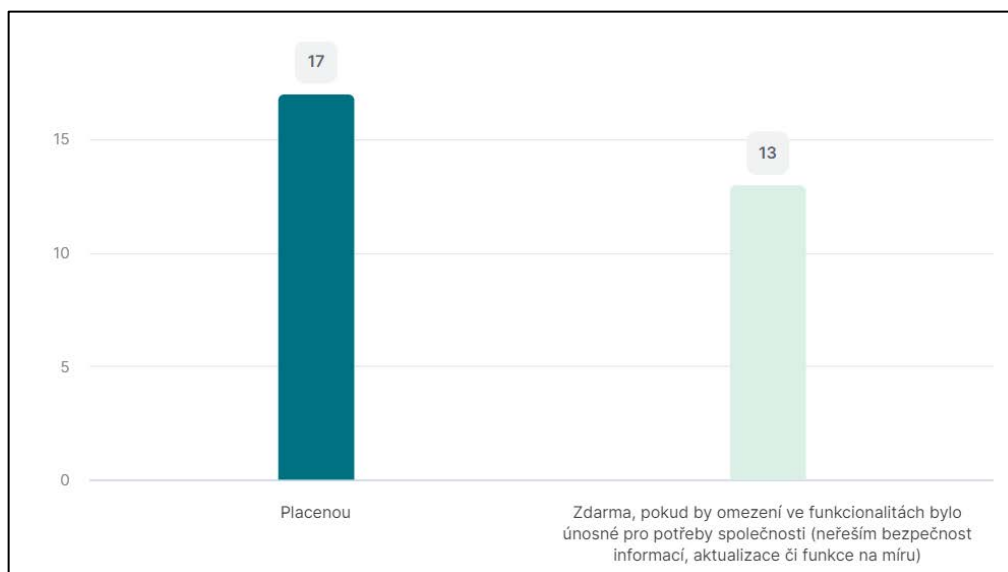
Graf č. 5 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 5 [vlastní]

Otázka č. 5 byla zaměřená na posouzení jednotlivých kritérií v souvislosti s CDE. Respondenti měnili pořadí nabízených odpovědí dle svých preferencí od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Jak je znázorněno na **grafu č. 5**, jako nejdůležitější kritérium zvolili respondenti aktuálnost a platnost informací. Na 2. místě považují respondenti jako nejdůležitější kritérium centrální úložiště dokumentů. Naopak jako nejméně důležité kritérium zvolili respondenti snadný přístup z každého zařízení.

Otázka č. 6: Pokud byste se rozhodovali o koupi CDE řešení, jakou licenci preferujete?

Licence zdarma častokrát nabízí různá omezení, například v počtu množství ukládaných dokumentů, uživatelských licencí, dostupných funkcionalit, aktualizacích či bezpečnosti informací (zabezpečení dat).

- Placenou
- Zdarma, pokud by omezení ve funkcionalitách bylo únosné pro potřeby společnosti (neřeším bezpečnost informací, aktualizace či funkce na míru)



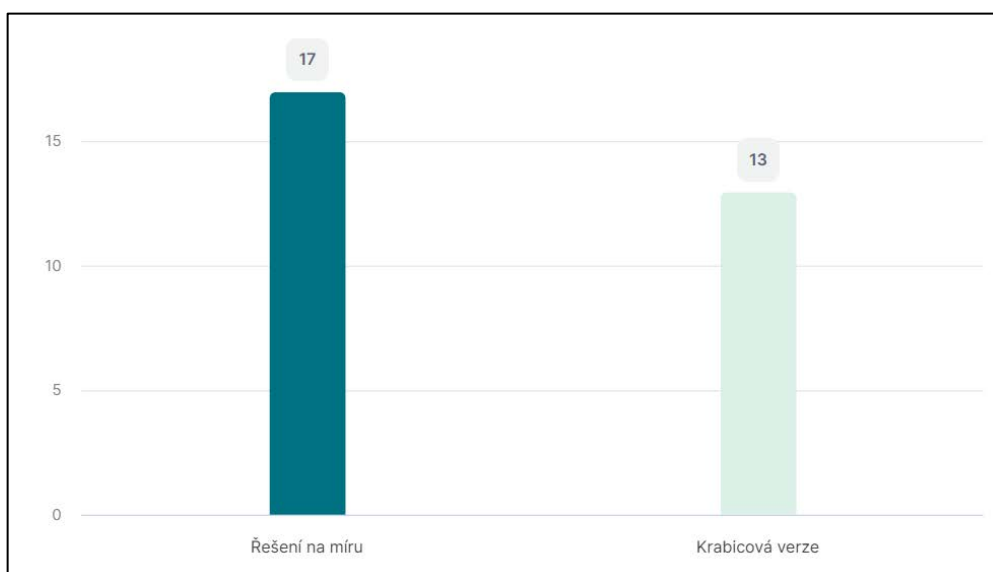
Graf č. 6 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 6 [vlastní]

Otázka č. 6 byla zaměřena na zjištění, jestli respondenti preferují licenci placenou, či licenci zdarma. Bylo zdůrazněné, že licence zdarma častokrát nabízí různá omezení. Více jak polovina respondentů preferuje placenou platformu CDE. Jak je možné vidět na **grafu č. 6**, celkem 13 respondentů by se rozhodlo pro licenci zdarma, pokud by omezení ve funkcionalitách bylo únosné pro potřeby společnosti. Zbýlých 17 respondentů preferuje placenou licenci.

Otázka č. 7: Pokud byste si mohli vybrat, jaké placené CDE řešení byste si zvolili?

V rámci krabicové verze nelze řešení customizovat (upravit) dle specifických požadavků, na druhou stranu je toto řešení daleko levnější než v případě platformy na míru. Pro zodpovězení této otázky myslíte prosím i na další faktory, jako například počet uživatelů, kteří by platformu využívali, zda byste chtěli mít specifické funkce (workflows) a mít možnost software dále rozšiřovat.

- Krabicová verze
- Řešení na míru

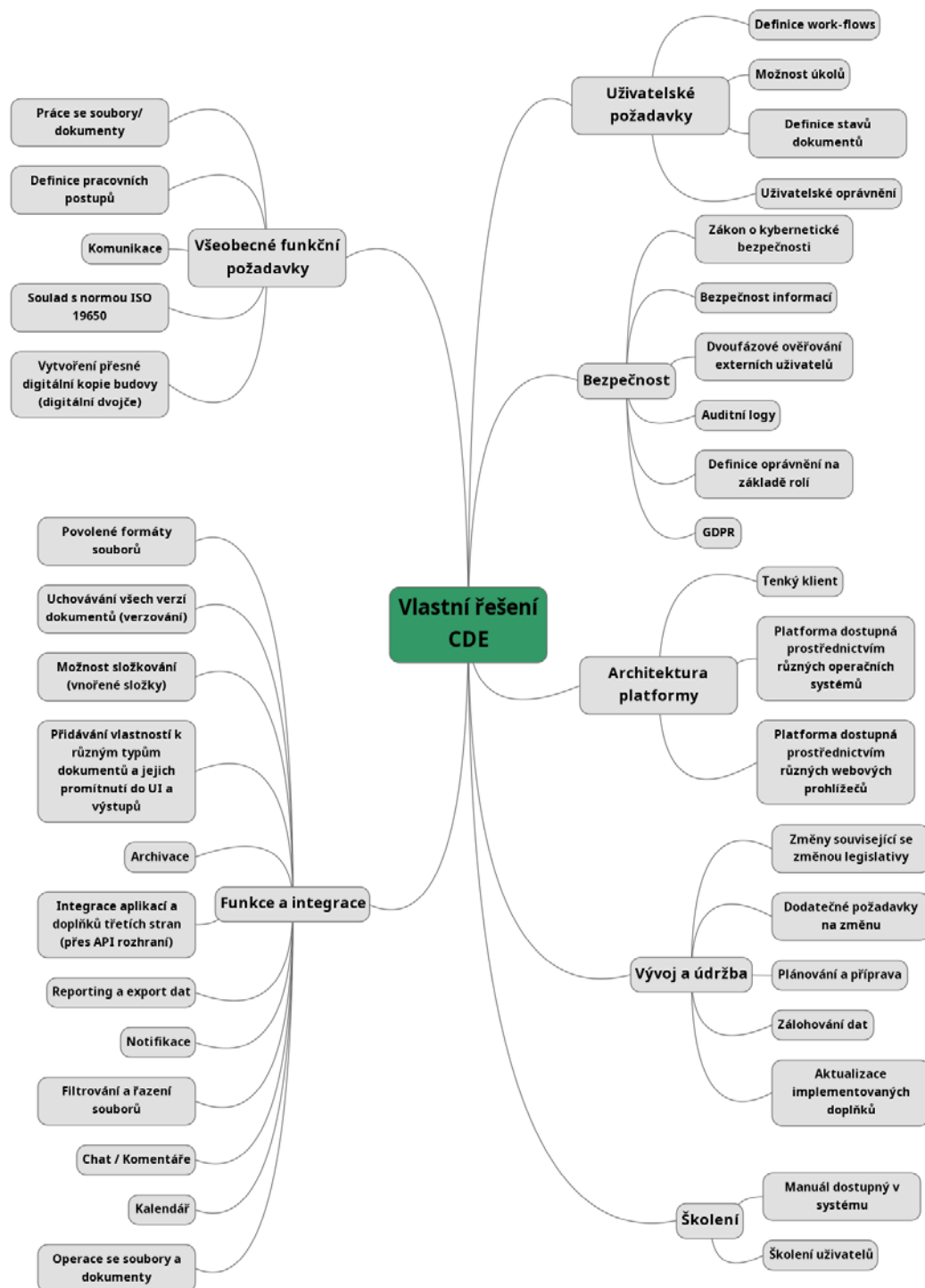


Graf č. 7 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 7 [vlastní]

Otázka č. 7 řešila volbu respondentů mezi řešením na míru a krabicovou verzí CDE. Rozhodnutí respondentů je možné spatřit na **grafu č. 7**. Celkem 17 respondentů by zvolilo řešení na míru a 13 respondentů krabicovou verzi. Respondenti tedy preferují možnost úprav řešení podle svých specifických požadavků i přes skutečnost vyšších nákladů.

3 NÁVRH VLASTNÍ PLATFORMY CDE

V rámci této kapitoly dojde k představení základních funkcionalit, které by CDE platforma měla obsahovat. Tyto funkcionality jsou pro přehlednost dle základních skupin znázorněny na následující vizualizaci myšlenkové mapy.



Obr. č. 23 - Myšlenková mapa – Vlastní řešení CDE [vlastní]

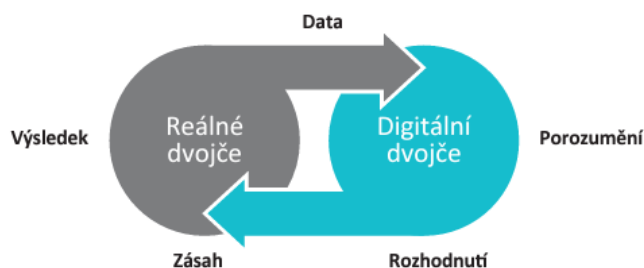
Myšlenková mapa je kreativní technika, která poslouží k přehlednému zobrazení vztahů mezi koncepty, myšlenkami a informacemi vzhledem k řešené problematice. Jednotlivé části myšlenkové mapy budou detailněji popsány v samostatných podkapitolách, přičemž na závěr každé takové podkapitoly dojde k vizualizaci všech popisovaných nejdůležitějších bodů v dané oblasti. Na závěr kapitoly bude navrženo také vlastní schéma řešení CDE pro ukázkou.

3.1 VŠEOBECNÉ FUNKČNÍ POŽADAVKY

Všeobecné funkční požadavky vychází z normy ISO 19650 a týkají se základních funkcionalit, které by každé CDE řešení mělo obsahovat. Jelikož CDE platforma vychází z principů DMS, základem je **prostředí pro správu dokumentů** umožňující zakládání projektů a vzájemnou komunikaci nad projekty. Uživatelům musí být umožněno vložená data přímo v systému **prohlížet** a **vyhledávat** dle několika kritérií (tzv. metadata, jako například název dokumentu, datum vložení, autor dokumentu atd.). U určitých dokumentů musí být umožněno nejenom jejich prohlížení, ale i úprava obsahu. Tento bod mimo klasické textové a obrazové dokumenty řeší i možnost pracovat s informačním modelem stavby, čehož může být dosaženo díky integraci modulů třetích stran přes API (z anglického Application Programming Interface) rozhraní.

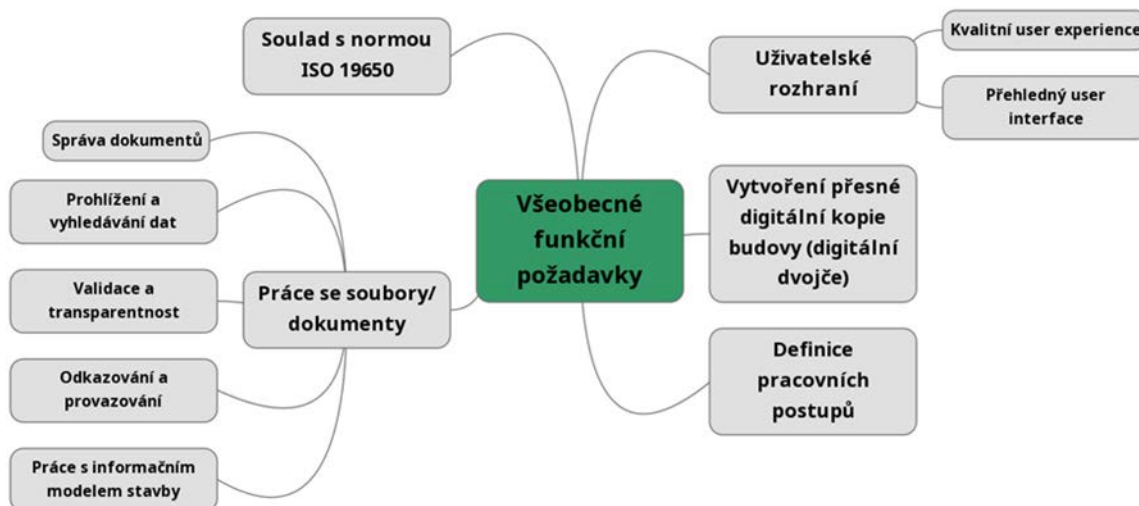
V souvislosti se správou dokumentů a vedení všech informací o projektu na jednom místě je nutností **odkazování** a **provazování** jednotlivých dat jak v samotném projektu, tak i napříč projekty různými. Díky tomu bude možné zvýšit efektivitu uživatelů v platformě, a to z důvodu možnosti čerpat u podobných projektů z historických dat, mezi kterými bude určitá souvislost.

Jelikož do platformy budou přistupovat uživatelé pod různými uživatelskými rolemi (detailněji popsáno níže), je nutné, aby vložená data byla **validována a především transparentní**. V rámci projektů bude dále definováno **workflow**, které bude určovat stav projektu. Workflows budou definovat například i úkoly, které uživatelé buď k projektům, nebo k jednotlivým dokumentům budou moci přidávat pro další uživatele (detailněji popsáno níže). Veškeré výše zmíněné požadavky mají jednotný cíl, a sice ten, že projekty a související data budou **digitálním dvojčtem** všech dokumentů a informací z reálného prostředí.



Obr. č. 24 - Digitální dvojče budovy [34]

Posledním, ale neméně důležitým bodem v této oblasti je **přehledné uživatelské rozhraní**. Jelikož v rámci projektu je shromažďováno velké množství dat, musí být celá platforma přehledná a intuitivní. Tyto požadavky vychází především z problematiky user experience, která se ve svém základu dle normy ISO 9241-210 zaměřuje především na to, aby uživatelé měli z používání systému pozitivní, plynulou a uspokojivou zkušenost.



Obr. č. 25 - Myšlenková mapa – Všeobecné funkční požadavky [vlastní]

3.2 UŽIVATELSKÉ POŽADAVKY

Uživatelské požadavky navazují na všeobecné požadavky a rozšiřují je. Na začátek je důležité definovat jednotlivá **uživatelská oprávnění**, která lze rozdělit **dle přístupu** na *správce, vlastník, editor, komentátor a čtenář*, nebo **dle uživatelských rolí**, pod kterými uživatelé do platformy přistupují. Ty se liší v závislosti na požadavcích koncového zákazníka, nicméně obecně lze definovat například následovně:

- Administrátor: uživatel zodpovědný za správu uživatelských účtů, nastavování přístupových oprávnění, úpravu workflows atd.
- Projektový manažer: uživatel zodpovědný za řízení celého projektu, koordinace všech účastníků projektu a správu výstupů.
- Architekt: uživatel zodpovědný za tvorbu a správu BIM modelů v rámci architektonických návrhů projektu.
- Inženýr: uživatel zodpovědný za tvorbu a správu BIM modelů v rámci inženýrských návrhů, které souvisí například s elektrotechnickými či vodoinstalatérskými činnostmi.

- Konzultant (metodik): uživatel, který má zkušenosti s BIM metodikou, poskytuje poradenství a pomáhá s implementací nebo nastavováním procesů; zabývá se i BIM strategií a plánováním BIM projektů.
- Investor: jedná se o speciální, spíše pasivní uživatelský účet, který může sledovat aktuální stav projektu, jednotlivé výstupy, plánování a řízení.
- Zákaznický zástupce: uživatelská role, přes kterou do platformy přistupuje zákazník, který definuje jednotlivé požadavky, kontroluje a odsouhlasuje výstupy a může se podílet i na koordinaci činností.

Je důležité zmínit, že pro jednotlivé uživatelské role platí **rozdílná přístupová práva**, která nastavuje administrátor systému, správce nebo vlastník. Ačkoli cílem CDE platformy s BIM modelem je především zajistit dostupnost všech dat k jednotlivým projektům v rámci jednoho prostředí, je důležité myslet i na to, že přístup k informacím v rámci takového systému by měl být **řízen a omezen** na příslušné úrovně oprávnění, ochranu soukromí a bezpečnost dat.

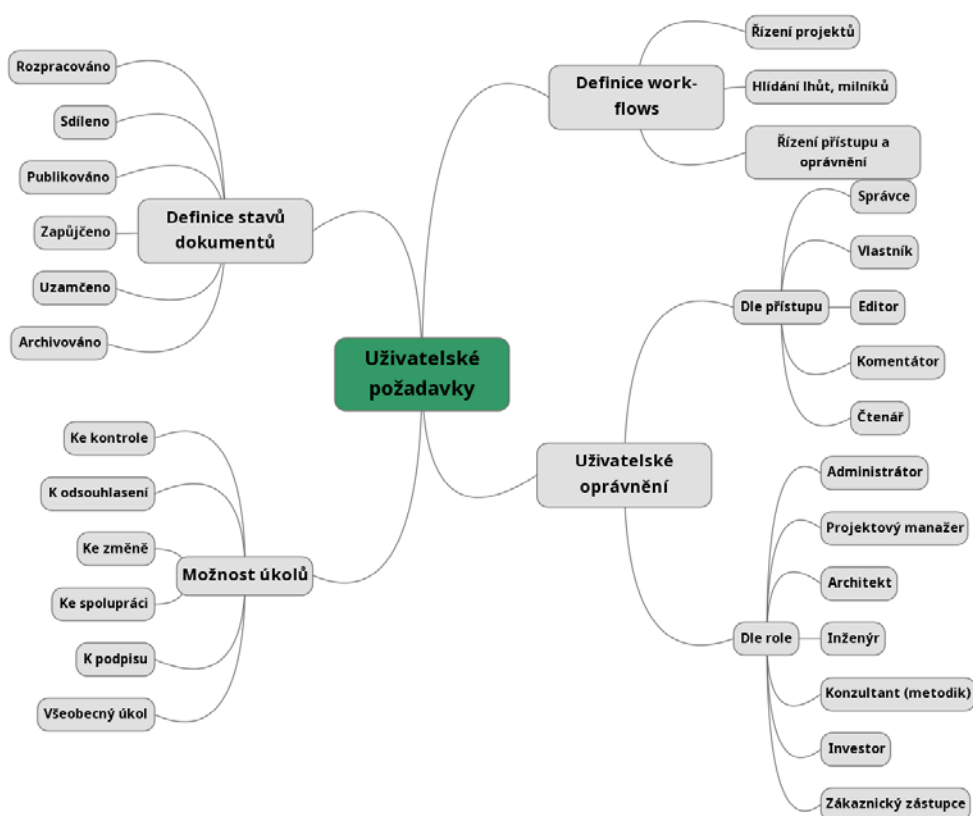
V souvislosti se správou dokumentů je nutné, aby u každého takového dokumentu/souboru byl definován jeho **stav**. Dokument/soubor může nabývat několika různých stavů, Dle normy ČSN EN ISO 19650-1 jsou základními stavy *rozpracováno*, *sdíleno*, *publikováno* a *archivováno*, přičemž stavů může být více dle uživatelských potřeb. Jedním z doplňkových stavů může být například *zapůjčeno*, který uživateli dává informaci, kdo má zrovna dokument otevřený a pracuje v něm. Dalším stavem může být *zamčeno*, díky kterému uživatel s vyšším oprávněním (například projektový manažer) dokument dočasně uzamkne, čímž znemožní přístup jakémukoli jinému uživateli do té doby, než dojde k jeho odemknutí.

Aby platforma mohla poskytovat vyšší efektivitu práce je nutné, aby byly definovány i jednotlivé workflows (pracovní postupy). Takových postupů může být mnoho a vždy záleží na tom, jaké postupy jsou definovány uvnitř organizace. Pro ukázkou bylo vybráno několik základních workflows, které by měly být součástí každé CDE platformy. Prvním takovým je **workflow pro řízení projektů**, které definuje aktuální stav projektu a je definováno na základě vyplněných metadat o projektu pro jednotlivé stavy. V rámci tohoto workflow jsou také definovány mechanismy pro řízení přístupu a oprávnění k jednotlivým informacím dle uživatelských rolí. Další postupy mají přesah do části zabývající se možnostmi předdefinovaných úkolů, které budou mít uživatelé k dispozici.

Definováním úkolů jsou myšleny možnosti, které uživateli umožňují zadávat jiným účastníkům v daném projektu konkrétní úkoly nebo činnosti, které mají být provedeny. Tyto úkoly mohou být spojeny s určitými stavy, termíny, prioritami, popisy, přílohami nebo dalšími údaji. Díky

definování úkolů mohou být sledovány postupy a průběh projektu, což může být využito například u přijetí opatření pro řešení problémů a komplikací ještě dříve, než se v reálném prostředí vůbec vyskytnou. Úkoly mohou být směřovány buď na konkrétní uživatele, nebo na uživatelské role (skupinu uživatelů). Základní možnosti úkolů jsou následující:

- Ke kontrole,
- K odsouhlasení,
- Ke změně,
- Ke spolupráci,
- K podpisu,
- Úkol: všeobecný úkol, u kterého zadavatel vybere termín pro splnění termínu a napíše komentář, co konkrétně je požadováno.



Obr. č. 26 - Myšlenková mapa – Uživatelské požadavky [vlastní]

3.3 FUNKCE A INTEGRACE

V rámci platformy musí být definovány **povolené formáty**, které je možné v systému uchovávat a pracovat s nimi. Ačkoli přesné požadavky na formáty souborů mohou být v každém projektu odlišné, tedy mohou být stanoveny v rámci specifických technických specifikací a požadavků projektu, budou v následujícím výčtu vypsány obecně povolené a doporučené

formáty v souladu se standardy a související legislativou, jenž umožňují snadnou integraci a spolupráci mezi různými nástroji a aplikacemi používanými v rámci projektu. Mezi tyto formáty patří:

- IFC (ve verzi 2x2, 2x3, 4 a taktéž i podmnožinu MDV (Model View Definition) pro výměnu informací mezi různými BIM nástroji a aplikacemi,
- PDF pro prezentaci a sdílení plánů, výkresů a dokumentů,
- DWG a DXF pro výměnu CAD dat,
- DGN pro práci s GIS nástroji,
- NWC a NWD pro vizualizaci a spolupráci s modely Autodesk Navisworks,
- RVT a RFA pro BIM modely vytvořené v Autodesk Revit,
- SAT a SAB pro výměnu 3D geometrie,
- Office soubory pro práci ve formátech Word (.docx), Excel (.xlsx) nebo PowerPoint (.pptx) pro možnost tvorby dokumentů a práci v nich přímo v prostředí CDE díky možnostem propojení s online službami jako je Office 365, IBM OpenPages nebo Google Sheets,
- Obrazové soubory pro rastrové formáty (jpg, gif, tiff, png) a vektorové formáty (drw, svg).

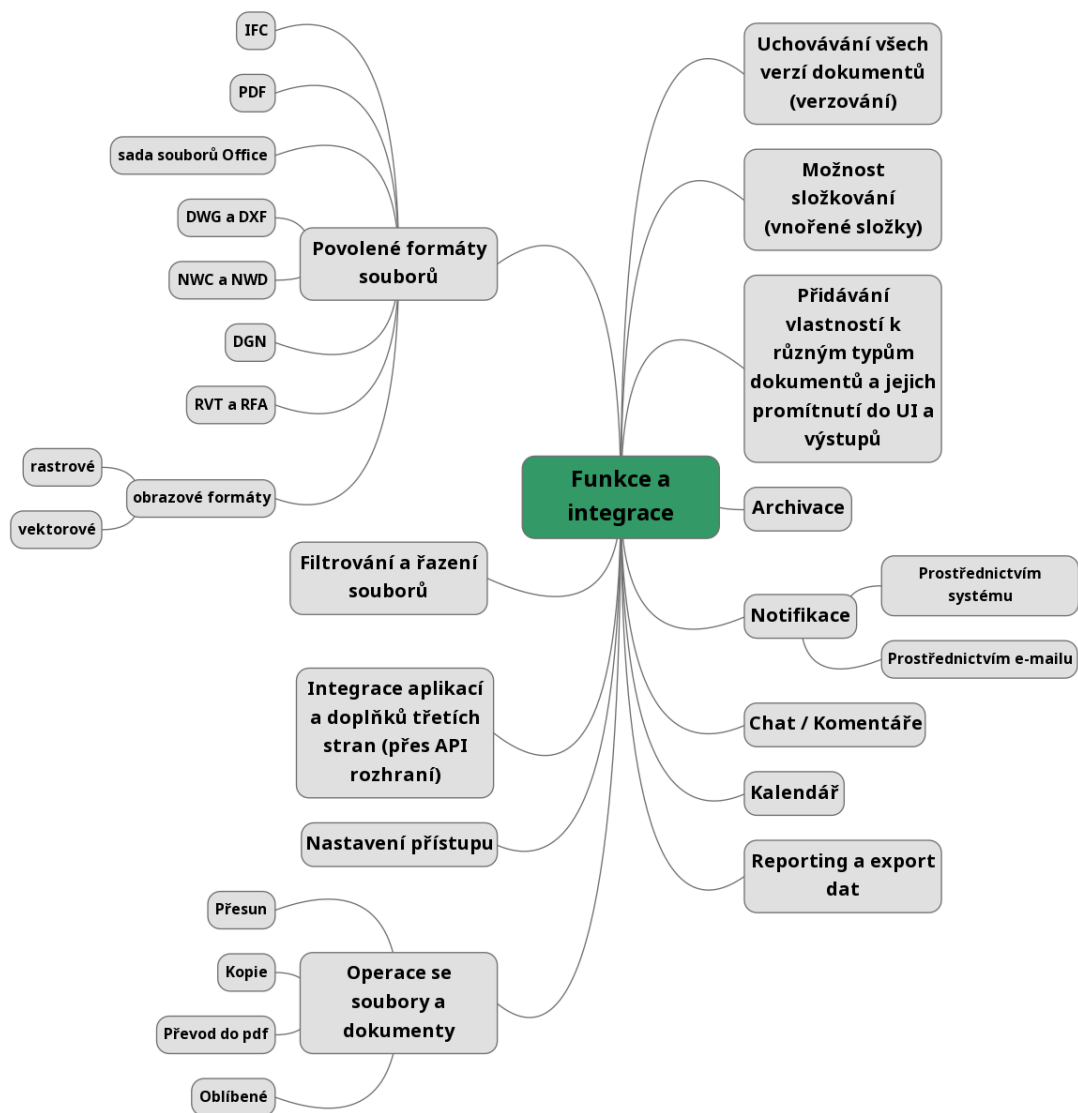
Jakmile dojde k úpravě jakéhokoli dokumentu, musí být každá takováto změna zaznamenána pomocí **verzování dokumentů**. To umožňuje především správu a sledování všech změn, které byly provedeny od vytvoření původní verze dokumentu. Díky této funkcionalitě je dále zajištěno, že všichni uživatelé přistupují ke stejné verzi a že jsou všechny změny pečlivě zaznamenány (viz dále auditní logy). Uživatelům s potřebným oprávněním musí být umožněno sledovat historii změn a zobrazovat i starší než aktuální verze dokumentů. Dále musí být umožněno ke starším verzím přistupovat, v případě nutnosti je měnit na aktuální verzi a sledovat i kdo a kdy jednotlivé změny provedl.

Pro přehlednost jednotlivých dokumentů se doporučuje využít tzv. **složkování**, které spočívá v možnosti vytvořit v rámci projektu další vnořené složky. Díky tomu bude zajištěna hierarchická struktura dle potřeb uživatelů, čímž dojde ke zvýšení přehlednosti dat v platformě. Cílem této funkce je z uživatelského pohledu zajištění snadné navigace a vyhledávání, rychlý přístup k souborům a dokumentům a usnadnění správy obsahu projektu. Mimo jiné může být složkování využito i pro definici různých fází projektu, stavebních systémů, konstrukčních skupin nebo jiných kategorií.

Navrhovaná platforma musí taktéž umožnit i integraci aplikací a doplňků třetích stran, čehož je možné dosáhnout pomocí API rozhraní zmíněného již ve všeobecných funkčních požadavcích. Díky tomuto bude umožněno platformu propojit například se softwarovými nástroji

usnadňující proces řízení projektů a požadavků (Jira, Miro) anebo například se sdíleným kalendářem, pokud tuto funkcionalitu umožňuje. Prostřednictvím platformy musí být možné zasílat i notifikace, a to jak systémové, tak i uživatelské. Notifikace mohou být zasílány buď na e-mail jednotlivých uživatelů (např. v případě nového úkolu bude uživatel o této informaci informován automaticky zaslaným e-mailem), nebo přímo v dané platformě.

Poslední bod, který vnáší komplexní pohled na funkcionality a možnosti v rámci CDE platformy je možnost **přidávání vlastností** k různým typům souborů, nebo k celkovému projektu a jejich následné promítnutí do uživatelského rozhraní (UI z anglického user interface) a výstupů. Těmito vlastnostmi jsou myšleny již zmíněná metadata, které uživatelé budou moci vyplňovat pro následnou potřebu zjištění co nejvíce informací o daném projektu/dokumentu/souboru bez nutnosti otevření. Tyto metadata lze taktéž zakomponovat do filtrování a vyhledávání. Vlastnosti, které mohou být definovány jsou například jméno, popis, stav, typ, datum vytvoření, autor, verze a další. Stejně jako u mnoho dalších funkcionalit i u této platí, že přesná definice je možná v závislosti na potřebách uživatelů nebo specifických požadavcích projektu. Tato funkce má za cíl usnadnit práci s dokumenty/soubory a pomoci uživatelům rychle najít hledané informace. V konečné fázi mohou být vlastnosti promítnuty i do výstupů v podobě automatických **reportů**, nebo **exportů dat**, což bude uživatelům umožňovat vygenerovat potřebné výstupy například pro sledování stavu projektu nebo generování statistik pro investora.



Obr. č. 27 - Myšlenková mapa – Funkce a integrace [vlastní]

3.4 BEZPEČNOST

Velmi důležitou a často opomíjenou oblastí při návrhu je **bezpečnost**. Jedná se však o klíčový faktor pro správu projektů, a to především z důvodu ochrany citlivých informací. Platforma musí poskytovat řadu zabezpečení a ochranných opatření, aby došlo k zajištění bezpečnosti dat a informací uložených v platformě.

V České republice definuje minimální požadovanou bezpečnost proti kybernetickým útokům především zákon o kybernetické bezpečnosti. Ačkoli tento zákon a související legislativa není pro většinu subjektů povinná, definuje několik bezpečnostních a ochranných opatření, jenž je doporučeno využít i v rámci platformy CDE. Důležitými opatřeními jsou:

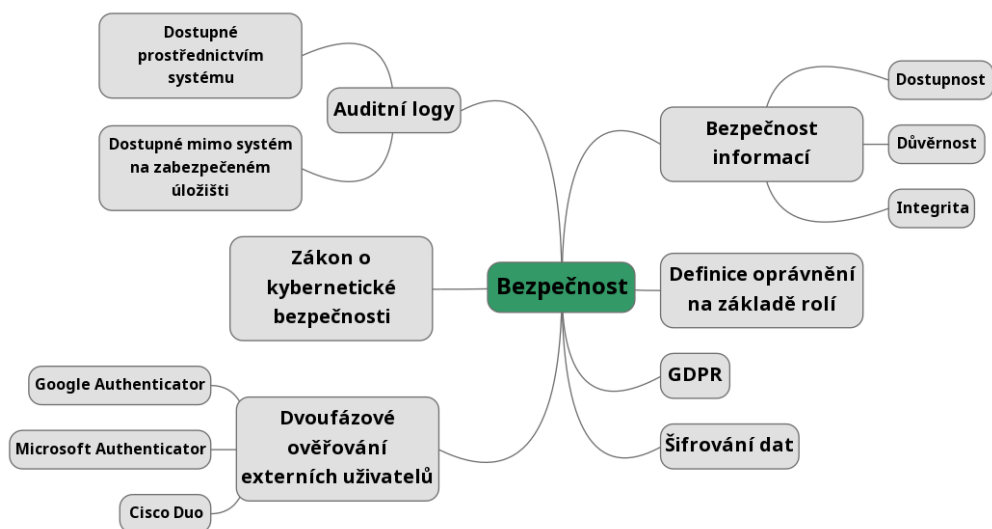
- ověřování totožnosti uživatele pomocí uživatelského jména a hesla,

- dvoufázové ověření,
- definice přístupových práv dle uživatelských rolí,
- šifrování dat,
- zálohování dat,
- kontrola přístupu,
- sledování změn.

Samostatnou skupinou, která vychází ze zákona a upřesňuje ji vyhláška o kybernetické bezpečnosti je **bezpečnost informací**. Ta spočívá v zaručení důvěrnosti, dostupnosti a integrity dat uložených v systému.

Jelikož jsou v rámci CDE platformy ukládány i osobní údaje, nesmíme při definici bodů souvisejících s bezpečností zapomenout na nařízení Evropské unie o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a volným pohybem těchto údajů (**GDPR**). Pro splnění GDPR požadavků je nutné zajistit, aby byla všechna osobní data chráněna před neoprávněným přístupem, ztrátou, poškozením nebo odcizením. Toho lze dosáhnout pomocí například kryptografických technologií, jako je šifrování přenosu dat (využití HTTPS protokolu) nebo šifrování dat koncových zařízení (využití například VeraCrypt nebo BitLocker na koncových zařízeních).

Veškeré aktivity a události v systému musí být pomocí **auditních logů** sledovány a musí být možné dohledat kdo, kdy a co v systému provedl. To umožňuje rychlou detekci a odpověď na bezpečnostní incidenty (např. neoprávněný přístup nebo změny v dokumentech), které mohou být způsobeny hackerským útokem, zneužitím přístupových práv nebo neúmyslným chováním uživatelů. Auditní logy musí být ukládány na bezpečném místě a přístup k nim musí mít pouze oprávnění uživatelé.



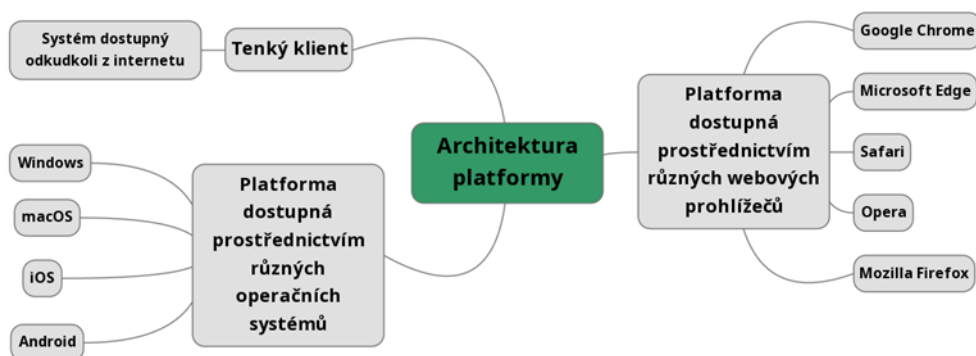
Obr. č. 28 - Myšlenková mapa – Bezpečnost [vlastní]

3.5 ARCHITEKTURA PLATFORMY

Architektura vlastní řešení CDE by měla využívat **koncept tenkého klienta**, což znamená, že většina výpočetních operací a zpracování probíhá na serveru, zatímco klient pouze zobrazuje výsledky. To umožní snadný přístup k platformě pomocí zařízení s minimálními požadavky na hardware a software, jelikož systém by měl být zároveň dostupný prostřednictvím **webového prohlížeče**.

CDE by zároveň mělo být navrženo tak, aby bylo přístupné nejen z počítačů a notebooků, ale taktéž i z chytrých telefonů a tabletů. Webové rozhraní musí mít tedy **responsivní design** pro zobrazení potřebných dat.

Cílem této oblasti je zajistit, aby všichni uživatelé v systému měli přístup k aktuálním informacím a dokumentům k projektu bez ohledu na jejich umístění a používající zařízení.



Obr. č. 29 - Myšlenková mapa – Architektura platformy [vlastní]

3.6 VÝVOJ A ÚDRŽBA

Vývoj a údržba je poslední oblast, která musí být zahrnuta do počátečního návrhu vlastního CDE řešení. Základem úspěšného vývoje a údržby CDE je **plánování a příprava**, která zahrnuje definování požadavků, stanovení rozsahu a cílů projektu, výběr technologií a posouzení rizik. Prvotním krokem vývoje je určení požadavků na systém, následná analýza proveditelnosti požadavků, tvorba specifikace a samotný vývoj. Po dokončení vývoje je nutné provést testování a ověření správnosti funkcí, případně i penetračního testování pro odhalení zranitelných míst platformy, které by mohly být zneužity pro kybernetické útoky. Jakmile je systém otestován, může dojít k jeho nasazení, školení a produkčnímu provozu.

Jakmile je systém nasazen, je nutné provádět pravidelnou **údržbu a aktualizace** především s ohledem na aktuální kybernetické hrozby a požadavky uživatelů (jakožto změnové požadavky pro rozšíření systému). Údržba zahrnuje činnosti spočívající například v zálohování dat, opravě zjištěných chyb, aktualizaci používaných doplňků.



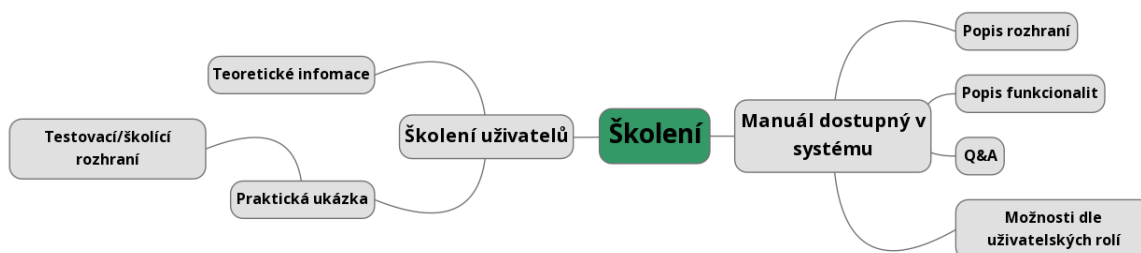
Obr. č. 30 - Vlastní zpracování – Vývoj a údržba [vlastní]

3.7 ŠKOLENÍ

Školení uživatelů je velmi důležité pro uživatele, kteří se budou podílet na projektech a budou s CDE platformou pracovat v rámci běžné pracovní náplně. Jelikož každý takovýto systém je velice komplexní a do systému budou moci přistupovat jak interní, tak i externí pracovníci, musí být této skutečnosti přizpůsobeno i seznámení jednotlivých uživatelů dle definovaných uživatelských rolí se systémem. Pro interní zaměstnance je nutností realizovat školení od osoby, která má s takovouto platformou zkušenosti a která je seznámena se všemi funkcionalitami. Dále musí být v rámci platformy dostupný **manuál**, jehož obsahem bude komplexní popis nabízených funkcionalit. Vhodné je přizpůsobit manuál i dle rolí a v každé části popsat, co konkrétně může uživatel v systému provádět za akce.

Manuál by se měl zaměřit na následující témata: základní principy platformy (účel), práce v platformě a možnosti dle jednotlivých rolí, možnosti práce s dokumenty a úkoly, verzování a složkování dokumentů, sledování změn.

Na základě školení by měli uživatelé získat přehled o tom, jak systém funguje a jakým způsobem s ním pracovat. Kromě teoretického vzdělání je doporučeno využít i praktických ukázek, čehož může být docíleno například pomocí **testovacího/školícího rozhraní**.



Obr. č. 31 - Myšlenková mapa – Školení [vlastní]

3.8 SCHÉMA FUNKČNÍHO ROZHRAŇÍ

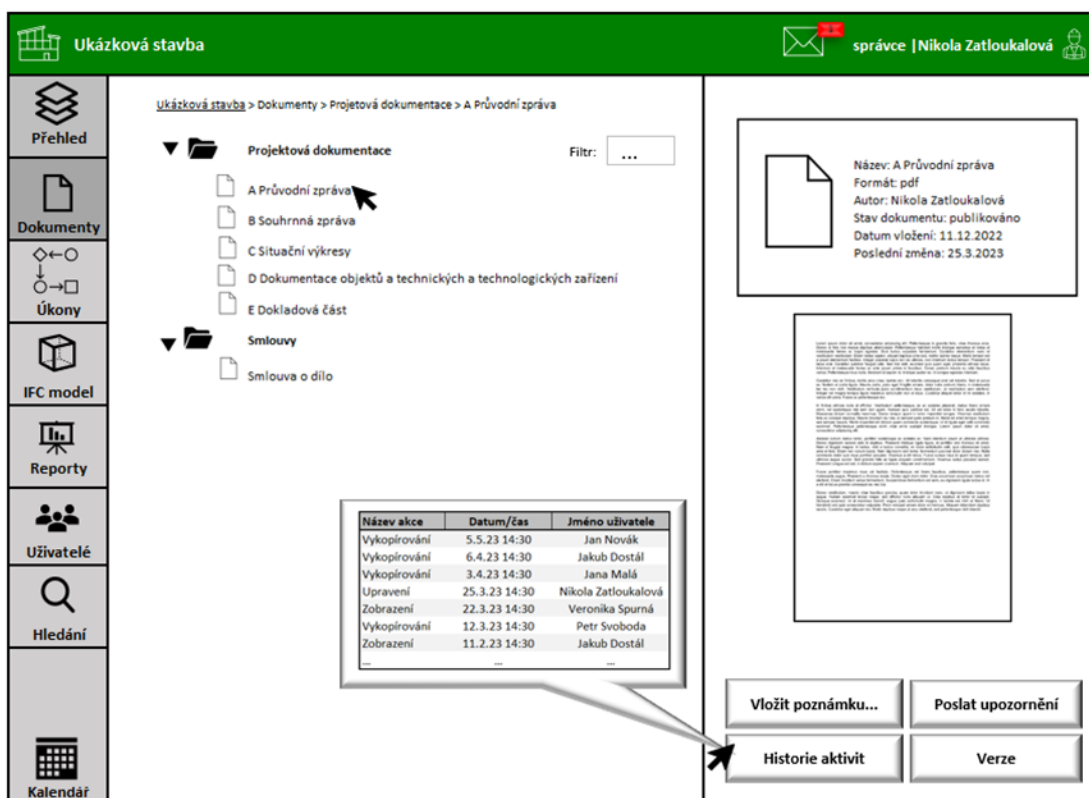
Následující kapitola zobrazuje vlastní návrh schématu funkčního rozhraní. Schéma funkčního rozhraní slouží k vizuálnímu znázornění struktury a interakcí mezi různými komponentami systému. Pomáhá přehledně zobrazit, jak jednotlivé části systému spolupracují a jakým způsobem se zpracovávají data. Schéma funkčního rozhraní slouží také jako základ pro plánování a návrh systému. Pomáhá identifikovat potřebné komponenty, jejich vzájemné vztahy a požadované funkcionality. To umožňuje efektivnější plánování vývoje, rozdělení prací a odhalení případných nedostatků nebo nejasností ve funkčním designu. V neposlední řadě schéma funkčního rozhraní může pomoci identifikovat případné problémy nebo nedostatky v návrhu systému.

Celkově lze říci, že schéma funkčního rozhraní usnadní porozumění, komunikaci a plánování vývoje systému. Poskytne přehledný a strukturovaný pohled na funkcionality a vzájemné vztahy mezi komponentami, což je klíčové pro úspěšnou implementaci a údržbu softwarového systému.

Toto schéma značí **obr. č. 32** a **obr. č. 33**. Po levé straně je znázorněno hlavní menu sloužící pro přístup k jednotlivým funkcím, které jsou následující:

- Přehled: zobrazí seznam projektů, které má přihlášený uživatel k dispozici.
- Dokumenty: zobrazí dokumenty v právě otevřeném projektu, nebo dokumenty, které do žádného projektu zařazeny nejsou.
- Úkony: zobrazují aktuálně přiřazené úkoly přihlášenému uživateli.
- IFC model: zobrazí 3D model budovy k aktuálně otevřenému projektu včetně všech dostupných informací.
- Reporty: zobrazí již vygenerované reporty k aktuálně otevřenému projektu, nebo přehled celkových reportů, případně bude možné vytvořit reporty dle nabízených možností.
- Uživatelé: zobrazí seznam uživatelů, kteří mají přístup k aktuálně otevřenému projektu.
- Hledání: umožní uživatelům hledat projekty/soubory/dokumenty dle základní nabídky hledání. Případně bude možné využít i rozšířených možností vyhledávání
- Kalendář: zobrazí v kalendářové podobě milníky, jenž se vztahují k otevřenému projektu.

V horní liště návrhu se nachází název projektu. V pravé části horní lišty se nachází informace o přihlášeném uživateli, přesněji jeho jméno a role.



Obr. č. 32 - Schéma funkčního rozhraní (Dokumenty) [vlastní]

Po vybrání projektu a rozkliknutí položky Dokumenty se uživateli zobrazí veškeré nahrané dokumenty, které souvisí s daným projektem. Pohled po rozkliknutí této položky je znázorněn na obr. č. 32. Uživatel si rozbálí potřebnou složku, ve které jsou uloženy související dokumenty. Pro urychlení hledání dokumentu může použít filtr. Po kliknutí na konkrétní dokument se uživateli v pravé části obrazovky zobrazí metadata dokumentu, náhled a další možnosti, jako například přidání poznámky, zobrazení historie aktivit, zobrazení všech verzí či poslání upozornění (úkolů) jinému uživateli. Pokud to oprávnění uživateli dovolí, může dále pracovat s vybraným dokumentem (např. jej dvojklikem otevřít a upravit).



Obr. č. 33 - Schéma funkčního rozhraní (IFC model) [vlastní]

Obr. č. 33 znázorňuje schéma funkčního rozhraní, ve kterém je v hlavním menu rozkliknuta funkce, umožňující zobrazení IFC modelu. Tato funkcionalita zobrazení 3D modelu bude možná pomocí integrace modulu do systému, jenž umožňuje zobrazení, ale i základní práci s modelem budovy. Uživatelé se po rozkliknutí zobrazí 3D model přesné kopie projektu, se kterým může dále pracovat (například provádět kolizní detekci mezi různými průřezy).

4 DISKUZE

Na základě literární rešerše byly identifikovány a zjištěny jednoznačné přínosy, které CDE nabízí v oblasti BIM projektů a realitního inženýrství. CDE umožňuje centralizované uložení a správu dat v BIM projektech. To usnadňuje přístup k aktuálním informacím a zajišťuje jejich konzistenci mezi různými členy týmu. CDE umožňuje snadné sdílení a výměnu dat mezi různými účastníky projektu, což zlepšuje komunikaci a spolupráci mezi členy týmu a umožňuje efektivní koordinaci a synchronizaci pracovních postupů. To je výhodné i pro realitní inženýry, kteří často spolupracují s různými stranami, jako jsou architekti, stavební firmy, právníci a makléři a společně datové prostředí jim umožňuje snadné sdílení dat a dokumentů. Díky CDE je možné snadno vyhledávat, organizovat a zobrazovat data, což vede ke zlepšení efektivity projektů a snížení množství manuální práce realitním inženýrům. Členové týmu mají přístup k aktuálním informacím a mohou rychle reagovat na změny a aktualizace. CDE umožňuje lepší kontrolu dat, což snižuje riziko chyb a nepřesností v BIM projektech.

Z analýzy současného stavu bylo zjištěno, že v tuzemsku existuje několik dostupných CDE řešení, které zabezpečují správu dat a informací v průběhu stavebních projektů. Mezi ty nejznámější se řadí Autodesk Construction Cloud, ASITE a Trimble Connect.

Je důležité zmínit, že použití externí platformy společného datového prostředí přináší určité výhody, ale i nevýhody. Mezi výhody lze jednoznačně považovat to, že jsou tyto platformy často vyvíjeny a provozovány odbornými týmy, které mají dostatek zkušeností a know-how v oblasti digitálního stavebnictví a BIM. Tyto týmy mohou poskytnout specializovanou podporu a školení. Další výhodou je to, že externí platformy mají již připravené funkce, nástroje a šablony, které zrychlí implementaci CDE v daném projektu. Zadavatel tedy nemusí vynakládat čas a zdroje na vývoj a údržbu vlastní platformy. Nicméně v případě použití externí platformy CDE je nutné zvážit z toho plynoucí náklady, které jsou spojené s licencemi, provozem a přizpůsobením konkrétním potřebám projektu. Každé z těchto CDE řešení disponuje řadou specifických funkcí a výhod. Součástí jsou nicméně i nevýhody a je proto nutné zvolit takové řešení, které bude vhodné pro určitý typ projektu a bude odpovídat jeho potřebám. Při výběru řešení je v první řadě důležité zvážit, jaká platforma bude nejlépe odpovídat potřebám projektu, jeho využití, požadavkům a finančním možnostem. Důležitým aspektem při výběru je i velikost podniku a počet potenciálních uživatelů, kteří by danou platformu využívali v rámci své běžné pracovní náplně. Cílem by mělo být především zvýšení efektivity pracovníků a dostupnosti dat v rámci jednoho rozhraní a snížení časového zatížení, ale zároveň vynakládání únosných nákladů buď za využívání externí platformy v delším časovém horizontu, nebo z počátku vyšší investice vlastní platformy.

Je potřeba myslet i na faktory, které by mohly představovat potenciální problémy v případě rozhodnutí se pro externí platformu společného datového prostředí v českém prostředí. Ve většině případů externí platformy společného datového prostředí vycházejí ze zahraničních standardů a postupů, a tato skutečnost by mohla způsobit jazykové rozdíly. Problém by mohl nastat například v překladu, či porozumění. Další problém se týká oblasti legislativních a právních předpisů. Použití externí platformy může vyvolat otázky týkající se například ochrany osobních údajů a dalších právních aspektů. Je proto nutné provést kontrolu a soulad externí platformy s českou legislativou a zabezpečit dodržování příslušných předpisů. Dále je potřeba myslet na zabezpečení v případě používání externí platformy. Může být problémové určit umístění, kde jsou data projektu skutečně uložena a zda jsou správně zabezpečena. V tomto případě je potřeba se zaměřit na politiku ochrany dat poskytovatele. Jako potenciální problém se jeví také závislost na externím dodavateli. V případě používání externí platformy CDE je zadavatel závislý na externím dodavateli, který tuto platformu poskytuje a spravuje. To znamená, že průběh projektu je závislý na poskytovateli, a to včetně jejich technické podpory a schopnosti reagovat na konkrétní potřeby zadavatele.

V analýze současného stavu bylo provedeno také dotazníkové šetření, určené pro skupinu specifických odborníků. Bylo například zjištěno, že je stále velmi využívána komunikace prostřednictvím emailu, ta však může znamenat určitá omezení. Dále bylo zjištěno, že více jak polovina dotazovaných respondentů se s pojmem CDE nesešla a nemá s ním zkušenosti. Respondenti jako největší benefit CDE, či případně v rámci projektového řízení, vnímají komunikaci nad projekty a oceňují především aktuálnost a platnost informací. V případě, když by se respondenti rozhodovali o koupi CDE řešení, preferovali by raději placenou licenci. Při rozhodování mezi řešením na míru a krabicovou verzí by více jak polovina respondentů zvolila řešení na míru. Na základě tohoto zjištění se třetí část této práce zabývala teoretickým návrhem vlastní platformy CDE.

Vize do budoucna v oblasti BIM a CDE je poměrně jasná. V rámci České republiky vize zahrnuje aktivní šíření povědomí o metodice BIM mezi všemi účastníky stavebního průmyslu, což znamená poskytování informací, vzdělávacích programů, školení a podpory, které pomáhají stavebním profesionálům pochopit a osvojit si BIM postupy. Vize do budoucna BIM v České republice zahrnuje také integraci BIM do stavební legislativy a regulačního prostředí. To může zahrnovat úpravy stavebního zákona, technických norem a směrnic tak, aby BIM byl uznáván a podporován jako standardní postup při realizaci stavebních projektů. V neposlední řadě je budoucí vizí v České republice jednoznačně podpora využití BIM při zadávání a realizaci veřejných zakázek. To zahrnuje vytváření příslušných směrnic, požadavků na BIM a příkladů dobré praxe, které podporují implementaci BIM v rámci veřejného sektoru.

ZÁVĚR

Téma diplomové práce bylo zaměřeno na společné datové prostředí v oblasti BIM projektů a realitního inženýrství. Cílem práce bylo analyzovat systém společného datového prostředí (CDE) a vyhodnotit přínos použití pro BIM projekty s využitím pro realitní inženýrství.

Pro naplnění cíle bylo nutné práci rozdělit do tří částí. První část se věnovala teoretickým východiskům souvisejících s tématem diplomové práce. Došlo zde k podrobnému představení metodiky BIM, neboť je úzce spjata s tématem práce. Dále byl v rámci této části proveden důkladný průzkum o společném datovém prostředí, jež je považováno za technické srdce metodiky BIM. Na základě získaných znalostí o systému CDE byla provedena analýza jeho přínosů pro BIM projekty v oblasti realitního inženýrství. Byly identifikovány klíčové výhody, které CDE poskytuje, jako je zajištění aktuálnosti informací, zvýšení efektivity spolupráce, snížení chyb a posílení bezpečnosti. Druhá část práce se zabývala analýzou současného stavu. Z toho důvodu byla rozebrána implementace BIM v České republice a následně ve vybraných zemích světa. Následně bylo představeny konkrétní typy nejznámějších řešení CDE v rámci BIM projektů dostupných v tuzemsku, kterými jsou Autodesk Construction Cloud, Asite, nebo Trimble Connect. Dále byly popsány CDE řešení dostupná v zahraničí, zaměřeno zde bylo na sousední země České republiky, a to na Německo a Rakousko. Závěr této kapitoly byl věnován dotazníkovému šetření na téma této práce. Na základě dosažených výsledků bylo zjištěno, že respondenti považují za největší benefit komunikaci nad projekty, a oceňují také aktuálnost a platnost informací. Zajímavým zjištěním bylo také to, že více jak polovina respondentů preferuje řešení CDE na míru, namísto již vytvořené platformy od dodavatele, a to i za cenu vyšších nákladů. Z toho důvodu byla třetí část práce věnována vlastnímu návrhu CDE platformy a jeho náležitostem, které by měl návrh splňovat. Řešení CDE bylo teoreticky navrženo, a to včetně grafické vizualizace za pomoci myšlenkové mapy. V závěru této kapitoly byl vložen pohled na zjednodušenou podobu návrhu řešení CDE, které bylo vytvářeno na základě informací zjištěných v předešlých částech práce.

Stanovený cíl práce byl úspěšně splněn. Průzkum systému CDE byl proveden a poskytl hluboký vhled do jeho funkcí, architektury a způsobu využití pro sdílení a správu dat v rámci BIM projektů. Důkladná analýza přínosů CDE pro realitní inženýrství potvrdila, že jeho použití přináší řadu výhod, včetně centralizace a sdílení dat, zvýšení efektivity a produktivity práce, lepší koordinace a spolupráce mezi členy týmu, zvýšenou přesnost a kvalitu dat a lepší řízení a kontrolu projektu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Co je to BIM. Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/203-3-1-co-je-to-bim>
- [2] Co je BIM a proč je důležitý?. BIM Project [online]. Praha: BIM project s.r.o., ©2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://bimproject.cloud/cs/blog/what-is-bim>
- [3] NECHYBA, Jaroslav. Povinnost BIM – postupný náběh. Koncepce BIM [online]. 2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/490-povinnost-bim-postupny-nabeh>
- [4] MATĚJKA, Petr a Nataliya ANISIMOVA. Základy implementace BIM na českém stavebním trhu. Praha: FinEco, 2012. ISBN 978-80-86590-10-3. Dostupné také z: <http://www.mapetejka.cz/files/2012-Kni01.pdf>
- [5] O BIM. BIM Consulting [online]. Praha: BIM Consulting s.r.o. ©2022 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimcon.cz/o-bim>
- [6] QUIRK, Vanessa. A Brief History of BIM. In: ArchDaily [online]. Santiago: ArchDaily, ©2008-2023, 7 December 2012 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>
- [7] MICHL, Vladimír. Historie BIM. In: BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023, 23. ledna 2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Historie-BIM.aspx>
- [8] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Věcný záměr zákona o BIM 01: Přehled právních předpisů. In: Stavební klub [online]. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r. o., ©1997-2023, 4. 4. 2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.stavebniklub.cz/33/metoda-bim-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EvlcoRunmztNKayiD-6oHTw/>
- [9] NÝVLT, Vladimír. BIM a překážky při implementaci. In: Business & IT - scientific reviewed journal [online]. Praha: Czech Technical University in Prague, ©2023, 2/2014 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: http://bit.fsv.cvut.cz/issues/02-14/full_02-14_07.pdf
- [10] Informační model stavby (IMS). Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/840-informacni-model-stavby-ims>
- [11] WAVIN CZECHIA s.r.o. Jak a proč začít s BIM aneb odpovědi na otázky začátečníků. In: TZB-info [online]. Praha: Topinfo s.r.o., ©2001-2023, 5. 3. 2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/18721-jak-a-proc-zacit-s-bim-aneb-odpovedi-na-otazky-zacatecniku>
- [12] MICHL, Vladimír. Více dimenzí – 3D CAD vs. 4D/5D/6D BIM. In: BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023, 4. dubna 2016 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Vice-dimenzi-3D-CAD-vs-4D-5D-6D-BIM.aspx>
- [13] The dimensions of BIM - 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D BIM explained. BibLus [online]. Bagnoli Irpino (Italy): ACCA software S.p.A., 2018 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions/>
- [14] CADCONSULTING, s.r.o. Jak zadat projekt s požadavkem na BIM. In: CADBIM.CZ [online]. Praha: cadconsulting, spol. s r.o., ©2023, 2. 4. 2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://cadbim.cz/jak-zadat-projekt-s-pozadavkem-na-bim/>

- [15] HARDIN, Brad a Dave MCCOOL. BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows. 2nd ed. Indianapolis, Indiana: Wiley, 2015. ISBN 978-1-118-94276-5.
- [16] LUCAS, Sébastien. BIM software to use in 2022. In: Agile BIM collaboration [online]. Paris: Bricks, ©2023, 8 November 2020 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://blog.bricksapp.io/blog/en/bim-software/>
- [17] AZHAR, Salmar. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. In: ASCE Library [online]. Reston (VA): American Society of Civil Engineers, ©1996-2023, June 15, 2011 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>
- [18] ČERNÝ, Martin. BIM Příručka [online]. 1. vydání. Praha: Odborná rada pro BIM, 2013 [cit. 2023-05-19]. ISBN 978-80-260-5297-5. Dostupné z: <https://issuu.com/czbim/docs/bim-prirucka2013-v1>
- [19] Přínosy pro investory. BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Prinosy-pro-investory.aspx>
- [20] Přínosy BIM pro stavební firmy. BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Prinosy-pro-stavebni-firmy.aspx>
- [21] Přínosy BIM pro správce budov. BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Prinosy-pro-spravce-budov.aspx>
- [22] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Koncepce zavádění metody BIM v České republice. In: BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023, září 2017 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/getattachment/9a401f5d-80ab-477d-8e27-43119e188e26/Koncepce-MPO.pdf.aspx>
- [23] TOMANOVÁ, Štěpánka. BIM potřebuj standardizaci. In: TZB-info [online]. Praha: Topinfo s.r.o., ©2001-2023, 9. 12. 2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/19975-bim-potrebuje-standardizaci>
- [24] Normy, technické standardy. Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.koncepcbim.cz/298-5-8-normy-technicke-standardy>
- [25] Uživatelská příručka Revit IFC. Revit 3D blog [online]. Zlín: ADEON CZ s.r.o., ©2012-2020 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.revit3dblog.cz/ifc/>
- [26] STATEČNÝ, Václav. Co znamená zkratka MVD?. In: BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023, 27. června 2016 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Co-znamenazkratka-MVD.aspx>
- [27] MAJCHER, Janus. Everything worth knowing about the IFC format. In: Blog for everyone interested in BIM – Bim Corner [online]. Oslo: BIM Corner, ©2023, 3 December 2019 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://bimcorner.com/everything-worth-knowing-about-the-ifc-format/>
- [28] Společné datové prostředí (CDE) - jednotný zdroj pravdy. Adeon CZ [online]. Zlín: ADEON CZ s.r.o., ©2002-2022 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.adeon.cz/bim/cde/>
- [29] Česká agentura pro standardizaci. Příručka pro aplikaci ČSN EN ISO 19650. In: Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, ©2005-2023, srpen

- 2020 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2021/4/Prirucka-pro-aplikaci-CSN-EN-ISO-19650_Agentura-CAS.pdf
- [30] ISO 19650-3. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 3: Operational phase of the assets. London: International Organization for Standardization, 2020. Dostupné také z: <https://www.iso.org/standard/75109.html>
- [31] ISO 19650-4. Rganization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 4: Information exchange. London: International Organization for Standardization, 2022. Dostupné také z: <https://www.iso.org/standard/78246.html>
- [32] ISO 19650-5. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 5: Security-minded approach to information management. London: International Organization for Standardization, 2020. Dostupné také z: <https://www.iso.org/standard/74206.html>
- [33] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Věcný záměr zákona o BIM 04: Situace v ČR. In: Stavební klub [online]. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r. o., ©1997-2023, 18. 4. 2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.stavebniklub.cz/33/vecny-zamer-zakona-o-bim-04-situace-v-cr-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EvlcoRunmztN2nmzjXBKyqs/#:~:text=V%20sou%C4%8Dasn%C3%A9%20dob%C4%9B%20nen%C3%AD%20v,modelu%20stavby%20%C4%8Di%20vystav%C4%9Bn%C3%A9ho%20prost%C5%99ed%C3%AD>
- [34] Tým autorů České agentury pro standardizaci a Státního fondu pro dopravní infrastrukturu. Společné datové prostředí (Common Data Environment – CDE). In: Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023, březen 2020 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Spolecne%20datove%20prostredi%20%28CDE%29%20%20prehled%20atributu%20pro%20vyber_Agentura%20CAS.pdf
- [35] Redakce dle MPO ČR. Koncepce zavádění metody BIM v ČR. In: TZB-info [online]. Praha: Topinfo s.r.o., ©2001-2023, 25. 10. 2017 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/16455-koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr>
- [36] Česká agentura pro standardizaci. Společné datové prostředí (CDE) – indikativní nabídky dodavatelů. In: Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023, 13. července 2021 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/CDE-prehled-indikativnich-nabidek-1-1_Agentura_CAS%20%281%29.pdf
- [37] PEJCHAL, Martin a Martin MIŠŮN. Zákonná povinnost využívání BIM v ČR se prozatím posouvá. In: DELTA [online]. Praha: Delta Projektconsult s.r.o., 17. ledna 2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.delta-group.cz/zakonna-povinnost-vyuzivani-bim-v-cr-se-prozatim-posouva/>
- [38] Normy, technické standardy. Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/298-5-8-normy-technicke-standardy>
- [39] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Věcný záměr zákona o BIM 03: Mezinárodní zkušenosti. In: Stavební klub [online]. Praha: Verlag Dashöfer, nakladatelství, spol. s r. o., ©1997-2023, 11. 4.

- 2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.stavebniklub.cz/33/metoda-bim-v-provoznifazi-projektu-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EvlcoRunmztNV-MghfjzKKY/>
- [40] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Rozbor dosavadních příkladů dobré praxe využití BIM ve vztahu k agendám veřejné správy v zahraničí s přehledem právního zakotvení využívání BIM v těchto zemích. In: Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, ©2005-2023, 7. 6. 2021 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2021/9/Vystup_A3_1-10.pdf
- [41] BIM ve světě. Odborná rada pro BIM – czbim.org [online]. Praha: Odborná rada pro BIM, ©2015 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <http://bimin.cz/2261-vse-o-bim-bim-ve-svete.aspx>
- [42] Leading Countries With BIM Adoption. In: Revit Modeling Services. United-BIM Company in USA [online]. Connecticut: United-BIM Inc., ©2022 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.united-bim.com/leading-countries-with-bim-adoption/>
- [43] Asite, cloud collaboration system for seamless collaboration across disciplines [online]. London: Asite, ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.asite.com/>
- [44] Asite CDE. Úspěšné projekty [online]. Praha: Callida, s.r.o., ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://callida.cz/cs/produkty/asite>
- [45] HARRIS, Nick. Autodesk Construction Cloud. In: Cadline Community [online]. Peeks Brook Ln (UK): Cadline Limited, ©2023, 4 May 2023. Dostupné z: <https://www.cadlinecommunity.co.uk/hc/en-us/articles/360015858097-Autodesk-Construction-Cloud>
- [46] ROSECKÝ, Marek. Co přináší Autodesk Construction Cloud řešným stavařským firmám?. In: BIMfo - BIM - informační model budovy [online]. Praha: Arkance Systems CZ s.r.o., Casua s.r.o., ©2023, 20. října 2022 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Co-prinasi-Autodesk-Construction-Cloud-ceskym-stav.aspx>
- [47] Katalog - dodavatel. Koncepce BIM [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, ©2018-2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.koncepcebim.cz/katalog-spolecnost?d=26>
- [48] Trimble Connect [online]. Westminster: Trimble Inc., ©2021 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://connect.trimble.com/>
- [49] Thinkproject: Make intelligence your asset [online]. Munich: Thinkproject, ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://thinkproject.com/>
- [50] TP CDE: Flexibility at the core. Thinkproject [online]. Munich: Thinkproject, ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://thinkproject.com/products/tpcde/>
- [51] O společnosti ALLPLAN. Allplan: BIM software - 3D [online]. Praha: Allplan Česko s.r.o., ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.allplan.com/cz/about-us/>
- [52] Bimplus.net [online]. Mnichov: ALLPLAN GmbH, ©2023 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.bimplus.net/cz/>
- [53] HAJDA, Patrik. Digitalizace stavebnictví se rakouskému startupu PlanRadar vyplatila. Druhé investiční kolo přineslo 1,5 miliardy. In: StartupInsider.cz [online]. Praha: StartupInsider.cz, Tiscali Media, a.s., Člen skupiny DIGNITY, s.r.o., ©2023, 24. 1. 2022 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: https://www.startupinsider.cz/digital/digitalizace-stavebnictvi-se-rakouskemu-startupu-planradar-vyplatila-druhe-investicni-kolo-prineslo-1_5-miliardy-527340

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tab. č. 1: Přehled možných funkcí CDE [vlastní] | 35 |
|---|----|

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf č. 1 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 1 [vlastní] | 52 |
| Graf č. 2 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 2 [vlastní] | 53 |
| Graf č. 3 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 3 [vlastní] | 54 |
| Graf č. 4 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 6 [vlastní] | 55 |
| Graf č. 5 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 5 [vlastní] | 56 |
| Graf č. 6 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 6 [vlastní] | 57 |
| Graf č. 7 - Výsledek dotazníkové šetření – otázka č. 7 [vlastní] | 58 |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. č. 1 - BIM – životní cyklus stavby [3] | 12 |
| Obr. č. 2 - Úrovně vyspělosti BIM [9] | 14 |
| Obr. č. 3 - Tvorba modelu BIM [8] | 15 |
| Obr. č. 4 - Způsoby projektování [11] | 16 |
| Obr. č. 5 - Dimenze modelu BIM [13] | 17 |
| Obr. č. 6 - Příklad grafické podoby LOD pro stěnu [14] | 18 |
| Obr. č. 7 - Softwarové aplikace pro BIM [15] | 19 |
| Obr. č. 8 - Data, procesy a terminologie [23] | 25 |
| Obr. č. 9 - Výměny dat ve formátu IFC [26] | 26 |
| Obr. č. 10 - Společné datové prostředí [1] | 27 |
| Obr. č. 11 - Tradiční spolupráce a spolupráce v rámci CDE [27] | 27 |
| Obr. č. 12 - Základní stavy dokumentů [33] | 31 |
| Obr. č. 13 - Implementace BIM v zahraničí [39] | 40 |
| Obr. č. 14 - ASITE [42] | 46 |
| Obr. č. 15 - CDE řešení ASITE [43] | 46 |
| Obr. č. 16 - Logo Autodesk Construction Cloud [44] | 46 |
| Obr. č. 17 - Propojený ekosystém Autodesk Construction Cloud [45] | 47 |
| Obr. č. 18 - Logo PROIIICONOM [46] | 48 |

| | |
|---|----|
| Obr. č. 19 - Systém Trimble Connect [47] | 48 |
| Obr. č. 20 - Platforma CDE Thinkproject [49]..... | 49 |
| Obr. č. 21 - BIMPLUS by ALLPLAN [51] | 50 |
| Obr. č. 22 - Platforma CDE PlanRadar [52]..... | 51 |
| Obr. č. 23 - Myšlenková mapa – Vlastní řešení CDE [vlastní]..... | 59 |
| Obr. č. 24 - Digitální dvojče budovy [33] | 60 |
| Obr. č. 25 - Myšlenková mapa – Všeobecné funkční požadavky [vlastní]..... | 61 |
| Obr. č. 26 - Myšlenková mapa – Uživatelské požadavky [vlastní] | 63 |
| Obr. č. 27 - Myšlenková mapa – Funkce a integrace [vlastní]..... | 66 |
| Obr. č. 28 - Myšlenková mapa – Bezpečnost [vlastní] | 67 |
| Obr. č. 29 - Myšlenková mapa – Architektura platformy [vlastní]..... | 68 |
| Obr. č. 30 - Vlastní zpracování – Vývoj a údržba [vlastní]..... | 69 |
| Obr. č. 31 - Myšlenková mapa – Školení [vlastní]..... | 69 |
| Obr. č. 32 - Schéma funkčního rozhraní (Dokumenty) [vlastní] | 71 |
| Obr. č. 33 - Schéma funkčního rozhraní (IFC model) [vlastní]..... | 72 |

SEZNAM ZKRATEK

| | |
|------------|---|
| API..... | aplikační programové rozhraní (Application Programming Interface) |
| BCA..... | Building and Construction Authority |
| BIM | informační model budovy (Building Information Modeling) |
| CAD..... | počítačem podporované projektování (Computer Aided Design) |
| CDE | společné datové prostředí (Common Data Environment) |
| CEN..... | Evropský výbor pro normalizaci (European Committee for Standardization) |
| ČAS | Česká agentura pro standardizaci |
| ČSN | Česká technická norma |
| DMS..... | Správa dokumentu (Document Management Systém) |
| EDMS..... | Elektronická správa dokumentu (Electronic Document Management Systém) |
| GCS11..... | Government Construction Strategy |
| GDPR..... | General Data Protection Regulation |
| GIS | geografický informační systém (Geographic Information System) |
| GLIDE..... | Graphical Language for Interactive Design |
| GSA..... | Správa generálních služeb (General Services Administration) |
| IDM | manuál pro předávání informací (Information Delivery Manuals) |
| IDM | manuál pro předávání informací (Information Delivery Manual) |
| IFC | otevřený neutrální souborový formát (Industry Foundation Classes) |
| IFD..... | mezinárodní výkladový slovník pro BIM (Information Framework Dictionary) |
| ISO | Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization) |
| LOD..... | úroveň podrobnosti modelu (Level of detail) |
| LOI | dokument vyjadřující úmysl (Letter of Intent) |
| MVD | Model View Definition |
| RTC | Revit Technology Corporation |
| SaaS..... | Software jako služba (Software as a Service) |
| TNK | technická normalizační komise |
| ÚNMZ..... | Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví |