



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Model hodnocení výběru dodavatele BIM

BIM Supplier Evaluation Model

DISERTAČNÍ PRÁCE

Ing. arch. Robert Bouška

Doktorský studijní program: P3607 - Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607V054 - Stavební management a inženýring

Školitel: prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.

Praha, 2022

PROHLÁŠENÍ

Jméno doktoranda: Ing. arch. Robert Bouška

Název disertační práce: Model hodnocení výběru dodavatele BIM

Prohlašuji, že jsem uvedenou disertační práci vypracoval/a samostatně pod vedením školitele prof. Ing. Renáty Schneiderové Heralové, Ph.D.

Použitou literaturu a další materiály uvádím v seznamu použité literatury.

Disertační práce vznikla v souvislosti s řešením projektů:

SGS15/132/OHK1/2T/11 Vyhodnocování efektivity výstavbových projektů při použití metodiky BIM

SGS16/019/OHK1/1T/11 Hodnocení vspělosti nástrojů informačního modelování budov napříč softwarovými platformami

SGS17/121/OHK1/2T/11 Vyhodnocení efektivity aplikací moderních modelovacích a vizualizačních metod a technologií v řízení a koordinaci výstavbových projektů

SGS19/100/OHK1/2T/11 Metodika posouzení pro výběr dodavatele z hlediska informačního modelování staveb

V Praze dne

.....
podpis

Poděkování

Mé poděkování patří zejména mé školitelce paní prof. Ing. Renátě Schneiderové Heralové, Ph.D., za její trpělivost a pomoc v průběhu celého studia. Dále bych rád poděkoval Ing. Petrovi Matějkovi, Ph.D. a doc. Ing. Josefu Žákovi, Ph.D. za cenné podněty a pomoc s tématem mé disertační práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině, přátelům a kolegům, za jejich neutuchající podporu v období zpracování mé disertační práce.

Abstrakt

Práce prezentuje výzkum, zaměřený na využití metod multikriteriálního rozhodování pro posouzení kvalifikace a zkušeností dodavatele za účelem zpracování informačního modelu stavby. Hlavním cílem výzkumu byla praktická aplikace teoretických poznatků a jejich využití v soukromém sektoru stavebnictví. Z rešerše dostupných zdrojů vyplynulo, že problematika výběru dodavatele BIM je v České republice řešena pouze na úrovni prokázání profesní způsobilosti ke zpracování standardní projekční práce dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. U technické kvalifikace se dá vyžadovat seznam významných stavebních prací či služeb (referencí) realizovaných v BIM. Další zejména zahraniční zdroje na téma BIM se omezují pouze na technické aspekty zpracování modelu, nikoliv na problematiku ověření technických znalostí dodavatele modelu v BIM. Práce se dále věnuje výzkumu možností použití metod multikriteriálního rozhodování k tvorbě modelu hodnocení výběru dodavatele BIM. Na základě rešerše metod multikriteriálního rozhodování, se výzkum zaměřil na použití přímé bodovací metody v kombinaci se stanovením vhodných užití BIM jako kritérií hodnocení dodavatele. Z databáze 61 užití BIM, publikovaných Českou agenturou pro standardizaci, bylo identifikováno 53 užití vhodných k sestavení modelu hodnocení, pro tři varianty zadání, dle požadovaného cílového stupně projektové dokumentace v BIM. V rámci rozsáhlé analýzy užití BIM, byly definovány jasné mezní podmínky prokázání kvalifikace, které byly použity jako základ pro tvorbu modelu hodnocení výběru dodavatele BIM. Model hodnocení byl následně využit k vytvoření nástroje NVDB, který je určen pro použití navrženého modelu hodnocení při posuzování dodavatelů modelu BIM v soukromém sektoru stavebního průmyslu.

Klíčová slova: výběr dodavatele, BIM, informační modelování budov, užití BIM, multikriteriální rozhodování, MCDM

Abstract

This thesis presents research in the field of multi-criteria decision making methods as an assessment tool for evaluating BIM model suppliers. The main aim of the research was the application of theoretical findings in the private sector of the building industry. A review of available resources showed that the topic of BIM model supplier selection in the Czech Republic is addressed only at the level of demonstrating professional competence to process standard design work according to Decree No. 499/2006 Coll. Other sources on the topic of BIM, especially from abroad, are limited to the technical aspects of model development and not to the issue of verification of the technical knowledge of the BIM model supplier. This thesis also explores the possibility of using multi-criteria decision making methods to develop a model for the evaluation of BIM model suppliers. Based on an overview of multicriteria decision making methods, the research focused on the use of the direct scoring method in combination with the use of appropriate BIM uses as supplier evaluation criteria. Out of 61 BIM uses published by the Czech standardization agency, 53 uses were identified as suitable for the development of an evaluation model for three variations of the brief, according to the desired target BIM design stage. As part of the extensive analysis of the BIM uses, clear boundary conditions for demonstrating qualification were defined and used as the basis for the development of the BIM supplier selection evaluation model. The evaluation model was subsequently used to develop the NVDB tool for the evaluation of BIM suppliers in the private sector of the construction industry.

Keywords: contractor selection, BIM, building information modelling, BIM uses, multi-criteria decision making, MCDM

Classification

JEL: L74, O30

Obsah

Prohlášení	III
Poděkování.....	V
Abstrakt	VII
Abstract	IX
Classification.....	IX
Seznam použitých zkratk.....	XIII
1 Vymezení problematiky	1
2 Cíle práce.....	1
3 Použité metody a postupy	3
3.1 Výzkumné otázky a hypotézy.....	3
4 Současný stav řešené problematiky.....	5
4.1 Výběr dodavatele	5
4.2 Multikriteriální rozhodování a BIM.....	6
4.3 Kvalifikační dotazník jako nástroj prověření dodavatele.....	7
4.4 Dílčí závěry	8
5 Výklad a význam BIM	11
5.1 Výklad BIM	11
5.2 Význam BIM pro stavebnictví.....	12
5.3 Úrovně a rozměry informačních modelů staveb	13
5.4 Fáze stavebního projektu ve vazbě na BIM.....	17
5.5 Klíčové dokumenty zadání BIM	21
6 Postup implementace BIM	25
6.1 Postup implementace BIM v České republice	25
6.2 Příklady postupu implementace BIM v zahraničí.....	25
6.3 Dílčí závěry	30
7 Metody multikriteriálního rozhodování.....	31
7.1 Kritéria hodnocení.....	31

7.2	Váhy kritérií.....	33
7.3	Metody stanovení vah kritérií	33
7.4	Hodnota varianty.....	38
7.5	Metody multikriteriálního hodnocení.....	38
7.6	Hodnota varianty jako poměr užitku a ceny.....	42
8	Stanovení kritérií BIM pro aplikaci multikriteriálního rozhodování k výběru dodavatele.....	43
8.1	Užití BIM	43
8.2	Vazba multikriteriálního rozhodování na užití BIM	43
8.3	Zpracování přehledu užití BIM	44
8.4	Konkrétní analýza užití BIM	46
8.5	Dílčí závěry.....	100
9	Model a nástroj hodnocení výběru dodavatele BIM.....	101
9.1	Úvod	101
9.2	Tvorba modelu	101
9.3	Příklad použití modelu hodnocení.....	102
9.4	Nástroj výběru dodavatele BIM	105
9.5	Použití nástroje hodnocení výběru dodavatele BIM.....	106
9.6	Hodnocení dodavatelů BIM	109
10	Ověření nástroje a modelu hodnocení	111
10.1	Praktická aplikace	111
11	Shrnutí disertační práce.....	115
12	Vyhodnocení cílů a ověření pracovní hypotézy.....	117
12.1	Cíle práce.....	117
12.2	Vědecké otázky.....	117
12.3	Pracovní hypotéza	118
13	Závěry.....	119
	Reference.....	123
	Seznam tabulek	133
	Seznam obrázků	135
	Seznam příloh.....	137

Seznam použitých zkratek

2D	dvoudimenzionální
3D	trojdimenzionální
AR	Augmented Reality
BCF	BIM Collaboration Format
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
BMS	Building Management System
CAFM	Computer-aided facility management
CCI	Construction Classification International
CDE	Common data environment
CNC	Computer Numerical Control
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
ČAS	Česká agentura pro standardizaci
DB	Design-Build
DBB	Design-Bid-Build
DIN	Deutsches Institut für Normung
DOSS	dotčené orgány státní správy
DPS	dokumentace pro provedení stavby
DSP	dokumentace pro stavební povolení
DSPS	dokumentace skutečného provedení stavby
DSS	Datový standard staveb
DUR	dokumentace pro územní rozhodnutí
EIR	Employer's information requirements
ERP	Enterprise resource planning
EU	Evropská unie
FM	Facility Management
GEPA	Le Groupe pour l'Education Permanente des Architectes
GIS	Geographic Information System
HDP	hrubý domácí produkt
IFC	Industry Foundation Classes
IoT	Internet of Things
KN	Katastr nemovitostí
LCA	Lifecycle Analysis
LCC	Life Cycle Cost
LIDAR	Light Detection And Ranging

MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
MINnD	Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MVD	Model View Definitions
mvdXML	Model View Definitions Extensible Markup Language
NDEA	Norwegian Defence Estates Agency
NHA	Norwegian Homebuilders Association
NVDB	Nástroj výběru dodavatele BIM
PUC	Le Plan Urbanisme Construction Architecture
RDS	realizační dokumentace stavby
RHF	Regional health authority
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
TZB	technická zařízení budov
UK	United Kingdom
UNSFA	L'union des architectes
USA	United States of America
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VR	Virtual Reality
XD	x-tá dimenze
XML	Extensible Markup Language

1 Vymezení problematiky

Práce se věnuje použití metod multikriteriálního rozhodování pro tvorbu modelu hodnocení výběru dodavatele BIM v soukromém sektoru stavebního trhu. V kontextu práce je dodavatel BIM chápán buďto jako autor informačního modelu stavby (nejčastěji architekt, projektant, projekční kancelář, případně architektonická kancelář apod.), ale v širším kontextu také dodavatel BIM, který dodává nějakou službu či technologii (nástroj) související s informačním modelováním. Práce se zaměřuje zejména na první zmíněnou skupinu dodavatelů, tedy v kontextu tvorby a zpracování informačního modelu stavby.

V pozici vedoucího úseku digitalizace a hlavního BIM koordinátora, se v praxi běžně setkávám s problematikou vhodného způsobu ověření znalostí a schopností dodavatelů informačních modelů staveb. Vzhledem k zatím rozvíjející se legislativě a velmi omezené standardizaci je prokázání kvalifikace v oblasti služeb BIM problémem. BIM je stále se dynamicky vyvíjejícím odvětvím stavebnictví, které ještě nemá pevně ukotvenou terminologii ani legislativu. Při jakémkoliv výzkumu v oblasti BIM je potřeba čerpat ve velké míře ze zahraničních zkušeností a literatury.

2 Cíle práce

Byly stanoveny cíle práce. Z cílů práce vyplynuly výzkumné otázky a pracovní hypotéza, kterými se zabývá kapitola 3. Hlavními cíli jsou:

Cíl C1: Vytvořit přehled kritérií pro hodnocení dodavatele BIM.

Cíl C2: Vytvořit model a nástroj hodnocení výběru dodavatele BIM.

Cíl C3: Ověřit nástroj pro hodnocení dodavatele BIM.

Práce prozkoumává možnosti využití metod multikriteriálního rozhodování k prokázání odborné a technické způsobilosti dodavatelů BIM.

3 Použité metody a postupy

Práce se orientuje na aplikovaný výzkum (tj. původní zkoumání prováděné za účelem získání nových znalostí, které je však směřováno prvořadě ke specifickému praktickému cíli) [1] a výzkum orientovaný (tj. takový, který je zaměřen na řešení konkrétních společenských a hospodářských cílů) s aplikací nástrojů operačního výzkumu. [1]

Metodika výzkumu teoretické části, využívá kvalitativní metody analýzy dokumentů a textů, která se opírá o rozsáhlou rešerši dostupné odborné literatury. Na základě získaných poznatků a dat pozorování byly učiněny dílčí závěry poznání. Tyto dílčí závěry byly následně využity pro zpracování praktické části, která se zabývá tvorbou modelu s využitím nástrojů operačního a explorativního výzkumu. Model byl následně využit pro tvorbu nástroje jako praktické aplikace získaných poznatků. Nástroj byl ověřen na praktických aplikacích.

Vytyčených cílů výzkumu je dosaženo skrze syntézu již existujících praktických zkušeností s výběrem dodavatele BIM, a to jak v zahraničí, tak tuzemského stavebního trhu. Současně byly využity i osobní praktické zkušenosti autora.

3.1 Výzkumné otázky a hypotézy

V rámci výzkumu byly stanoveny pracovní výzkumné otázky. Obsah práce se snaží na tyto otázky odpovědět

Výzkumná otázka O1: Jakým způsobem lze prokázat kvalifikaci dodavatele BIM?

Jak bylo zjištěno v rámci výzkumu a jak je zmíněno v práci, prokázání kvalifikace dodavatele BIM je i v současné době poměrně složitým tématem, se kterým se potýká zejména stavební praxe. Teoretické podklady jsou spíše obecné a objednatelé jsou nuceni vyvíjet si vlastní metody, které by jim posouzení kvalifikace umožnily realizovat. Existuje tedy výzkumem podložený způsob, jak lze kvalifikaci prokázat? A je možné tento způsob zobecnit tak, aby byl následně prakticky aplikovatelný napříč různými projekty k prokázání kvalifikace dodavatele v oblasti BIM?

Výzkumná otázka O2: Je možné použít k hodnocení dodavatele BIM některou z metod multikriteriálního rozhodování?

Využití metod multikriteriálního rozhodování pro hodnocení dodavatele v rámci projektu je běžnou praxí a osvědčenou metodou.

V oblasti BIM se však aplikace těchto metod prakticky nedaří, a to z mnoha příčin. Jednou z nich je bezesporu problematika stanovení vhodných hodnotících kritérií. Zda je toto možné je otázka, na kterou s provedený výzkum pokusil zaměřit.

Pracovní hypotéza: Během výběrového řízení na dodavatele informačního modelu stavby nelze prověřit míra znalostí a zkušeností jednotlivých uchazečů s problematikou BIM pomocí metod multikriteriálního rozhodování.

Tuto pracovní hypotézu se snaží výzkum vyvrátit. K vyvrácení hypotézy dojde, pokud bude možné vytvořit takový model, který bude prakticky demonstrovat prověření dodavatele z hlediska jeho znalostí a zkušeností v oblasti BIM s využitím vybrané metody multikriteriálního rozhodování, a pokud bude tento model ověřen.

4 Současný stav řešení problematiky

Kapitola shrnuje současný stav řešení problematiky ve vazbě k tématu práce na mezinárodní, ale zejména lokální úrovni. Výzkum se opírá zejména o rešerši dostupné literatury a související praktické zkušenosti autora. Dílčím cílem kapitoly je zjistit, zda je řešené téma původní a smysluplné ve vazbě na jiný již existující výzkum.

4.1 Výběr dodavatele

Vybrat kompetentního dodavatele informačního modelu stavby je klíčové pro úspěšnou realizace projektu metodikou BIM. Způsobů, jak prokázat, nebo naopak zjistit patřičnou kompetenci však není mnoho.

Stufenplan – Digitales Planen und Bauen [2] uvádí, že v zadávacím řízení musí být zajištěno, aby dodavatelé měli potřebné kompetence v oblasti BIM. Při rozhodování o udělení zakázky by proto měla být hodnocena způsobilost v oblasti BIM. Objednatel musí být obeznámen s požadavky BIM, aby bylo možné řádně vypracovat zadávací dokumentaci a aby bylo možné vyhodnotit příchozí nabídky. Konkrétní postupy pro hodnocení dodavatelů BIM však neuvádí. Ve Stufenplanu se také upozorňuje na existenci rizika, že všichni účastníci stavebního procesu (např. projektanti, stavební firmy, výrobci atd.) zatím nejsou dostatečně kvalifikovaní, aby byli schopni implementovat požadované případy užití BIM v dostatečné kvalitě.

Pro zjištění zkušeností a kompetence s BIM Srivastava [3] doporučuje projít referenční projekty, navštívit web dodavatele, prohlédnout profily na sociálních sítích. Tyto prostředky kontroly jsou však nedostatečné a neposkytují reálný obraz schopností dodavatele BIM modelu. Dle Shahrudina [4] je nedostatek znalostí problematiky BIM mezi architekty a projektanty jednou z hlavních překážek rozvoje informačního modelování staveb.

Ve veřejném sektoru stavebnictví České republiky se zadávání zakázek řídí dle zákona č. 134/2016 Sb. [5]. Zde je problematika technické kvalifikace řešena v § 79 – Kritéria technické kvalifikace a jejich prokázání.

Zákon uvádí, že kritéria technické kvalifikace stanoví zadavatel za účelem prokázání lidských zdrojů, technických zdrojů nebo odborných schopností a zkušeností nezbytných pro plnění veřejné zakázky v odpovídající kvalitě. [5]

Dále je v odstavci (2) § 79 uvedeno, že k prokázání kritérií technické kvalifikace zadavatel může požadovat osvědčení o vzdělání a odborné kvalifikaci vztahující se k požadovaným službám. [5]

Metodika zadávání veřejných zakázek s využitím informačního modelování staveb [6] k tématu prokázání kvalifikace BIM uvádí, že veřejné zakázky zadávané s využitím metody BIM jsou standardní veřejné zakázky, a proto se u nich nebudou požadavky na kvalifikaci v obecné rovině odlišovat od zakázek jiných. U profesní způsobilosti pak platí, že neexistuje žádné specifické oprávnění ve vztahu k BIM.

Ve vztahu k ekonomické a technické kvalifikaci by bylo možno vyžadovat specifické kvalifikace zohledňující zkušenosti s BIM. U technické kvalifikace se dá vyžadovat seznam významných stavebních prací či služeb (referencí) realizovaných v BIM. [6]

Od 7. 4. 2021 byla do Národní soustavy kvalifikací, pod záštitou MPO, přidána skupina profesí BIM. Tímto je nyní umožněno získat autorizaci v BIM. [7] To by mělo nadále prokázání požadované profesní způsobilosti výrazně usnadnit.

V praxi se objevuje také situace, kdy jsou s projektantem zasmulovněny nejprve standardní projekční práce dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. [8] a smlouva o vytvoření modelu v BIM je uzavřena až dodatečně. Tímto postupem odběratel ztrácí možnost změny projektanta v případě, že nesplňuje jeho nároky v oblasti znalostí a kompetencí BIM.

Z uvedeného je zřejmé, že množství zdrojů, které problematiku řeší na skutečně konkrétní úrovni, bylo v době realizace výzkumu velmi omezené. Praxe v tomto ohledu není zažitá a objednatelé jsou často v situaci, kdy nemají zřejmou oporu ve standardech a souvisejících právních předpisech a dalších požadavcích. Na druhou stranu je však patrné, že existuje zjevná snaha tento stav řešit.

4.2 Multikriteriální rozhodování a BIM

Metody multikriteriálního rozhodování jsou ve spojení s BIM hojně užívané. Tan a Mills [9] uvádějí, že je možné nalézt praktické aplikace v oblasti udržitelné výstavby, modernizace, výběru dodavatele, bezpečnosti a proveditelnosti.

V rámci výběru dodavatele se jedná o použití multikriteriálních metod rozhodování pro optimalizaci dodávek stavebních materiálů s ohledem na udržitelnost [10, 11, 12], možností změny účelu stavby [13].

Další hojně užívanou aplikací multikriteriálního rozhodování (MCDM) je kontrola modelu z pohledu code compliance [14, 15] pro předávání modelu během realizační fáze projektu.

Dle dostupných zdrojů, téma využití multikriteriálních metod rozhodování v oblasti výběru dodavatele BIM zatím řešeno není.

4.3 Kvalifikační dotazník jako nástroj prověření dodavatele

Jedním z postupů, jak vybrat vhodné dodavatele, je formou kvalifikačních dotazníků zadavatele. To se týká hlavně variant více kolových výběrových řízení. V České republice se v rámci veřejných zakázek tento druh zadávacího řízení označuje jako užší řízení. [5]

V roce 2017 byla v UK provedena studie [16], s cílem identifikovat a určit novou vhodnější metodu pro shromažďování a vyhodnocení kvalifikačních kritérií, při dvoukolovém výběrovém řízení generálních dodavatelů ve stavebnictví.

Studie shromáždila údaje z třiceti jedna společností na základě rozsahu, v jakém se používají kvalifikační dotazníky. Studie zkoumala, zda se následně používají při vyhodnocení úspěšnosti projektu. Cílem bylo zjistit, zda kvalita kvalifikačních dotazníků používaných zadavateli ovlivňuje úspěšnost projektu. První otázkou studie bylo, zda vůbec zadavatelé kvalifikační dotazníky používají. Mezi dalšími dvanácti otázkami bylo například zda zadavatelé zjišťují předchozí reference, zdali si u předchozích klientů ověřují tyto reference, nebo zda používají nějaké softwarový nástroj k vyhodnocení a porovnání dodavatelů. Poslední otázka u respondentů zjišťovala, zda realizují projekty metodou BIM. [16]

Druhá sada otázek byla určena ke zhodnocení projektů po jejich dokončení, s vazbou na informace zjištěné s kvalifikačním dotazníkem. V nich byli respondenti dotazováni, mimo jiné, zda byl projekt dokončen v dostatečné kvalitě, za předpokládané peníze a v plánovaném termínu. Také zjišťovala úroveň vzájemné spolupráce a komunikace mezi jednotlivými účastníky projektů. Na závěr dotazníku byli respondenti požádáni, aby ohodnotili celkový výkon dodavatele. [16]

Celkové výsledky studie prokázaly čtrnáctiprocentní korelaci mezi úspěšností projektu a používáním kvalifikačních dotazníků. Překvapivě pouze osm z třiceti jedna respondentů uvedlo, že jejich společnost provádí vždy dvoukolové zadávací řízení. Jedním ze zajímavých zjištění bylo například to, že pouze sedmdesát procent zadavatelů ověřuje předchozí reference uvedené dodavateli

a padesát dva procent zadavatelů se detailněji dotazuje předchozích klientů na spokojenost s dodavatelem. [16]

Z toho vyplývá že samotné reference nejsou nejspolehlivějším nástrojem k posouzení dodavatele. Ať už se jedná o generálního dodavatele, nebo v širším smyslu například projektanta. [16]

Cílem studie [16] bylo také zjistit a analyzovat, zda jsou současné kvalifikační postupy dostatečné k tomu, aby zadavatelé mohli identifikovat a vybrat dobře spolupracující dodavatele. Bohužel pouze třicet pět respondentů uvedlo, že zhotovitelé většinou nebo vždy spolupracovali, přičemž mezi celkovým hodnocením kvalifikace a spolupracujícími zhotoviteli byla zjištěna mírná pozitivní korelace ve výši osmi procent. To potvrzuje, že současné kvalifikační postupy nejsou dostatečné k tomu, aby zadavatelé mohli identifikovat a vybrat dobře spolupracující dodavatele. Výsledek svádí ke spekulaci, že zadavatelé tento klíčový atribut měkkých dovedností ve svých výběrových řízeních přehlížejí. Klienti ve stavebnictví by proto měli zvážit, zda do svých kvalifikačních výběrových procesů nezařadit více kritérií a analýz založených na měkkých dovednostech. Jednou z možných cest podpory vyšší míry spolupráce mezi členy projektového týmu je realizovat projekty metodou BIM. Výsledky studie toto tvrzení potvrzují a ukazují pozitivní korelaci jedenácti procent mezi projekty realizovanými metodou BIM a spokojeností zhotovitelů s úrovní kolaborativního prostředí během realizace stavby. Bohužel, navzdory snaze vlády o propagaci BIM v UK, není jeho využívání v soukromém sektoru příliš rozšířené, neboť celkový poměr využívání BIM na projektech ve vzorku zhotovitelů činilo v roce 2017 pouze padesát sedm procent. [16]

Výsledky průzkumu ukázaly pouze mírnou korelaci mezi kvalifikačními procesy a výběrem dobře spolupracujících dodavatelů. Dále ukazují, že mnozí zadavatelé plně nevyužívají všechny dostupné zdroje informací a nástroje, jako je například kontaktování předchozích zadavatelů za účelem získání referencí na kvalitu spolupráce metodou BIM. [16]

4.4 Dílčí závěry

Proces výběru vhodného partnera je jedním z klíčů úspěšné implementace BIM. Nedostatečná kompetence klíčových aktérů může výrazně zpomalit adopci problematiky na trhu. Díky nově zařazeným autorizacím v odvětví BIM se situace s prokázáním kompetence může zlepšit.

I přes rozsáhlou rešerši dostupné literatury na téma BIM a téma multikriteriálního hodnocení se nepodařilo nalézt zmínku o použití

v kontextu hodnocení dodavatelů BIM. Z toho se dá usuzovat, že je toto téma zatím neprobádáno.

Ačkoliv byla studie [16] kvalifikačních dotazníků primárně zaměřena na výběr generálního dodavatele, poskytuje jasný vhled do problémů spojených s nedostatečným prověřením dodavatele obecně. Kvalifikační dotazník jako forma prověření by mohl být doplněn modelem výběru dodavatele BIM.

5 Výklad a význam BIM

Kapitola se věnuje základnímu ukotvení terminologie a ontologie BIM v kontextu tématu práce. Vzhledem k dynamičnosti tématu totiž není stále problematika ukotvena a standardizována tak, jak je tomu u jiných disciplín. V důsledku toho tak vniká velké množství nedorozumění, jimž lze předejít právě jasným vymezením BIM v kontextu řešeného tématu. Dílčím cílem kapitoly je vymezení tématu pro potřeby výzkumu a práce.

5.1 Výklad BIM

Informační modelování staveb (BIM) jsou tři slova, která v posledních třiceti letech představují hlavní hybnou sílu ve stavebnictví. Široký záběr informačního modelování přímo nebo nepřímo ovlivňuje všechny zainteresované strany stavebního trhu. BIM je od základu jiný způsob vytváření, využití a sdílení dat během celého životního cyklu budov. [17]

BIM je zkratkou pro anglický výraz Building Information Modeling, do češtiny nejčastěji překládaného jako informační modelování staveb. [18]

Základní princip BIM je jednoduchý. Každý stavební prvek je definován nejen svými rozměrovými charakteristikami, ale velkým množstvím dalších údajů, které jsou v průběhu projektu potřeba k zajištění hladkého průběhu realizace a provozu. Těmito údaji mohou být například časové parametry (kdy bude daný prvek na stavbě použit, kdy bude na stavbu dovezen, technologické přestávky atd.), finanční parametry (jaké jsou na daný prvek náklady, kolik stojí jeho oprava nebo provoz atd.), rozměrové charakteristiky detailů a návaznosti na jiné stavební prvky atd. [17] Při použití tradičních nástrojů řízení projektů nejsou tyto informace automaticky součástí projektové dokumentace, a pokud ano, jedná se většinou jen o nezávislé přílohy. V případě použití nástrojů BIM je možné všechny tyto informace implementovat do samotné projektové dokumentace a vytvořit tak konzistentní model budovy. Ten pak může v libovolné míře využít každý účastník stavebního projektu.

BIM je často mylně spojován s přechodem z 2D modelování do 3D modelování. Stěžejní přínos BIM je však v parametrizaci jednotlivých stavebních prvků a ve vytvoření databáze informací, s jejichž pomocí je možné zefektivnit nejen realizační fázi stavby (minimalizace rizik, zefektivnění projektového managementu, přehlednější řízení stavby atd.), ale i dalších fází životního cyklu stavby. [19]

BIM je tedy platformou, na jejímž principu mohou vznikat nové nástroje, umožňující shromažďování, zpracování a využití dat a informací. BIM zároveň může být vnímán jako proces práce s těmito informacemi. [20]

Následující definice vychází z národního BIM standardu USA:

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. [21]

BIM je tedy nejen modelem projektu jako takového, ale je zároveň i modelem procesů, které s projektem souvisejí. Jedná se o virtuální nástroj pro simulaci projektu a práce s informacemi a procesy s ním souvisejícími.

Mluvíme-li o BIM, vždy mluvíme nejen o nástrojích, ale také o procesech, které jsou na BIM založeny. Jedná se tedy o metodu nebo metodiku, spíše než o pouhý nástroj nebo pracovní postup. Zároveň je třeba zdůraznit, že tak, jak je modelování pouze součástí akronymu BIM, je jeho součástí i slovo informace a zastává neméně důležitou úlohu.

Můžeme se také setkat s výkladem termínu BIM jako Building Information Management [22], který se snaží akcentovat význam informací v celém procesu výstavby s použitím metody BIM.

5.2 Význam BIM pro stavebnictví

Stavebnictví je jedním z nejvýznamnějších odvětví ekonomiky. V rámci EU dosáhl za rok 2020 celkový objem investic do stavebnictví 1,402 miliard Eur a stavebnictví se podílí na 10,6 % HDP EU. [23]

Výrazným rysem stavebního průmyslu je, že stavební firmy pracují s velmi nízkými maržemi, což ponechává jen velmi malý prostor pro chyby, nebo nepředvídané komplikace. Nízké marže nutí firmy zvyšovat obrát, jehož důsledkem je míra rizika a neplnění závazků ve stavebnictví vyšší než v téměř jakémkoli jiném odvětví ekonomiky. Dalo by se očekávat, že čím větší projekt, tím vyšší zisk. Bohužel ve stavebnictví toto nutně neplatí. Mnoho problémů ve stavebnictví vyplývá právě z vysokého rizika, kterému jsou dodavatelé vystaveni, včetně toho, že projekt skončí ve ztrátě. Velmi nízké marže na projektech často nenechávají prostor, mezi firmami podílejícími se na projektech, pro vyjednávání. [24] Tento fakt přispívá k menší schopnosti společností k vynakládání prostředků na inovace a stavebnictví se tím řadí k jednomu z nejméně pokrokových odvětví průmyslu.

Dle studie publikované v roce 2017 společností McKinsey & Company [25], rostla produktivita práce ve stavebnictví v celosvětovém měřítku v posledních dvou desetiletích v průměru pouze o 1 % ročně, zatímco celosvětová ekonomika o 2,8 % a ve zpracovatelském průmyslu o 3,6 %. Jednou z možných cest, jak produktivitu práce ve stavebnictví zvýšit je právě vyšší míra implementace nových technologií.

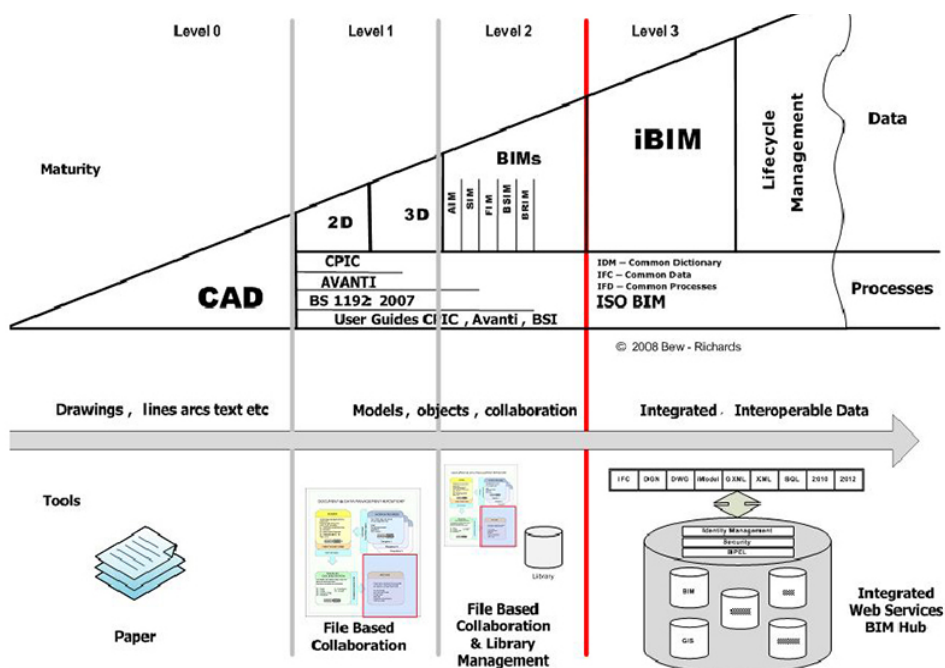
Jelikož je BIM stále relativně novým přístupem k návrhu a dokumentaci staveb, má veliký potenciál k dalšímu rozvoji a uplatnění v rámci stavebnictví. BIM je komplexním přístupem k vytváření projektů, proto k dosažení předvídatelných a kýžených výsledků vyžaduje plán implementace. Nesmí se k jeho nasazení přistupovat pouze jako ke změně softwaru, i když v nejzákladnější podobě to změna je, ale jako ke kompletní změně způsobu realizace a správy staveb. Úspěšná implementace BIM od základu mění postup práce a úroveň detailnosti a komplexnosti navrhovaných staveb. [26]

Částečným zautomatizováním vytváření stavebních modelů BIM redistribuuje pracovní úsilí, čímž dovoluje klást větší důraz na samotnou koncepci návrhu. Mezi další přímé výhody můžeme zahrnout jistotu zachování konzistence napříč všemi výkresy a tabulkami, automatickou kontrolu kolizí, usnadnění komunikace a vytváření výstupů včetně vizualizací. Současně poskytuje pevný základ pro analytické, simulační a kalkulační aplikace, a to v jakékoliv fázi a rozsahu projektu. [17]

5.3 Úrovně a rozměry informačních modelů staveb

V současnosti se již celá řada zemí nachází v různém stupni přijetí informačního modelování do své legislativy. Přestože myšlenka využívání informačních modelů ve stavebnictví je známá více než tři desetiletí, je ještě stále v procesu rychlého vývoje a dynamických změn. V mnoha ohledech se BIM stále ještě nachází v inovační fázi. Přesto však jsou benefity, jež přináší do stavebnictví, široce uznávané. Stavební společnosti stále vnímají řadu překážek, které brání plnému přechodu na BIM. První nejvýznamnější překážkou je již zmiňovaná připravenost a ustálenost BIM. Druhou překážkou je vysoká finanční náročnost přeškolení zaměstnanců. Požadavky a náročnost takového školení je pro řadu firem velkou neznámou a objem změn enormní s ne vždy jistým výsledkem. Třetí vnímanou překážkou je vysoký objem investic na nákup nového softwarového a hardwarového vybavení, který v této inovační fázi informačního modelování plně nevyvažuje možné úspory. [27]

V dnešní době lze jen těžko odhadnout, čím se do budoucna může BIM stát. Již dnes můžeme nalézt určitou kategorizaci vospělosti, která se nazývá úroveň (Level). Přechod z jedné úrovně do vyšší se obecně označuje jako vospělost BIM. [27] Jednotlivé úrovně vospělosti BIM můžeme ilustrovat pomocí Bew-Richardsova diagramu (viz Obrázek 5-1).



Obrázek 5-1: Bew-Richards diagram
 zdroj: [28]

Úrovně jsou definovány následovně [27]:

- **Úroveň 0** – Zde se ještě nejedná o BIM. Využívány jsou pouze 2D kresby bez rozšiřujících dat.
- **Úroveň 1** – Využívá 3D data k prezentaci návrhu. Také se mu říká "osamělý BIM". Na této úrovni, již může spolupracovat několik odborníků, ale každý pracuje v izolaci pouze na svém vlastním modelu. Již je využíván nějaký druh standardizace datové struktury a formátů souborů. Jsou využívány také samostatné nástroje pro kalkulace a finanční management projektů, které však nejsou součástí hlavního BIM modelu.
- **Úroveň 2** – Na úrovni 2 jsou konečně výhody informačního modelování více využity. BIM modely jsou spravovány odděleně v nástrojích vhodných pro danou profesi a jsou obohaceny o data. Dalším významným krokem je využívání konstrukčně operačního formátu pro výměnu informací o budově (COBie) [18]. Objevuje se formulace potřeb pro

sdílení a výměnu informací. Dochází k vytvoření obecných principů, dle kterých jsou data sdílena mezi jednotlivými účastníky projektu, tím se již přibližuje úrovni 3. Mohou se také objevit první kroky k plánování realizace projektu a rozpočtování.

- **Úroveň 3** – Na úrovni 3 již pracujeme s plně integrovaným a sdíleným modelem. Je pravděpodobné, že je model mezi účastníky projektu sdílený online a v reálném čase reaguje na provedené změny. Data budou udržována ve formátu Industry Foundation Classes (IFC) [18]. Překážky softwarové kompatibility různých nástrojů musí být překonány, stejně tak jako infrastrukturního a legislativního charakteru. Nyní se již model využívá k přípravě zakázky, rozpočtování projektu, obsahuje informace o životním cyklu stavby a získávání dalších manažerských podkladů. Bude obsahovat rozsáhlou standardizovanou knihovnu dat, která budou rovněž obsahovat výrobní informace jednotlivých prvků stavby.

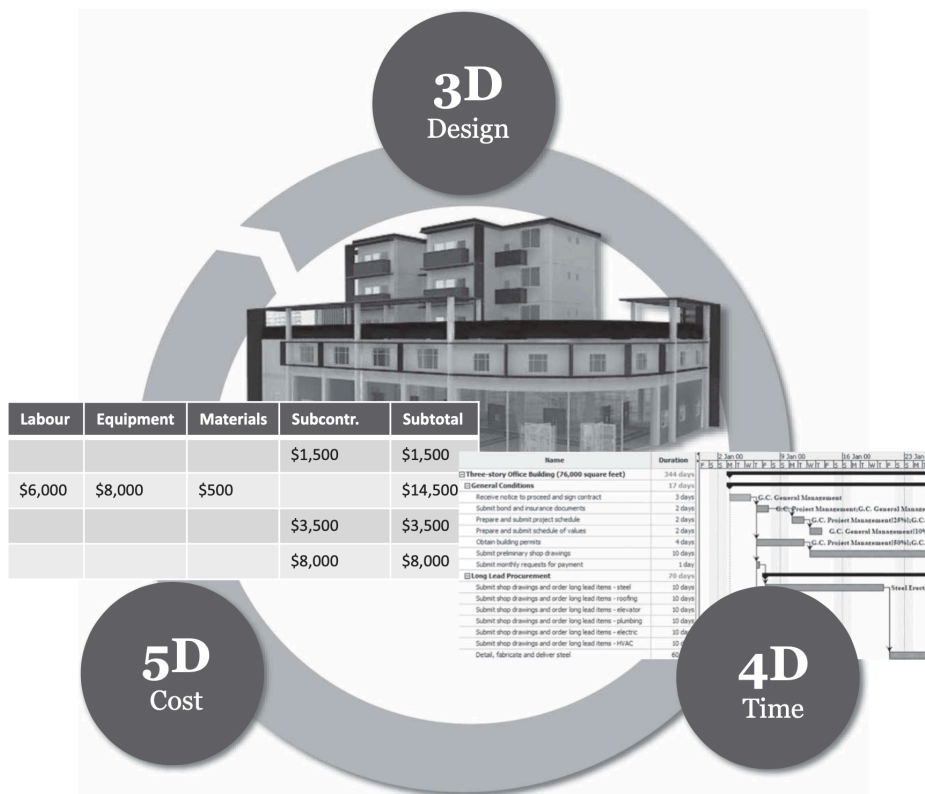
Úroveň vyspělosti v daném trhu je jeden z faktorů ovlivňující kvalitu spolupráce metodou BIM. Každý přechod trhu na vyšší úroveň současně znamená, že se bude nějakou dobu trh adaptovat, než bude dostatek zkušených odborníků. V tomto adaptačním období přináší prověření aktuální úrovně kvalifikace dodavatele největší benefit.

Existuje ovšem také jiný způsob určení vyspělosti informačního modelu. Bývá popisován pomocí dimenze/rozměru modelu. Zde můžeme 3D model považovat za platformu, která je dále využívána v procesu plánování, navrhování, realizace a provozování projektu. Tímto postupem může být vše co souvisí se vzhledem modelu, kategorizováno jako součást 3D modelu. To zahrnuje virtuální prohlídky modelu, vizualizace, detekce kolizí, simulační modely, prefabrikaci a další informace, které souvisí s rozměry a prostorem samotným. [17]

Čtvrtý rozměr (čas) dodává možnost plánování procesů během realizace projektu, vizualizaci harmonogramu výstavby a řízení projektu. Prvek času usnadňuje určení kritické cesty a vizuálně demonstruje vzájemné závislosti jednotlivých procesů během realizační fáze projektu. Tímto může model obsahovat také dočasné konstrukce, jako například lešení, bednění a jiné. [29]

Pátý rozměr (cena) přidává ekonomickou provázanost. Tímto dokážeme naplno využít možnosti generování výkazů výměr přímo z BIM modelu a na základě těchto informací nejenom odhadnout celkovou cenu projektu, ale také celého životního cyklu. [30]

Princip vzájemného ovlivňování jednotlivých rozměrů BIM je znázorněn zde (viz Obrázek 5-2).



Obrázek 5-2: Vztah mezi 3D, 4D a 5D BIM zdroj: [30]

Některé zdroje rovněž uvádějí šestý a sedmý rozměr, které zahrnují nástroje správy budov, jež poskytují lepší řízení údržby a využití prostoru budov. Někteří odborníci však nevidí smysl v kategorizování těchto dat do dalších rozměrů. Proto se čím dál častěji tyto další informace označují jednoduše jako XD [27, 31]. Například 6D BIM může vzniknout, když se k 5D BIM přidají informace o energii. To umožňuje komplexnější a přesnější odhady spotřeby energie již v rané fázi návrhu a usnadňuje optimalizaci k dosažení nízké energetické náročnosti stavby, případně optimalizaci spotřeby energie jednotlivých komponent. 7D BIM vzniká propojením provozních dat prvků budovy, jako jsou záznamy o údržbě potrubí, s 3D modely skutečného provedení pro potřeby CAFM systémů. 7D BIM umožňuje rychlé vyhledání prvku budovy v kontextu FM. Může také usnadnit správu provozních informací o architektonických, konstrukčních, mechanických, elektrických, instalatérských

a servisních prvcích budovy a poskytnout efektivní a okamžitý přístup k požadovaným informacím. [32]

5.4 Fáze stavebního projektu ve vazbě na BIM

Stavební projekty jsou složité a časově náročné. Sestávají se z několika fází, které vyžadují různé úrovně odbornosti a specializace. Od počátečního plánování až po dokončení projektu prochází postupnými a odlišnými periodami, které vyžadují vstupy z rozdílných oblastí specializace. Typickými účastníky jsou finanční instituce, vládní agentury, inženýři, architekti, právníci, pojišťovny a ručitelé společnosti, dodavatelé, výrobci a dodavatelé stavebních materiálů, stavebních strojů, zařízení, stavební řemeslníci a dělníci.



Obrázek 5-3: Fáze stavebního projektu
zdroj: vlastní zpracování

Každá ze zúčastněných stran stavebního procesu má své vlastní potřeby a nástroje, které mohou využít k jejich uspokojení. Během samotného procesu výstavby se i na projektech menšího rozsahu podílí mnoho profesí, materiálů a doslova stovky různých operací. Výstavba se musí řídit přirozeným řádem událostí, který představuje komplikovaný sled individuálních časových požadavků a omezujících sekvenčních vztahů mezi mnoha součástmi projektu (viz Obrázek 5-3).

Toto je velmi hrubé rozdělení. Fáze projektu můžeme pospat i detailněji. Například postup investiční fáze projektu se bude výrazně lišit v závislosti na zvoleném dodavatelském systému projektu.

Informační model stavby v předinvestiční fázi

Každá z fází je důležitá z hlediska absolutní úspěšnosti projektu. Z pohledu investora by měla být zvýšená pozornost věnována předinvestiční fázi, neboť úspěch či neúspěch daného projektu bude ve značné míře záviset na informacích a poznacích marketingové, technologické, technické, finanční a ekonomické povahy, získaných v rámci předprojektových analýz. Výstupem předinvestiční fáze je učinit investiční rozhodnutí, tj. rozhodnutí o tom, zda projekt bude,

nebo nebude realizován. To ovlivňuje i způsob financování, resp. účtování nákladů na provedení veškeré dokumentace související s předinvestiční fází. [33]

Ačkoliv bychom našli uplatnění BIM v rámci předinvestiční fáze projektu. Tyto se částečně překrývají s prvními kroky investiční fáze. Během předinvestiční fáze je hlavním předmětem legislativní a technickoekonomická stránka projektu.

Technickoekonomická studie by měla poskytnout veškeré podklady potřebné pro investiční rozhodnutí. V průběhu zpracování studie je třeba formulovat a vyšetřit základní komerční, technické, finanční a ekonomické požadavky, resp. požadavky týkající se ochrany životního prostředí. Výsledkem je pak zadání projektu včetně jeho cílů a základních charakteristik, zahrnujících marketingovou strategii, dosažitelný podíl na trhu, velikost stavby, její umístění, základní suroviny a materiály, vhodnou technologii a výrobní zařízení a případně i zhodnocení vlivu na životní prostředí. [33]

Základem přístupu k jejímu vypracování je iterační optimalizační proces se zpětnými vazbami, kdy se k volbě základních charakteristik projektu dospívá v optimalizačních krocích, respektujících existující závislosti mezi těmito charakteristikami (např. závislosti velikosti stavby a technologického procesu, závislosti technologického procesu a umístění stavby aj.). Výsledky volby určité charakteristiky projektu v některém z následujících kroků nás někdy nutí vrátit se zpět k určitým předchozím rozhodnutím a modifikovat je (volba umístění stavby např. vylučuje realizaci zvolené velikosti stavby, resp. užití vybrané technologie, a proto musíme tato rozhodnutí, zvolená v předchozích krocích zpracování studie, korigovat). Součástí tohoto procesu je i identifikace základních rizikových faktorů a hodnocení jejich dopadů na projekt. Základním výsledkem této studie je výběr nejvhodnější varianty projektu, stanovení harmonogramu realizace a rámcového rozpočtu. Když se ukáže, že projekt není životaschopný, je třeba tento fakt konstatovat a uvést jeho příčiny. I když tedy technickoekonomická studie vede k závěru nerealizovat projekt, je i toto třeba chápat jako cenný výsledek, neboť to může zabránit případným značným ztrátám. [33]

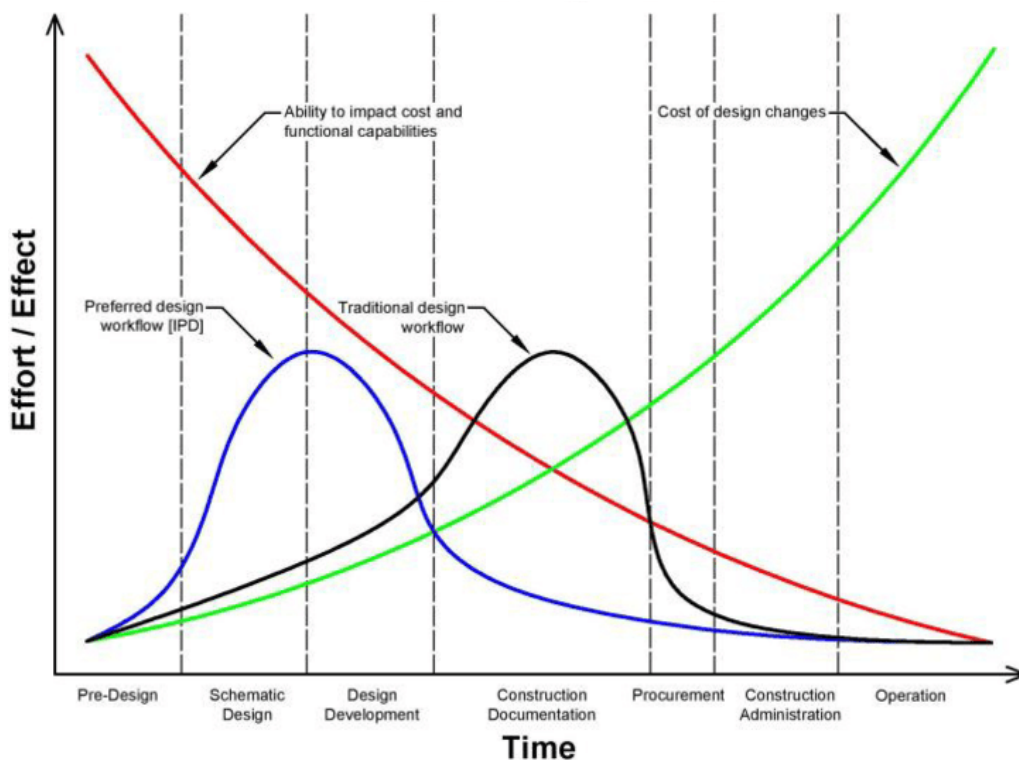
Nežádka bývají architekti zapojeni rovněž do samotného vytváření zadání projektu. Poté co je ustanoven základní koncept, přichází na řadu rozdělení jednotlivých pater, zónování, základní objemy jednotlivých částí a celkové vzezření stavby. Dále je blíže specifikována orientace stavby v rámci terénu, typ konstrukce, kvalita vnitřního prostředí a postup realizace stavby s ohledem na její okolí a další návaznosti. [17] S použitím informačního modelování dostáváme potřebné informace k dobrému a přírodně šetrnému

návrhu, a tím se celý proces stává více efektivní a méně finančně nákladný. Pokročilé možnosti analýzy návrhu, které by byly neuskutečnitelné běžným postupem, se použitím BIM stávají snadněji dostupnými. S naprosto jednoduchým modelem je možno provádět základní analýzy energetické náročnosti stavby, studie oslunění, odhadnout spotřeby zdrojů, určit uhlíkové emise a snadno porovnávat různé varianty návrhu mezi sebou. [34]

Informační model stavby v investiční fázi

Investiční fáze se obvykle skládá ze dvou základních etap, a to etapu projekční a etapu realizační, tj. etapu výstavby. Přestože náklady realizační etapy obvykle výrazně převyšují ty projekční přípravy. Zejména s nástupem BIM se i náklady na projekční přípravu zvyšují. Vychází to z komplexnosti informačních modelů a s tím spojenou pracností. Projektanti jsou nyní nuceni řešit detaily projektu, které by se ve 2D dokumentaci neprojevíly a řešily by se až v průběhu samotné výstavby. I po dokončení projektové přípravy má ještě investor příležitost projekt revidovat a eventuálně jej zastavit. Během této fáze také probíhá výstavba projektu a tato fáze je dokončena předáním dokončeného projektu do zkušebního, popřípadě trvalého provozu. [33]

Z pohledu použití informačního modelu, je první fází návrhu projektu architektonická studie, která může být rozdělena do dvou částí. První částí je vytváření základního konceptu stavby a druhou nejrůznější analýzy daného návrhu. Koncept stanovuje základní myšlenku a strukturu, podle které se poté zpracovává detailnější projekt v dalších fázích návrhu. Určuje základní velikost, typ konstrukce a hmotové rozdělení stavby. V neposlední řadě také určuje návaznost umístění stavby na její okolí a zohledňuje přírodní podmínky v dané lokalitě. Jedná se o nejkreativnější část celého stavebního procesu, která v sobě spojuje všechny aspekty projektu jako funkčnost, náklady na stavební dílo, způsob výstavby, použité materiály, dopad na životní prostředí, a další například kulturní a estetická hlediska. [17]



Obrázek 5-4: MacLeamyho křivka
zdroj: [35]

Brzké zapojení nástrojů informačního modelování budov již během fáze návrhu, může významně pomoci k dosažení cílů udržitelného rozvoje, optimalizaci návrhu, a tudíž k finančním úsporám během dalších fází projektu. Tento fakt demonstruje tzv. MacLeamyho křivka (viz Obrázek 5-4), kde osa Y reprezentuje poměr náročnosti s možností ovlivnit projekt, osa X reprezentuje čas. Modrá křivka reprezentuje metodiku BIM. Černá křivka tradiční postup. Červená křivka schopnost ovlivnit cenu a funkční vlastnosti stavby. Zelená křivka výši nákladů při změně v projektu.

Aby se naplno využil potenciál BIM, je potřeba, aby účastníci projektu navzájem spolupracovali a sdíleli informace. Vzhledem k právním omezením, nebo preferencím, je často nutné zadávat projekty s využitím zadávacích přístupů a dodavatelských metod jako jsou Design-Bid-Build (DBB), Design-Build (DB). Ačkoli některé další metody dodávky mohou usnadnit implementaci BIM, usnadnit komunikaci napříč jednotlivými účastníky projektu a umožnit užší spolupráci, pokud je dodržen postup přípravy zakázky, včetně podkladů pro realizaci metodou BIM, dá se informační modelování staveb použít s jakýmkoliv dodavatelským systémem.

S těmito třemi výše jmenovanými metodami dodávek staveb se u veřejných zadavatelů v České republice setkáváme nejčastěji. Obdobným způsobem probíhá realizace stavebních projektů u soukromých investorů, samozřejmě oproštěna od formálních restrikcí a zákonů platných pro veřejné zadavatele [5].

Informační model stavby v provozní fázi

Provozní fáze začíná zkušebním provozem. Součástí provozní fáze není jenom běžný provoz vybudované stavby, ale i její postupná optimalizace, a hlavně řádná údržba. Tato údržba jednak tvoří významný náklad (obvykle 2-3,5 % celkových investičních nákladů ročně), zajišťuje udržení dostatečně dlouhého životního cyklu, to znamená spolehlivé a bezpečné využívání stavby po dobu její životnosti. [33]

Využití BIM v oblasti FM umožňuje správu dat o životním cyklu, což je konečným cílem při vývoji modelů BIM. Řada výzkumníků a odborníků z praxe uznává, že BIM lze využít k provádění činností v oblasti FM. Mezi hlavní činnosti patří uvádění technických zařízení do provozu, dálková správa zamykání, udržování záručních a servisních informací, kontrola kvality, energetický a prostorový management, plánování a provádění údržby, havarijní management, plánování modernizace a rekonstrukce. [36]

Informační model stavby v likvidační fázi

Na konci životnosti projektu je obvykle nutné stavbu odstranit. Tímto se projekt posunuje do fáze ukončení a likvidace. Ani zde se nesmí zapomenout na jedné straně na náklady související s likvidací stavby, například sanací původně zastavěných ploch apod., na straně druhé můžeme počítat s možným výnosem z prodeje demolované stavby (nebo alespoň jeho částí), případně s výnosem recyklovat apod. [33]

BIM obsahuje komplexní informace v rámci jednoho digitálního modelu budovy. Díky tomu je možné z něj získat informace o materiálech a jejich objemech a ty poté využít pro podrobný odhad množství odpadu po demolici stavby. Získané informace o materiálech lze ještě před samotnou demolicí poskytnout demoliční společnosti a tím zefektivnit proces recyklace. [37]

5.5 Klíčové dokumenty zadání BIM

Jedná se o dokumenty, které jsou přílohou smlouvy o dílo a blíže specifikují požadavky na BIM. Jelikož neexistuje standardizovaná podoba těchto dokumentů (z hlediska názvosloví, struktury a obsahu těchto dokumentů) můžeme najít četné rozdíly v terminologii.

Požadavky objednatele na informace (EIR)

Požadavky objednatele na informace obsahují jasné pokyny, jak by měl být stavební projekt model proveden. EIR je dokumentem, který určuje požadavky objednatele na informace ve vztahu k projektu. Určuje, co bude dodáno během dodávky i předání. Zahrnuje odpovědnosti, časové rozvrhy, formát a úroveň podrobnosti informací o projektu. Zahrnuje také veškeré další požadavky specifické pro projekt, jako například harmonogram projektu, veškeré specifikace formátů souborů a měl by popisovat Standard informací o projektu. EIR poskytuje všem zúčastněným stranám dostatek informací k podání nabídek. Požadavky zadavatele na informace plní také regulační funkci, neboť zajišťují, že informace jsou poskytovány a zpřístupňovány všem zúčastněným stranám tam, kde a kdy jsou požadovány. [31]

Plán realizace BIM (BEP)

Plán realizace BIM je dokument tvořený dodavatelem na základě požadavků klienta na informace. Většinou je tvořen ještě před podpisem smlouvy o dílo a specifikuje, jak budou prováděny jednotlivé aspekty informačního modelování projektu. Plán realizace BIM určuje role účastníků a jejich odpovědnosti, standardy, které mají být použity, a postupy, které je třeba dodržovat. Jedná se o živý dokument, který musí být po celou dobu běhu projektu udržován aktuální. Objednatelem schválený plán realizace BIM se stává po podpisu přílohou smlouvy o dílo a je závazný pro všechny účastníky projektu. [38]

Datový standard

Datové standardy jsou pokyny, podle kterých se data popisují a zaznamenávají. Abychom mohli data sdílet, vyměňovat, kombinovat a porozumět jim, musíme standardizovat jejich formát i význam.

V České republice se nyní připravuje Datový standard stavebnictví (DSS) je jednotný jazyk napříč digitalizací ve stavebnictví a zavádění BIM, tak aby byla data o stavbě strojově čitelná a použitelná pro všechny účastníky přípravy, realizace a provozování staveb. Jednotný formát a struktura dat výrazně zefektivní komunikaci a spolupráci nejen lidí, ale zejména softwarů používaných ve stavebnictví. [39]

Existují i jiné datové standardy. Za určitou formu standardu lze považovat IFC [40], přestože to je spíš kontejnerem informací a nemá ambicí datovým standardem být. V lokálních podmínkách také na základě aktivit odborné rady pro BIM (CzBIM) vznikl datový standard SNIM [41], přičemž v současné době se pracuje na jeho propojení

s DSS. Praxe ukazuje, že jednotný datový standard je klíčový pro úspěšnou implementaci BIM, nicméně prostředí BIM je velmi heterogenní a určitá forma transformace nebo mapování datových standardů bude do budoucna běžnou praxí, která by měla být automatizována.

Klasifikační systém

Klasifikační systém je zorganizovaný seznam tříd (databáze), který každé jedné věci přiřazuje jedinečný kód složený z kombinace číslic a písmen. Přičemž své třídy má vše od stavebních entit (tedy druhů staveb) přes vybudované prostory a funkční či technické systémy, až po jednotlivé komponenty. Zajišťuje, že všechny používané aplikace interpretují konkrétní věc stejně. V rámci České republiky se pod záštitou agentury ČAS vyvíjí klasifikační systém CCI. Ten bude umožňovat komunikaci napříč odvětvím i orgány veřejné a státní správy. [42]

6 Postup implementace BIM

Kapitola shrnuje postup implementace BIM na národní úrovni v ČR a v dalších vybraných zemích. Dílčím cílem kapitoly je demonstrovat potřebu řešení tématu na národní úrovni a ve vazbě na všechny účastníky stavebních projektů všeho druhu.

6.1 Postup implementace BIM v České republice

Za implementaci BIM v ČR v současné chvíli odpovídá MPO (které bylo jmenováno gestorem rozhodnutím vlády od 13. 10. 2015). Na základě projednání na vládě 2. 11. 2016 dostalo MPO za povinnost zpracovat koncepci zavedení BIM do 31. 7. 2017. Ta byla schválena 25. 9. 2017 (j.č. 918/17) [43] a od 1. 1. 2018 začala fungovat agentura ČAS, která má na starost koncepci BIM realizovat. Agentura ČAS vydává množství dokumentů, primárně orientovaných na veřejné zadavatele, a spolupracuje s odborníky napříč ČR i zahraničím. Z hlediska zaměření práce je relevantní vydání České smluvní standard jak pro DBB [44] tak DB [45]. V současné době je diskutovaným tématem zavedení povinnosti využívat BIM ve veřejných zakázkách. Tato povinnost byla odložena ve vztahu ke schvalovacímu procesu nového stavebního zákona a bude ji podrobně upravovat nově připravovaný zákon o BIM (aktuálně se předpokládá polovina roku 2023). V době realizace výzkumu se však jednalo o spekulativní informace a použitelné zdroje nebyly oficiálně pro zpracování práce dostupné.

6.2 Příklady postupu implementace BIM v zahraničí

Německo

Stejně jako v případě České republiky je hlavním motivátorem zavedení metodiky BIM do veřejných zakázek snaha o zvýšení produktivity stavebního sektoru. V posledních letech několik významných infrastrukturních projektů výrazně přesáhlo původně stanovený rozpočet. Což poskytlo další výrazný podnět k implementaci BIM. Přední představitelé z oblasti projektování, výstavby a provozu založily v únoru 2015 společnost Planenbauen 4.0 s cílem digitalizace projektování, výstavby a provozu staveb. Planenbauen 4.0 si mimo jiné klade za cíl zavedení metodiky BIM napříč všemi spolkovými zeměmi Německa. Spolkové ministerstvo dopravy a digitální infrastruktury (BMVI) představilo plán BIM Stufenplan [46]; plán pro zavádění BIM do projektů výstavby veřejné infrastruktury. Iniciativa byla rozdělena do tří fází: přípravná

(2015 až 2017), rozšířená pilotní (2017-2020) a od roku 2020 je BIM I. úrovně povinný pro nové infrastrukturní projekty. [47]

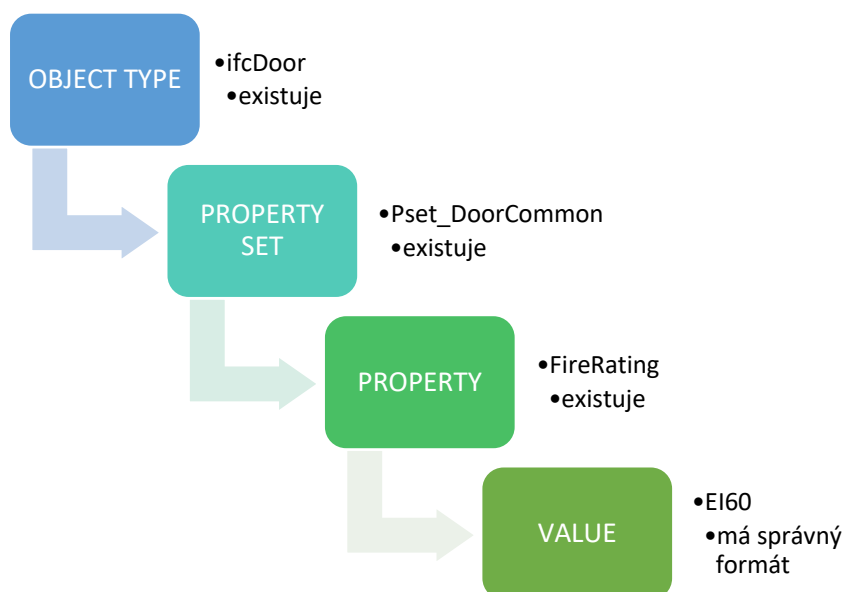
Německý institut pro standardizaci (DIN) založil v dubnu 2015 standardizační komisi BIM (NA005-01-39AA), která sdružuje jednotlivé pracovní skupiny. Svaz německých inženýrů (VDI) ve spolupráci s DIN, vydala rodinu právně závazných norem VDI2552 [48]. Ta je považována za německý BIM standart.

Žádný z dostupných zdrojů [46, 2], neuvádí konkrétní postup hodnocení dodavatelů informačního modelu stavby. Veřejní zadavatelé s nedostatečnými znalostmi by měli pro zadání služeb použít vyjednávací řízení nebo soutěžní dialog s přihlédnutím k platnému zákonu o veřejných zakázkách. Soutěžní dialog je přípustný, pokud veřejný zadavatel není objektivně schopen uvést například technické prostředky, kterými lze uspokojit jeho požadavky.

Norsko

Norsko patří mezi země s vysokou úrovní vyspělosti BIM. V roce 2008 stanovil norský vládní úřad pro zadávání staveb, správu nemovitostí a developerskou činnost (Statsbygg), standardní požadavky na projekty BIM. Od roku 2010 vyžadují všechny projekty Statsbygg používání otevřeného IFC formátu pro celý stavební a provozní cyklus. [49]

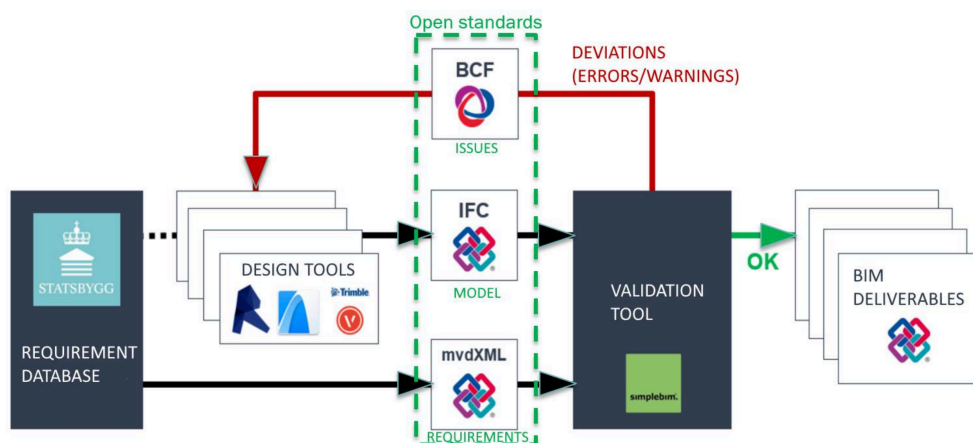
Norská vláda stanovila v roce 2016 svůj národní mandát ke snížení chybovosti, zlepšení koordinace, zvýšení energetické účinnosti svých budov a obecně ke zvýšení efektivity. Společné prohlášení podepsala řada velkých klientů z veřejného sektoru. Patřili mezi ně Norská agentura pro obranné nemovitosti (NDEA), Helse Midt-Norge RHF (Středo-norský regionální zdravotní úřad), Helse Sør-Øst RHF (Jihovýchodní regionální zdravotní úřad) a Statsbygg (Ředitelství pro veřejné stavby a majetek). Norská asociace stavitelů domů (NHA) podpořila přijetí BIM a otevřeného formátu IFC. V roce 2011 vydala příručku BIM pro projektanty obytných budov. [47]



Obrázek 6-1: Proces validace elementu
 zdroj: vlastní zpracování s využitím [50]

Od roku 2015 požaduje Statsbygg BIM pro všechny národní veřejné projekty, přičemž další požadavky na datový standard byly stanoveny v roce 2016. Poslední verze (v. 1.2.1) BIM manuálu byla vydána v roce 2019. Nyní se připravuje nová verze (v. 2.0) manuálu. Ta se zaměřuje zejména na [50]:

- Společné, přesné základní požadavky pro všechny projekty (ale nadále přizpůsobitelné pro individuální potřeby každého projektu), aby se zvýšila kvalita modelu.
- Používání vlastností vospělost, pro lepší komunikaci zamýšleného využití modelu.
- Vyhnout se (a případně odstranit) nepotřebným "spamovým" vlastnostem.
- Automatizovaná validace v softwaru (kde je to proveditelné), prováděné jak projekčním týmem, tak klientem.
- Uvolnění času pro zpracování úkolů, které nelze automatizovat
- Použití otevřených standardů pro model (IFC), předepsaný soubor požadavků (mvdXML) a možnost hlášení chyb zpět do systémů CAD (BCF)



Obrázek 6-2: Proces validace modelu při předání
zdroj: [50]

Příručka obsahuje informace na požadavky informací obsažených v modelu, pokyny pro strukturu modelu (produkt). Neobsahuje pokyny pro proces modelování (jak vytvořit model), požadavky na 2D dokumentaci. Automatická validace je prováděna na úrovni jednotlivých elementů (viz Obrázek 6-1).

Co automatická validace neověřuje:

- Profesionální správnost modelu.
- Profesionální kvalita modelu.
- Zda je objekt zařazen do typu.
- Zda typ objektu v modelu schází.
- Vzájemné vazby mezi objekty. Například dveře patří k dané stěně.
- Detekci kolizí.

Z pohledu zaměření práce je částečně relevantní automatická validace modelu a soubor požadavků ve formátu mvdXML. Ty jsou však dle manuálu využívány pouze ke kontrole modelů při předání modelu (viz Obrázek 6-2). Nikoliv během výběru dodavatele modelu.

Francie

Ve Francii se začalo s postupným zaváděním BIM v roce 2017, s cílem zefektivnit všechny projekty veřejného sektoru. [51]

V roce 2014 byl vytvořen francouzský plán na podporu stavebnictví, jehož cílem bylo urychlit zavádění digitálních nástrojů v celém stavebním odvětví. Plán přechodu získal na tři roky finanční prostředky ve výši dvaceti milionů eur. Francouzská vláda si v reakci na ostatní evropská hnutí klade za cíl mobilizovat a podpořit odvětví

k přijetí digitální revoluce. Nasazením operativních opatření sjednocujících iniciativy, s cílem využít existujících technologií a vytvořit podmínky pro společný prospěch celého odvětví. To vyústilo v založení pracovní skupiny Le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (plán digitální transformace ve stavebnictví), která je zodpovědná za zavedení BIM. Francouzský plán se zaměřuje na vzdělávací programy, které umožní pochopit nástroje spojené s BIM. Objevují se také požadavky na oborový portál, který by zdůraznil hlavní rysy BIM a zpřístupnil je odborné veřejnosti. Příkladem jsou osvědčené postupy, koncepty a strategie, odkazy na software atd. [47]

V reakci na rostoucí potřebu školení v oblasti BIM zahájila univerzita Paris-Tech v září 2014 svou magisterský program zaměřený na BIM. Ve veřejném sektoru zahájila Le Groupe pour l'Education Permanente des Architectes (GEPA) kurz BIM Manager a L'union des architectes (UNSA) vytvořil školu BIM. [47]

Další aktivitou bylo vytvoření Francouzského národního výzkumného projektu MINnD, který spojuje dodavatele, inženýry, dodavatele softwaru, akademickou obec a odborné ústavy. Tento dvouletý program, který vedla francouzská pobočka buildingSMART (AKA Mediaconstruct) a byl financován francouzským ministerstvem průmyslu. Byla zřízena pracovní skupina vedená organizací Le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUC), která vyhodnocuje poznatky o současném stavu běžících BIM projektů. [47]

V roce 2018 byl vydán aktualizovaný plán zavedení Plan BIM 2022. Ten opět připomíná, že podpora této transformace je nedílnou součástí s vládní strategií "Stavět více, lépe a levněji". Návrh zákona ELAN a závazky přijaté vůči stavebnímu průmyslu, vyjadřují snahu, aby se zobecnilo používání BIM ve stavebnictví do roku 2022. [52, 47]

Francii se i přes výraznou podporu vlády stále nepovedlo zavést BIM do běžné praxe. Dle dostupných zdrojů [52, 49, 47] jsou v otázce výběru dodavatele BIM na stejné úrovni jako zbývající státy Evropské unie.

Finsko

Od roku 2001 Finsko uskutečnilo několik pilotních projektů zaměřených na vývoj a studium využití modelů produktů. [53] Konfederace finského stavebnictví se v roce 2002 rozhodla, že BIM bude základním prvkem budoucího směřování finského stavebnictví. Město Helsinky (Odbor nemovitostí), HUS (Nemocniční obvod Helsinky a Uusimaa), Senate Properties a město Vantaa (Odbor nemovitostí) pokyny k projektům BIM pro zadavatele. [47]

V soukromém sektoru působí několik významných společností (např. Skanska Oy, Tekes), které se ujal vedení v práci s informačními modely staveb [54]. Výzkumné organizace a univerzity ve Finsku realizují několik programů zahrnujících zavádění BIM, například Technologická univerzita v Helsinkách a Informační platforma pro inženýrské a stavební projekty (ECPIP) VTT. [53]

Univerzity a polytechnické školy vyučují BIM. Všichni současní studenti stavebnictví a architektury mají možnost BIM studovat. Velké společnosti, jako například Skanska (stavebnictví) a Senaatti (státní klientský úřad), pořádají cílená interní školení na BIM. buildingSMART Finland také publikuje informace o BIM a podporuje své členské společnosti při zavádění procesů založených na BIM. Metodické pokyny InfraBIM (svazek 1-7) byly zveřejněny v roce 2015 společností buildingSMART Finland. První svazky jsou nyní k dispozici v angličtině. Výsledné dokumenty slouží jako obecné technické pokyny pro zadávání veřejných zakázek ve výstavbě. Pokyny jsou doplněny formátem pro výměnu dat Inframodel v. 3 a klasifikačním systémem InfraBIM. Výsledky pilotních projektů InfraBIM jsou k dispozici online, ale v současné době nejsou k dispozici v angličtině. [47]

Finsko je jednou ze zemí, kde je BIM již delší dobu využíván. Jak na úrovni státní správy, tak v soukromém sektoru stavebnictví. Je využíván napříč všemi fázemi realizace projektu. Dostupné metodické pokyny [55, 47] vydané buildingSMART Finland se procesem hodnocení výběru dodavatele informačního modelu nezabývají.

6.3 Dílčí závěry

Z uvedeného je patrné, že téma zavádění BIM je aktuální na celosvětové úrovni. Vzhledem k rozdílnosti národních trhů je však velmi obtížné aplikovat v plné míře poznatky z jiné země na lokální úrovni. To neznamená, že se ze zkušeností jiných zemí nelze poučit. Bez lokální specifické podpory je však zavádění BIM velmi obtížné.

7 Metody multikriteriálního rozhodování

Tato kapitola byla zpracována na základě publikace Rozhodování (vstupní data, významnost kritérií, hodnocení variant) [56] a poskytuje teoretický základ pro volbu vhodné metody multikriteriálního rozhodování k tvorbě modelu hodnocení výběru dodavatele BIM, který je popsán v kapitole 9.

Multikriteriální rozhodování je disciplína operačního výzkumu, která se zabývá analýzou rozhodovacích situací, ve kterých jsou posuzovány rozhodovací varianty podle několika zpravidla navzájem konfliktních kritérií. [57]

Multikriteriální rozhodovací problémy jsou definovány množinou variant, množinou hodnotících kritérií vazbami mezi kritérii a variantami, které umožňují definovat hodnotící funkce a metodou výběru což umožňuje formulovat multikriteriální matematický model.

Jeho součástí musí být možnost vstupu dodatečné informace, kterou jsme zatím nedokázali explicitně definovat, a proto není zahrnuta v základním modelu. Touto dodatečnou informací většinou bývá informace o subjektivních preferencích posuzovatele na množině daných kritérií. To znamená vyjádření přání posuzovatele, kterou variantu upřednostňuje. Zda určování preferencí mezi variantami z hlediska jednotlivých kritérií či určování preferencí mezi kritérii a jejich agregaci, podle toho definuje metodu výběru. [57]

Úlohy multikriteriálního rozhodování jsou klasifikovány většinou podle charakteru množiny rozhodovacích variant následovně [57]:

- multikriteriální hodnocení variant, kdy je množina přípustných variant zadána ve formě konečného seznamu,
- multikriteriální programování, kde je množina přípustných variant vymezena souborem podmínek, které rozhodovací varianty musí splňovat, aby byly přípustné.

Model hodnocení výběru dodavatele BIM je typický příklad konečného seznamu variant. Nadále se kapitola věnuje pouze tématu multikriteriálního hodnocení variant.

7.1 Kritéria hodnocení

Kritéria hodnocení se používají pro stanovení stupně splnění cílů různými variantami řešení. Každému požadavku na řešení odpovídá určité kritérium hodnocení nebo několik kritérií. Každé kritérium musí

mít jasný a jednoznačný smysl, musí být srozumitelné a měřitelné. Jednotlivá kritéria nesmí být duplicitní, to by mělo za důsledek hodnocení daného kritéria vícekrát a mělo by tudíž vícenásobnou váhu.

Soubor kritérií musí zabezpečovat hodnocení variant ze všech podstatných hledisek. Pro jasný výsledek rozhodovacího procesu je zásadní, jakými rozhodovacími kritérii je popsán. Proces tvorby souboru kritérií je subjektivním tvůrčím procesem, na kterém by se měli podílet odborníci podle předmětu hodnocení.

Kritérium je definovaná existující, poznaná nebo nově vznikající potřeba. Je to definovaný projev působení relevantní charakteristiky.

Zásady definování kritérií:

- stručnost definice
- obecnost definice
- úplnost definice

Metody zjišťování kritérií:

- Metoda odborné rozpravy
- Metoda černé skříňky
- Metoda logického řetězce funkcí (FAST)
- Logický strom funkcí (větvený graf)
- Burza nápadů (Brainstorming)
- Metoda 635 (Brainwriting)
- Delfská metoda

Kritéria mohou být měřena přímo v odpovídající jednotce (% , h, W, Kč apod.) nebo pomocí bodů, klasifikační, ordinální škály. Preferenční směr kritérií rozeznáváme rostoucí a klesající. Rostoucí směr preference kritéria znamená, že čím vyšší hodnoty varianta v daném kritériu nabývá, je její hodnocení vyšší. Klesající směr preference kritéria znamená, že čím nižší hodnoty varianta v daném kritériu nabývá, je její hodnocení vyšší.

Každé kritérium musí být specifikováno nejméně jedním parametrem, může se jednat o:

- exaktně měřitelné hodnoty parametrů (kvantitativní, měrné jednotky),
- expertně stanovené hodnoty parametrů (kvalitativní, body).

Parametr může být vyjádřen za použití:

- nominální stupnice,
- ordinální stupnice,
- kvazikardinální stupnice,

- kardinální stupnice.

7.2 Váhy kritérií

Váhy jsou číselným vyjádřením významu a odlišné důležitosti kritérií. S významností kritéria roste jeho váha. Pro stanovení vah kritérií existuje celá řada metod. Aplikací většiny z metod pro jejich stanovení získáme číslo v podobě nenormované váhy, které je potřeba znormalizovat (převést na váhu normovanou). Součet normovaných vah musí být roven 1. Váhy kritérií se normují podle vztahu

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{j=1}^n k_j} \quad (7.1)$$

kde

- v_i – normovaná váha i -tého kritéria,
- k_i – nenormovaná váha i -tého kritéria,
- n – počet kritérií.

Vypočtené váhy kritérií jsou vždy ovlivněny subjektivně:

- jednak volbou metody stanovení,
- jednak osobou hodnotitele.

7.3 Metody stanovení vah kritérií

Existuje celá řada metod, kterými lze stanovit váhy kritérií rozhodování. Z hlediska potřebných informací se dají metody rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou metody, které nevyžadují znalost důsledků variant vzhledem k jednotlivým kritériím rozhodování.

Jsou to:

- metody přímé – hodnotitel určuje přímo nenormované váhy jednotlivých kritérií, jsou to:
 - klasifikace kritérií do tříd,
 - přiřazení bodů ze zvolené bodové stupnice,
 - Metfesselova alokace,
 - hodnotící stupnice s deskriptory,
 - porovnání významu kritérií z jejich preferenčního pořadí
- metody nepřímé – ke stanovení vah kritérií dospěje hodnotitel porovnáním významu všech dvojic kritérií, jedná se o metody:
 - párové porovnání,
 - Saatyho metoda.

Druhou skupinou jsou metody předpokládající znalost důsledků variant. Mezi tyto metody patří:

- regresní metoda,
- kompenzační metoda,
- metoda postupných aproximací.

Z důvodu požadavku metody výběru dodavatele na jednoduchost a srozumitelnost procesu hodnocení výběru dodavatele BIM se bude kapitola nadále zabývat pouze přímými metodami stanovení vah kritérií.

Metoda klasifikace kritérií do tříd

Při použití této metody je třeba stanovit několik tříd kritérií s odlišným významem a každé ze tříd přiřadit určité číslo vyjadřující nenormovanou váhu kritérií zařazených do této třídy (viz Tabulka 7-1).

Tabulka 7-1: Příklad zařazení kritérií do tříd
zdroj: vlastní zpracování

Třída kritérií dle významu	Nenormovaná váha	Kritéria
Velký význam	3	Kritérium 7
		Kritérium 5
		Kritérium 3
Střední význam	2	Kritérium 4
		Kritérium 2
Malý význam	1	Kritérium 6
		Kritérium 1

Následně je potřeba tyto kritéria normalizovat dle vztahu (7.1) (viz Tabulka 7-2).

Tabulka 7-2: Příklad normalizace kritérií
zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Nenormovaná váha	Normovaná váha
Kritérium 1	1	0,07
Kritérium 2	2	0,13
Kritérium 3	3	0,20
Kritérium 4	2	0,13
Kritérium 5	3	0,20
Kritérium 6	1	0,07
Kritérium 7	3	0,20
Součet vah	15	1,00

Metoda přiřazení bodů ze zvolené bodové stupnice

Váha jednotlivých kritérií se při použití této metody stanoví tak, že hodnotitel přiřadí každému kritériu určitý počet bodů ze zvolené stupnice v závislosti na tom, jak hodnotí význam jednotlivých kritérií rozhodování. Můžeme zvolit stupnici s vyšší nebo nižší rozlišovací schopností. Je doporučeno opatřit zvolenou stupnici takzvanými deskriptory, které hodnotiteli usnadní zvolit adekvátní váhu kritéria. Příklad takové stupnice je zobrazen v tabulce (viz Tabulka 7-3).

Tabulka 7-3: Příklad hodnotící stupnice s deskriptory
zdroj: vlastní zpracování

Počet bodů	Deskriptor
0	Zcela nevýznamné
1	Málo významné
2	Průměrně významné
3	Nadprůměrně významné
4	Nejvýznamnější

Následně hodnotitel body přiřadí k jednotlivým kritériím podle významnosti. Následně je potřeba body znormalizovat dle vztahu (7.1) (viz Tabulka 7-4).

Tabulka 7-4: Příklad přiřazení bodů dle stupnice a následné normalizace kritérií
zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Deskriptor	Počet bodů	Normovaná váha
Kritérium 1	Nadprůměrně významné	3	0,23
Kritérium 2	Málo významné	1	0,08
Kritérium 3	Nadprůměrně významné	3	0,23
Kritérium 4	Nejvýznamnější	4	0,31
Kritérium 5	Průměrně významné	2	0,15
Součet vah		13	1,00

Metoda Metfesselova alokace

U této metody má hodnotitel k dispozici 100 bodů a tyto body musí rozdělit mezi jednotlivá kritéria v souladu s jejich významností. Předností metody je možnost jemnějšího rozlišení vah jednotlivých kritérií. Nedostatkem metody je nutnost neustálé kontroly součtu přidělených bodů a snížení rozlišovací schopnosti váhy při velkém

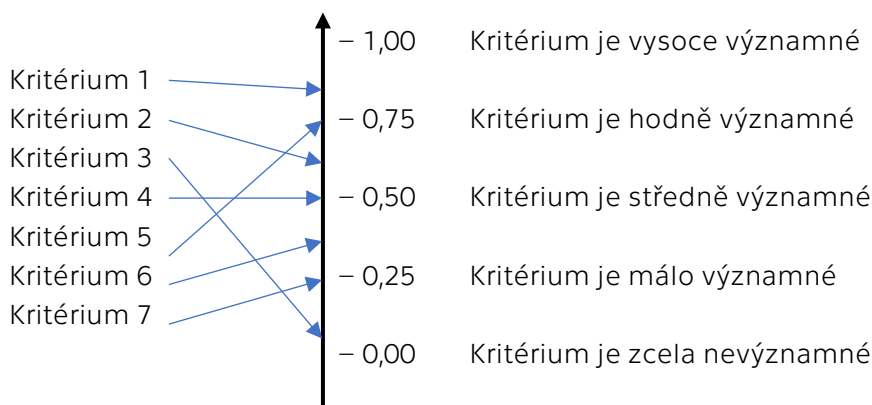
počtu kritérií. Příklad aplikace metody je ilustrován v tabulce (viz Tabulka 7-5). Po rozdělení 100 bodů je potřeba výsledná kritéria normalizovat podle vztahu (7.1), což defacto znamená vydělit 100.

Tabulka 7-5: Příklad Metfesselovy alokace a normalizace kritérií
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Nenormovaná váha	Normovaná váha
Kritérium 1	31	0,31
Kritérium 2	24	0,24
Kritérium 3	7	0,07
Kritérium 4	15	0,15
Kritérium 5	12	0,12
Kritérium 6	2	0,02
Kritérium 7	9	0,09
Součet vah	100	1,00

Metoda hodnotící stupnice

Hodnotitel nejprve vytvoří seznam kritérií a vedle tohoto seznamu vynese hodnotící stupnici. Následně spojuje přímkou jednotlivá kritéria s konkrétním počtem bodů na stupnici v závislosti na usuzovaném významu kritéria. Stupnice může být spojitá, lineární i nelineární, v intervalu od 0 do 1. Dobrá praxe je začátek stupnice a její přírůstky opatřit deskriptory. Obrázek 7-1 zobrazuje příklad přiřazení kritérií hodnotám na stupnici.



Obrázek 7-1: Příklad přiřazení kritérií k hodnotící stupnici
 zdroj: vlastní zpracování

Výsledné hodnoty se poté ze stupnice odečtou a následně normalizují dle vztahu (7.1) (viz Tabulka 7-6).

Tabulka 7-6: Příklad hodnot kritérií z hodnotící stupnice a jejich normalizace
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Hodnota na stupnici	Normovaná váha
Kritérium 1	0,86	0,25
Kritérium 2	0,62	0,18
Kritérium 3	0,15	0,04
Kritérium 4	0,5	0,14
Kritérium 5	0,75	0,21
Kritérium 6	0,36	0,10
Kritérium 7	0,25	0,07
Součet vah	3,49	1,00

Metoda porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí

Stanovení vah kritérií touto metodou se provádí ve dvou krocích, nejprve hodnotitel stanoví preferenční pořadí kritérií a poté určí nenormované váhy kritérií podle porovnání významu jednotlivých kritérií s kritériem nejméně významným. Nejméně významnému kritériu se přiřadí nejnižší váha a hodnotitel určuje, kolikrát jsou jednotlivá kritéria významnější, než kritérium nejméně významné. Takto získané koeficienty významnosti jsou nenormované váhy kritérií. Následně je třeba tyto váhy přepočítat na normované dle vztahu (7.1) (viz Tabulka 7-7).

 Tabulka 7-7: Příklad porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí a následná normalizace
 zdroj: vlastní zpracování

Významnost kritéria	Kritérium	Hodnota na stupnici	Normovaná váha
1.	Kritérium 2	20	0,33
2.	Kritérium 5	14	0,23
3.	Kritérium 7	10	0,17
4.	Kritérium 1	8	0,13
5.	Kritérium 3	5	0,08
6.	Kritérium 4	2	0,03
7.	Kritérium 6	1	0,02
	Součet vah	60	1,00

7.4 Hodnota varianty

Hodnota varianty je vyjádřením toho, jak varianta naplňuje hodnotící kritéria. Ve většině případů se stanovuje jako vážený součet dílčích ohodnocení kritérií u jednotlivých variant podle vztahu

$$H^j = \sum_{i=1}^n v_i h_i^j \quad (7.2)$$

kde

- H^j – hodnota j -té varianty pro $j=1, 2, \dots, m$,
- v_i – normovaná váha i -tého kritéria,
- h_i^j – dílčí hodnota i -tého kritéria j -té varianty,
- n – počet kritérií,
- m – počet variant.

Na základě hodnoty variant se stanovuje jejich pořadí, nejvýše hodnocená varianta je variantou preferovanou.

7.5 Metody multikriteriálního hodnocení

Volba metody multikriteriálního hodnocení variant by měla vycházet především z povahy řešeného problému a jeho významu.

poskytuje přehled a rozdělení jednotlivých metod multikriteriálního hodnocení.

Tabulka 7-8: Přehled metod multikriteriálního hodnocení
 zdroj: vlastní zpracování s využitím [56]

	Převážně kvantitativní kritéria	Převážně kvalitativní kritéria
Problém značného významu	Multikriteriální funkce utility Metoda vzdálenosti od fiktivní varianty	Metody založené na prazích citlivosti Saatyho metoda
Problém menšího významu	Metoda lineárních dílčích funkcí utility Metoda bazické varianty Metoda PATTERN Metoda vzdálenosti od fiktivní varianty	Metoda přímého expertního ohodnocování variant Metoda váženého pořadí

Rozdíl metod vyplývá z odlišných způsobů stanovení dílčích hodnocení. Předností jednoduchých metod je jejich snadná pochopitelnost, srozumitelnost pro uživatele, malá náročnost na informace. Jednoduché metody stanovení hodnoty variant patří

k nejčastěji aplikovaným metodám multikriteriálního hodnocení variant při řešení rozhodovacích problémů.

Jelikož se v případě hodnocení dodavatele BIM jedná o kvalitativní kritéria a jedním z požadavků je srozumitelnost pro klienta, bude se kapitola nadále zabývat pouze Metodou váženého pořadí a Metodou přímého expertního ohodnocování variant.

Metoda váženého pořadí

Metoda váženého pořadí stanovuje celkovou hodnotu varianty jako vážený součet dílčích ohodnocení na základě jejich pořadí v jednotlivých kritériích dle vztahu (7.2), kde se dílčí hodnota h_i^j každé varianty vypočte ze vztahu

$$h_i^j = m + 1 - p_i^j \quad (7.3)$$

kde

- m – počet variant,
- p_i^j – pořadí j -té varianty v i -tém kritériu,

Tabulka 7-9 znázorňuje příklad určení pořadí jednotlivých variant.

Tabulka 7-9: Příklad přiřazení pořadí variantám v jednotlivých kritériích
zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Kritérium 1	1.	2.	3.
Kritérium 2	2.	3.	1.
Kritérium 3	1.	2.	3.
Kritérium 4	3.	1.	2.
Kritérium 5	2.	1.	3.
Kritérium 6	3.	2.	1.
Kritérium 7	1.	3.	2.

Dílčí ohodnocení se vypočte dle vztahu (7.3) (viz Tabulka 7-10).

Tabulka 7-10: Příklad převodu na body přiřazené v jednotlivých kritériích
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Váha v_i	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Kritérium 1	0,25	3	2	1
Kritérium 2	0,18	2	1	3
Kritérium 3	0,04	3	2	1
Kritérium 4	0,14	1	3	2
Kritérium 5	0,21	2	3	1
Kritérium 6	0,10	1	2	3
Kritérium 7	0,07	3	1	2

Následně se aplikací vztahu (7.2) stanoví pořadí variant (viz Tabulka 7-11).

 Tabulka 7-11: Příklad pořadí variant dle hodnoty
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Kritérium 1	0,75	0,5	0,25
Kritérium 2	0,36	0,18	0,54
Kritérium 3	0,12	0,08	0,04
Kritérium 4	0,14	0,42	0,28
Kritérium 5	0,42	0,63	0,21
Kritérium 6	0,1	0,2	0,3
Kritérium 7	0,21	0,07	0,14
Hodnota	2,1	2,08	1,76
Preferenční pořadí	1.	2.	3.

Bodovací metoda s vahami

U této metody určuje ohodnocení kritérií u jednotlivých variant přímo hodnotitel, zpravidla přiřazením bodů ze zvolené bodové stupnice. Nejčastěji se používá 10-ti bodová stupnice (lze však rovněž použít stupnici 100 bodovou nebo stupnici 0 až 1). Hodnotitel na základě svých preferencí přiřazuje hodnotám, kterých varianty dosahují (číslo, slovní popis), určité počty bodů ze zvolené stupnice (může se jednat o bodovou stupnici s deskriptory). Hodnotitel má možnost respektovat nelinearitu závislostí dílčích ohodnocení variant na jejich hodnotách, potřebuje mít však k dispozici kvalitní informace.

Bodovací metoda s vahami stanovuje celkovou hodnotu variant jako součet dílčích ohodnocení variant $j = 1$ až m vzhledem k jednotlivým kritériím dle vztahu (7.2),

kde

h_i^j – dílčí ohodnocení j -té varianty v i -tém kritériu, tzn. počet bodů přidělený variantě v daném kritériu.

Příklad bodovací stupnice (viz Tabulka 7-12)

Tabulka 7-12: Příklad bodovací stupnice s deskriptory
zdroj: vlastní zpracování s využitím [56]

Počet bodů	Deskriptor
0	Varianta vůbec neplní kritérium
1	Mimořádně špatné plnění
2	Velmi špatné plnění
3	Špatné plnění
4	Velmi slabé plnění
5	Přijatelné plnění
6	Dobré plnění
7	Velmi dobré plnění
8	Velmi kvalitní plnění
9	Vynikající plnění (etalon optima)

Nyní se může bodovací stupnice aplikovat na příslušné varianty (viz Tabulka 7-13).

Tabulka 7-13: Příklad bodování variant v jednotlivých kritériích
zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Váha v_i	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Kritérium 1	0,25	9	6	3
Kritérium 2	0,18	7	8	3
Kritérium 3	0,04	6	5	6
Kritérium 4	0,14	8	6	2
Kritérium 5	0,21	2	6	4
Kritérium 6	0,10	1	2	3
Kritérium 7	0,07	3	1	2

Následně se hodnoty spočítají dle vzorce (7.2) a určí se vítězná varianta (viz Tabulka 7-14).

Tabulka 7-14: Příklad pořadí variant dle hodnoty
zdroj: vlastní zpracování

Kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Kritérium 1	2,25	1,5	0,75
Kritérium 2	1,26	1,44	0,54
Kritérium 3	0,24	0,2	0,24
Kritérium 4	1,12	0,84	0,28
Kritérium 5	0,42	1,26	0,84
Kritérium 6	0,1	0,2	0,3
Kritérium 7	0,21	0,07	0,14
Hodnota	5,6	5,51	3,09
Preferenční pořadí	1.	2.	3.

7.6 Hodnota varianty jako poměr užitku a ceny

Matematicky lze definovat poměr užitku a ceny dle vztahu

$$H^j = \frac{\sum_{i=1}^n v_i h_i^j}{C^j} \quad (7.4)$$

kde

- H^j – hodnota j -té varianty pro $j=1, 2, \dots, m$,
- v_i – normovaná váha i -tého kritéria,
- h_i^j – dílčí hodnota i -tého kritéria j -té varianty (kromě ceny nebo nákladů), například počet bodů přidělených nabídce v daném kritériu,
- C^j – cena (nebo náklady) j -té varianty,
- n – počet kritérií,
- m – počet variant.

8 Stanovení kritérií BIM pro aplikaci multikriteriálního rozhodování k výběru dodavatele

Kapitola prezentuje jednu z klíčových částí výzkumu, kdy došlo k aplikaci předpokladů pro realizaci multikriteriálního rozhodování na vybrané téma BIM (v tomto případě databázi užití BIM, zpracovanou v rámci činnosti ČAS). Cílem kapitoly je demonstrovat možnost využití nástroje multikriteriálního rozhodování k řešení problému výběru dodavatele. Jednou z velkých překážek hodnocení je totiž správné stanovení kritérií.

8.1 Užití BIM

Dle BIM Dictionary [18] je užití BIM definováno jako:

„Zamýšlené nebo očekávané výstupy projektu, vzešlé ze spolupráce, z generování modelů a z jejich propojování s externími databázemi. Užití modelu reprezentuje interakci mezi uživatelem a modelovacím systémem za účelem generování výstupů založených na modelu.“

Objednatel by měl vyžadovat pouze taková užití BIM, které mu přináší užitek, a nenutil projektový tým měnit své interní procesy, pokud to pro objednatele nebo stavbu nemá žádnou přidanou hodnotu. Nevhodně vybrané užití mohou ztížit proces navrhování a výstavby nebo zvýšit náklady na projekt. [58]

Sestavení výzkumem prezentovaného modelu navazuje na činnost agentury ČAS, jejíž expertní skupina publikovala Analýzu užití BIM [59]. Obsahem analýzy je databáze užití, kterou lze volně použít za různými účely. Přestože v dnešním kontextu se může jevit databáze zastaralá nebo neúplná, je jedním z mála oficiálních výstupů tohoto typu. Obdobným způsobem by bylo možné aplikovat v práci prezentovanou metodiku i na jinou databázi, která by splňovala na ní kladené požadavky. Výtah z databáze, který sloužil jako výchozí bod výzkumu je připojen k práci formou přílohy.

8.2 Vazba multikriteriálního rozhodování na užití BIM

V kontextu multikriteriálního rozhodování může být jako kritérium hodnocení dodavatele dobře použitelné užití BIM (viz Kapitola 7.1). Aby model hodnocení fungoval co nejlépe, je potřeba, aby kritéria

(v tomto případě užití BIM) měla co nejmenší granulitu (viz Kapitola 7.1).

Za tímto účelem byla provedena analýza. Jejím cílem bylo expertní hodnocení, za jakých okolností dojde k realizaci užitku jednotlivých užití BIM v dané fázi projektu.

Ze seznamu 61 užití BIM bylo identifikováno 53 užití BIM vhodných pro sestavení multikriteriálního modelu hodnocení výběru dodavatele. To je blíže vysvětleno v kapitole 9.2.

8.3 Zpracování přehledu užití BIM

Aby bylo možno sestavit model hodnocení založený na užití BIM, musel být nejprve zpracován přehled užití BIM jako kritérií pro sestavení modelu.

Pro všechna užití BIM byl vytvořen:

- **Popis** – Stručné vysvětlení, čeho se dané užití v rámci problematiky BIM týká. Má za úkol pomoci uživatelům modelu a nástroje porozumět významu daného užití.
- **Příklady užitku** – Příklady benefitů, které z užití BIM na projektu plynou.
- **Požadavky k realizaci užití** – Příklady softwarového a hardwarového vybavení, kterým musí účastníci projektu disponovat k realizaci užitku.
- **Kvalifikace** – Popis kvalifikace, kterou musí dodavatel splňovat k realizaci užitku.
- **Prokázání kvalifikace** – Zde je uvedeno, jakým způsobem by měl dodavatel demonstrovat plnění daného užitku.
- **Hodnocení kvalifikace** – Slovní popis jasně stanovených mezních kritérií hodnocení.

Hodnocení kvalifikace

Hodnocení kvalifikace tvoří základ pro vytvoření fungujícího modelu hodnocení výběru dodavatele BIM. Stanovení mezních kritérií hodnocení bylo provedeno dle jasných pravidel (viz Tabulka 8-1).

Tabulka 8-1: Stanovení mezních kritérií
 zdroj: vlastní zpracování

Deskriptor	Mezní pravidlo hodnocení kvalifikace
Spĺňuje	Dodavatel demonstroval splnění zcela dle požadavků kvalifikace.
Spĺňuje s výhradami	Dodavatel splnil. Jím demonstrováné řešení umožňuje realizaci užití na projektu. Neprokázal však dostatečnou kvalifikovanost užití realizovat bez pomoci ze strany objednatele.
Nesplňuje	Dodavatel neprokázal kvalifikaci.

Pro usnadnění orientace je nejprve umístěn přehled užití s odkazem na umístění v rámci práce. (viz Tabulka 8-2)

 Tabulka 8-2: Přehled užití BIM
 zdroj: vlastní zpracování

Id. užití	Název užití	Strana
1	Konkrétní analýza užití BIM Následuje konkrétní analýza všech užití BIM, dle metodiky popsané v kapitole 8.3. Tvorba návrhu	46
2	Vytvoření architektonického modelu	48
3	Vytvoření modelu elektroinstalací	49
4	Vytvoření modelu TZB	51
5	Vytvoření statického modelu	52
6	Umístění stavby do geoprostoru	53
7	Distribuce informací a řízení dat v rámci projektu (část CDE)	54
8	Průzkumy, zaměření, veřejné registry	56
9	Laserové skenování	57
10	Fotogrammetrie	58
11	Prokázání investičního záměru	59
12	Klientské vyhodnocení	60
13	Vizualizace do 2D formátu	61
14	Simulace ve virtuální realitě	62
15	Simulace v rozšířené realitě	63
16	Vytváření výkresové dokumentace	64
17	Prostorová koordinace	65
18	Kontrola struktury modelu	66
19	Kontrola obsahu modelu	67
20	Analýza úniku osob	68

21	Analýza bezbariérového přístupu	69
22	Zanášení změn do KN	70
23	Provozní optimalizace energetické náročnosti (netýká se návrhu)	71
24	Vyhodnocení z hlediska dopadu na životní prostředí	72
25	Analýza akustiky	73
26	Analýza realizační ceny	73
27	Analýza denní osvětlenosti (a prosluněnosti)	74
28	Výkaz množství	76
29	Vyhodnocení z hlediska DOSS	76
30	Vyhodnocení z hlediska ostatních závazných parametrů řízení	77
31	Vyhodnocení z hlediska požadované certifikace	78
32	Analýza nákladů životního cyklu (LCC)	79
33	Model požárně bezpečnostního řešení	80
34	Simulace průběhu požáru	81
35	Simulace průběhu výstavby	82
36	Generování časového plánu výstavby	83
37	Prefabrikace (modularizace)	84
38	Analýza energetické náročnosti (v návrhu)	85
39	Analýza statiky stavby	86
40	Analýza zařízení elektro	87
41	Analýza TZB	88
42	Analýza zabezpečení objektu	89
43	Generování plánu údržby budovy	89
44	Vytvoření plánu krizových/havarijních situací	90
45	Předání stavby nebo dílčích plnění	91
46	Management prostor	92
47	Integrace s podnikovými systémy	93
48	Integrace se systémy pro správu a údržbu	94
49	Řízení vnitřního prostředí	95
50	Vytvoření modelu technologií pro budovy (mimo TZB)	97
51	Distribuce informací a řízení dat vně projektu (jako části CDE)	97
52	Analýza osvětlení	98
53	Doložení informací o konstrukcích a výrobcích	99

8.4 Konkrétní analýza užití BIM

Následuje konkrétní analýza všech užití BIM, dle metodiky popsané v kapitole 8.3.

Tvorba návrhu

Popis:

Během všech fází projektu umožňují modelační nástroje flexibilně iterovat návrh. Pomocí hmotové studie můžeme nalézt optimální podobu návrhu. Optimalizace orientace ke světovým stranám, existující zástavbě, napojení inženýrských sítí je pouze několik příkladů využití modelu v počátcích tvorby návrhu. Každá další navazující fáze projektu rozšiřuje možnosti návrhu s cílem postupného upřesňování finální podoby stavby. [60]

Příklady užitku:

- detailněji optimalizovaný návrh
- jednodušší produkce alternativních návrhů

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- datový standard
- klasifikační systém

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán, ale neodpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Vytvoření architektonického modelu



Obrázek 8-1: Ukázka architektonického modelu
zdroj: vlastní zpracování

Popis:

Architektonický model je u pozemních staveb ve většině případů používán jako hlavní referenční model. Dle něj se vytvářejí další profesní modely. Může být dále dělen na menší celky, dle velikosti a datové náročnosti modelu. Obvykle obsahuje minimálně kompletní hrubou stavbu. Běžněji kompletní stavební část, bez instalací. V případě skeletových konstrukcí bývá zvykem ještě vyčlenit samostatně model statický. U menších staveb mohou být profese přímo součástí jednoho modelu. Běžnější a praktičtější řešením je však vytvářet modely samostatně a připojovat nejčastěji pomocí referencí ke koordinačnímu modelu. [61]

Příklady užitku:

- základní model pro koordinaci všech ostatních profesí
- výkaz výměr
- včasné řešení kolizí
- možnost kontroly požadavků stavebních norem a předpisů
- jako podklad pro CAFM
- podklad pro přestavby, rekonstrukce, demolice

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- datový standard
- klasifikační systém

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu profese byl dodán, ale nesplňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Vytvoření modelu elektroinstalací

Popis:

Model profese. Běžně obsahuje silnoproudé elektro technologie. Běžně se modelují pouze hlavní kabelové trasy a koncové prvky. Jeho součástí může být i slaboproud a další technologické systémy, běžněji jsou vyčleněny do samostatných modelů. [62]

Příklady užitku:

- model pro koordinaci profese s ostatními profesemi
- výkaz výměr
- může sloužit jako podklad pro CAFM

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- datový standard
- klasifikační systém

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby



Obrázek 8-2: Ukázka modelu elektroinstalací
zdroj: vlastní zpracování

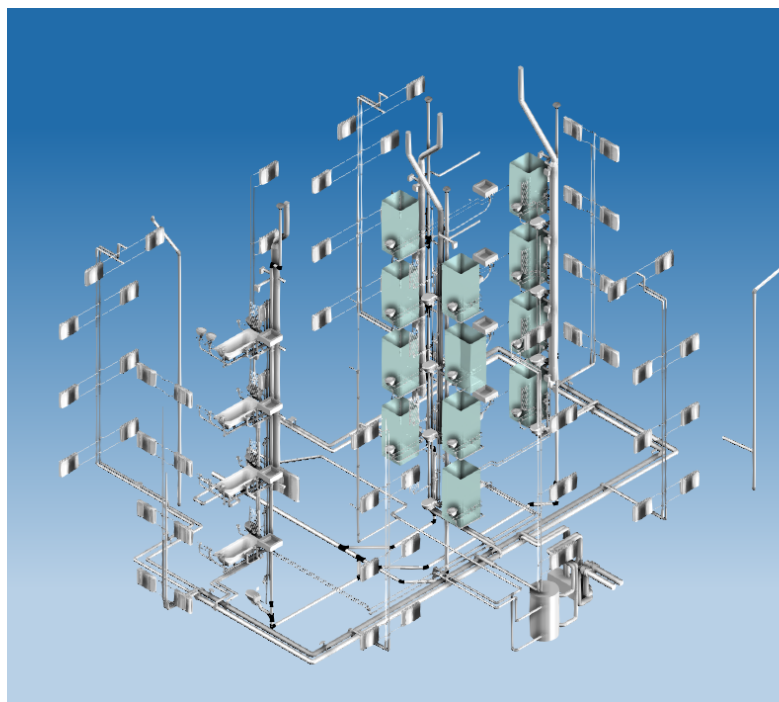
Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti.

Nespĺňuje – Vzorek nebyl dodán.

Vytvoření modelu TZB



Obrázek 8-3: Ukázka modelu TZB
zdroj: vlastní zpracování

Popis:

Model profese. Běžně obsahuje rozvody TZB. Tento model obsahuje běžně rozvody pitné, případně užitkové vody, dále kanalizace, otopné soustavy, vzduchotechniky. Dle potřeby může obsahovat i další technologie budovy. Jednotlivé instalace mohou být dle potřeby děleny na samostatné dílčí modely. [63]

Příklady užitku:

- model pro koordinaci profese s ostatními profesemi
- výkaz výměř
- může sloužit jako podklad pro CAFM

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- datový standard
- klasifikační systém

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu profese byl dodán, ale nesplňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Vytvoření statického modelu

Popis:

Model profese. Tvoří se pro skeletové nosné konstrukce. Nejčastěji pro stavby s nosnou konstrukcí z železo-betonu, oceli, dřeva a dalších materiálů. Jedná se o model nosné konstrukce budovy. [64]

Příklady užitku:

- model pro koordinaci nosného systému s ostatními profesemi
- výkaz výměr
- může sloužit jako podklad pro CAFM
- optimalizace statického návrhu konstrukčního systému budovy

Požadavky k realizaci užití:

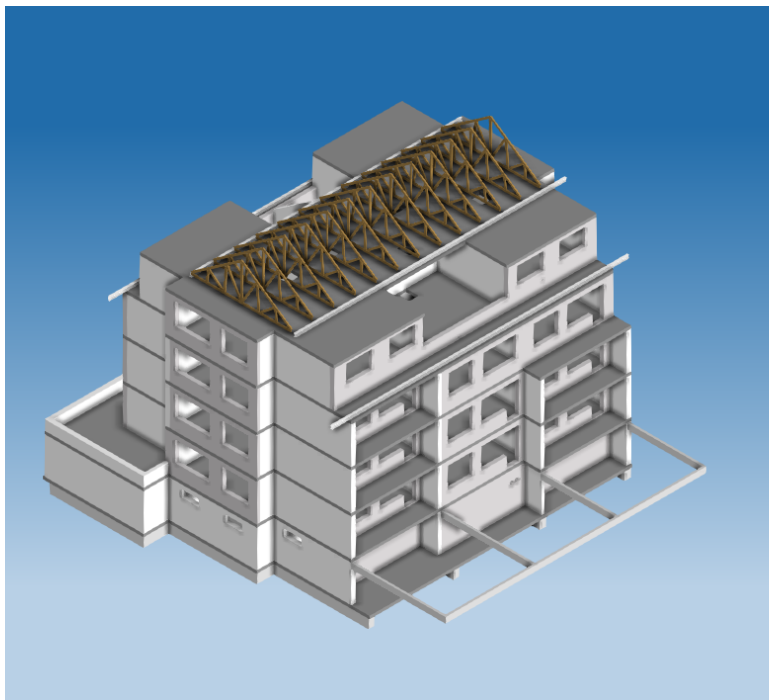
- modelovací nástroj
- datový standard
- klasifikační systém

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby



Obrázek 8-4: Ukázka modelu statiky
zdroj: vlastní zpracování

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti.

Nespĺňuje – Vzorek nebyl dodán.

Umístění stavby do geoprostoru

Popis:

Modely stavby se mohou umístit do souvislosti s okolím například v rámci digitálního vystavěného prostředí. V případě, že není dostupný model okolí stavby, musí se tento model v rámci procesu přípravy vytvořit. [62]

Příklady užitku:

- model můžeme koordinovat s okolím budovy
- optimalizace připojení stavby na sítě infrastruktury
- usnadnění povolovacích procesů
- analýza oslunění a tepelně technické analýzy stavby

Požadavky k realizaci užití:

- souřadnice umístění stavby
- dostatečně podrobné zaměření požadovaného okolí stavby
- modelovací nástroj
- model okolí stavby
- analytické nástroje

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a byl umístěn v požadovaném souřadnicovém prostoru.

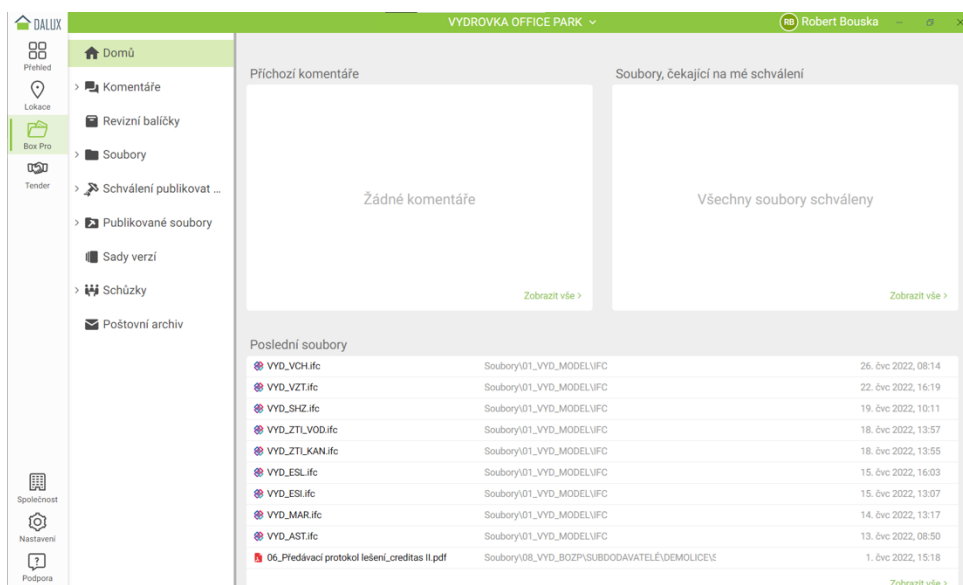
Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán, ale nebyl umístěn v požadovaném souřadnicovém prostoru.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Distribuce informací a řízení dat v rámci projektu (část CDE)

Popis:

CDE (společné datové prostředí) je jeden ze základních kamenů metodiky BIM. Slouží ke sdílení aktuálních informací mezi účastníky projektu. Použití CDE (společné datové prostředí) zpřehledňuje práci na projektu. Umožňuje zlepšení koordinace jednotlivých procesů. Zaznamenává všechna rozhodnutí a postupný vývoj projektu. Rovněž zajišťuje dostupnost potřebných informací všem zainteresovaným stranám. Funguje jako centrální uložisko všech dokumentů a modelů stavby. [65]



Obrázek 8-5: Ukázka CDE
zdroj: vlastní zpracování

Příklady užítku:

- snadná dostupnost a distribuce informací o výstavbovém projektu
- přehlednější řízení výstavbového projektu
- snadnější kontrola nákladů výstavbového projektu

Požadavky k realizaci užítí:

- nástroj CDE
- požadavky co musí CDE splňovat

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v CDE

Prokázání kvalifikace:

- popsat zvolený/referenční nástroj CDE do BEP

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Zvolený/referenční nástroj CDE byl popsán do BEP a splňuje požadavky zadání.

Splňuje s výhradami – Zvolený/referenční nástroj CDE byl popsán do BEP, ale některé požadované funkce (popisy funkcí) chybí.

Nesplňuje – Zvolený/referenční nástroj CDE nebyl popsán do BEP.

Průzkumy, zaměření, veřejné registry

Popis:

Použití dalších informačních zdrojů a dostupných informací, které lze využít jako podkladu k návrhu a realizaci stavby. Zdrojem těchto informací mohou být geoinformační systémy. Můžeme použít data dostupná z katastru nemovitostí. Zaměření pomocí totálních stanic zpřesňuje dostupné podklady pro návrh stavby. Tyto informace mohou být začleněny přímo do modelu a využity k optimálnějšímu a efektivnějšímu návrhu stavby. Po dokončení stavby mohou být informace z modelu přeneseny do GIS. [66]

Příklady užítku:

- efektivnější využití dostupných informací
- přesnější podklad pro návrh stavby
- efektivnější získání informací pro tvorbu modelu z geografických informačních systémů

Požadavky k realizaci užití:

- přístup do informačních systémů veřejné správy
- software pro zpracování zaměřených bodů
- informace z GIS
- data z totální stanice

Kvalifikace:

- schopnost pracovat s daty z totálních stanic
- schopnost pracovat s GIS

Prokázání kvalifikace:

- vzorek terénu vymodelovaného z mračna bodů

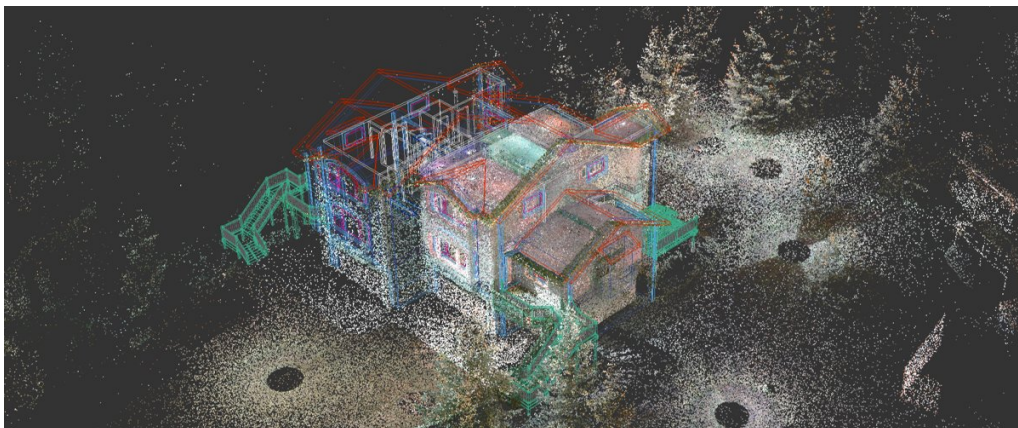
Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu terénu byl dodán a obsahuje připojené mračno bodů.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu terénu byl dodán, ale nebyl vymodelován na základě mračna bodů.

Nesplňuje – Vzorek terénu nebyl dodán.

Laserové skenování



Obrázek 8-6: Ukázka mračna bodů
zdroj: [67]

Popis:

Zaměření pomocí laserového skenování zpřesňuje dostupné podklady pro návrh stavby. Technologie LIDAR využívá laseru, který vysokou rychlostí zaznamenává pomocí odrazu vzdálenost od jednotlivých povrchů. Z mračna bodů je možno generovat například 3D model terénu, který může sloužit jako reference k tvorbě BIM modelu. Tyto informace mohou být začleněny přímo do modelu a využity k optimálnějšímu a efektivnějšímu návrhu stavby. Laserové skenování dokončené stavby může sloužit pro kontrolu vůči DPS/RDS modelu a posloužit jako podklad pro tvorbu modelu DSPS. [68]

Příklady užitku:

- rychlejší tvorba zaměření stávajícího stavu
- přesnější podklad pro návrh stavby
- přesnější dokumentace dokončené stavby
- podklad pro tvorbu modelu DSPS

Požadavky k realizaci užití:

- pozemní LIDAR skener
- dron s LIDAR skenerem
- software pro zpracování mračen bodů

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v softwarech s mračnem bodů

Prokázání kvalifikace:

- vzorek zpracování mračna bodů z LIDAR skeneru

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vyčištěný vzorek mračna bodů generovaného pomocí LIDAR skeneru.

Splňuje s výhradami – Dodán nevyčištěný vzorek mračna bodů generovaného pomocí LIDAR skeneru.

Nesplňuje – Vzorek mračna bodů nebyl dodán.

Fotogrammetrie



Obrázek 8-7: Ukázka fotogrammetrie
zdroj: [69]

Popis:

Fotogrammetrie je metoda generování 3D modelu objektu pomocí série fotografií. Tyto fotografie musí být v dostatečné kvalitě a musí být pořízeny z dostatečného množství směrů zacíleny na oblast či objekt, jehož model chceme následně vygenerovat pomocí speciálního softwaru. [70]

Příklady užitku:

- rychlejší tvorba zaměření stávajícího stavu
- přesnější podklad pro návrh stavby
- přesnější dokumentace dokončené stavby
- podklad pro tvorbu modelu DSPS

Požadavky k realizaci užití:

- 360° fotoaparát
- dron s fotoaparátem

- software pro generování fotogrammetrického modelu z fotografií

Kvalifikace:

- schopnost pilotování dronu
- schopnost pracovat v softwarech pro generování fotogrammetrických modelů

Prokázání kvalifikace:

- vzorek 3D modelu generovaného pomocí fotogrammetrie

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek 3D modelu generovaného pomocí fotogrammetrie s požadovanou úrovní detailu.

Splňuje s výhradami – Dodán vzorek 3D modelu generovaného pomocí fotogrammetrie bez požadované úrovně detailu.

Nesplňuje – Vzorek 3D modelu generovaného pomocí fotogrammetrie nebyl dodán.

Prokázání investičního záměru

Popis:

Použití modelu k hodnotové analýze. [71]

Příklady užitku:

- podklad pro ověření návratnosti investice
- výběr vhodného materiálového řešení
- výběr vhodného konceptu řešení

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat dodáním vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán, ale neodpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Klientské vyhodnocení

Popis:

Použití modelu k hodnotové analýze. [71]

Příklady užitku:

- model jako podklad pro investora pro klientské vyhodnocení

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat dodáním vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán, ale neodpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Vizualizace do 2D formátu



Obrázek 8-8: Ukázka fotorealistické vizualizace
zdroj: [72]

Popis:

Použití modelu ke generování fotorealistických 3D vizualizací stavby.
[73]

Příklady užitku:

- rychlejší generování vizualizací přímo z modelu, bez potřeby vše přemodelovat
- vzájemná synchronizace jednotlivých pohledů generovaných z modelu
- snadnější komunikace navrhovaného řešení klientovi
- marketing

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj schopný generovat fotorealistické 3D vizualizace výstavbového projektu

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost generovat fotorealistické 3D vizualizace výstavbového projektu

Prokázání kvalifikace:

- vygenerovat fotorealistickou 3D vizualizaci ze vzorku modelu

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek fotorealistické 3D vizualizace generované z modelu.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Simulace ve virtuální realitě

Popis:

3D model je součástí počítačem generovaného interaktivního prostředí. Uživatelé jsou do daného prostředí naprosto ponořeni pomocí speciálních stereoskopických brýlí, nebo multiprojekční místnosti (tzn. jeskyně). [74]

Příklady užitku:

- snadnější komunikace mezi jednotlivými profesemi
- interaktivní představení návrhu výstavbového projektu investorovi
- marketing

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- nástroj pro zobrazení modelu ve virtuální realitě
- hardware pro zvolenou technologii virtuální reality

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s nástroji pro zobrazení modelu ve virtuální realitě

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat zvolené řešení na vzorku modelu, nebo popsat zvolené řešení do BEP

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Demonstrované/popsané řešení splňuje požadavky zadání.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Simulace v rozšířené realitě

Popis:

Užití modelu, při němž 3D modely (ve spojení s dalšími technologiemi) umožňují uživatelům nahlížet na virtuální objekty zobrazované nad fyzickými objekty nebo místy. Na rozdíl od Simulací ve virtuální realitě je rozšířená realita (AR) pouze částečně virtuální a umožňuje tedy propojení vizuální stránky virtuálních a fyzických objektů do jednoho zobrazení. Rozšířená realita je typicky zobrazována s využitím ručních zobrazovacích zařízení, přenosných zařízení, hologramů a projekcí. [75]

Příklady užitku:

- snadnější komunikace mezi jednotlivými profesemi
- kontrola v průběhu výstavby, umístění virtuálních objektů do reálného prostoru stavby
- interaktivní představení návrhu výstavbového projektu investorovi
- marketing

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- nástroj pro zobrazení modelu v rozšířené realitě
- hardware pro zvolenou technologii rozšířené reality

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s nástroji pro zobrazení modelu v rozšířené realitě

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat zvolené řešení na vzorku modelu, nebo popsat zvolené řešení do BEP

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Demonstrované/popsané řešení splňuje požadavky zadání.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Vytváření výkresové dokumentace

Popis:

Použití modelu ke generování 2D výkresové dokumentace. [76]

Příklady užitku:

- rychlejší generování kompletní 2D dokumentace
- vzájemná synchronizace jednotlivých pohledů generovaných z modelu
- rychlejší úpravy a optimalizace hotového řešení
- instantní změna měřítko a úroveň detailu 2D dokumentace

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj schopný generovat 2D dokumentaci, výkazy výměr a legendy dle platné vyhlášky
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost tvořit výkazy výměr a legendy z modelu
- znalost legislativních požadavků dané úrovně 2D dokumentace

Prokázání kvalifikace:

- vygenerovat 2D dokumentaci ze vzorku modelu

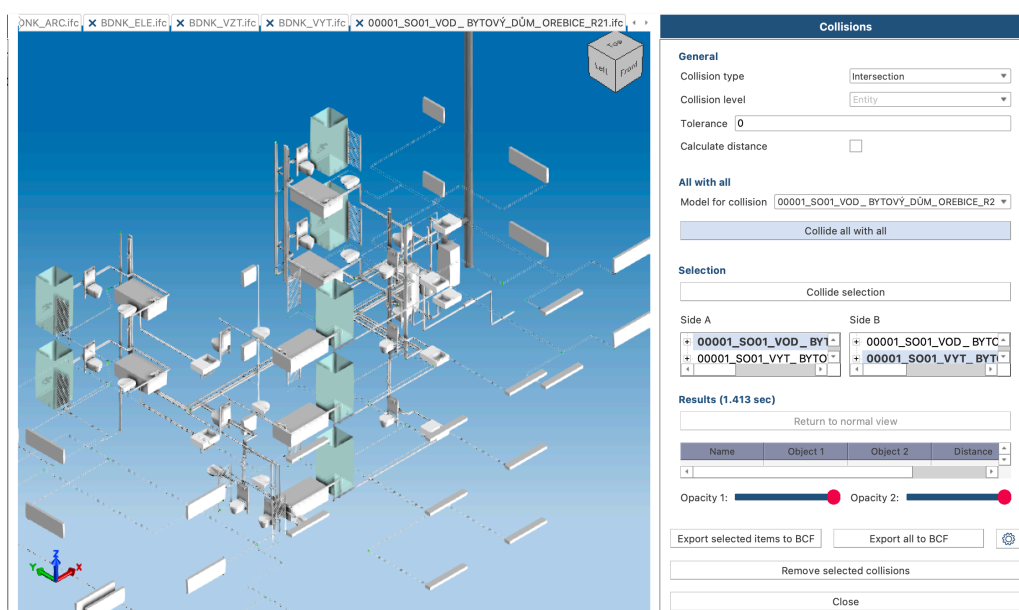
Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek 2D dokumentace generované z modelu v cílovém stupni projektové dokumentace dle platné vyhlášky.

Splňuje s výhradami – Vzorek 2D dokumentace generovaný ze vzorku modelu.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Prostorová koordinace



Obrázek 8-9: Ukázka kontroly kolizí
zdroj: vlastní zpracování

Popis:

Užití modelu reprezentující, jak jsou 3D modely využívány pro koordinaci umístění objektů při zohlednění jejich prostorových požadavků (například umístění ovládacích panelů a zajištění dostatečného prostoru pro přístup k nim) v rámci 3D prostoru. Snaha předcházet prostorovým překryvům a významovým konfliktům mezi jednotlivými dílčími modely vytvořenými různými disciplínami. Předcházení kolizím je důležitá část prostorové koordinace a může být testována pomocí nástrojů pro detekci kolizí. [77]

Příklady užitku:

- dílčí modely profesí můžeme navzájem koordinovat v 3D prostoru

- přesnější dokumentace a s tím související menší výskyt problémů během výstavby

Požadavky k realizaci užití:

- modelovací nástroj
- analytické nástroje pro koordinaci a detekci kolizí
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizí ve formátu BCF

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizí ve formátu BCF.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Kontrola struktury modelu

Popis:

Provádění kontrol struktury modelu se zaměřuje na ověření správně vymodelovaných konstrukcí. Snaha předcházet prostorovým překryvům a významovým konfliktům mezi jednotlivými dílčími modely vytvořenými různými disciplínami. Informační model může být testován pomocí nástrojů pro detekci kolizí. Takto ověřený model je důvěryhodným podkladem pro tvorbu výkazů výměr. [77]

Příklady užitku:

- ověřený informační model stavby
- přesnější dokumentace a s tím související menší výskyt problémů během výstavby

Požadavky k realizaci užití:

- analytický nástroj pro detekci kolizí
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizí ve formátu BCF

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizí ve formátu BCF.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Kontrola obsahu modelu

Popis:

Kontrola informační naplněnosti grafických a negrafických informací modelu stavby. Kontrola splnění zadání a dodržení požadovaného datového standardu a klasifikačního systému. [78]

Příklady užitku:

- ověřený informační model stavby
- přesnější dokumentace a s tím související menší výskyt problémů během výstavby

Požadavky k realizaci užití:

- analytický nástroj pro kontrolu informační naplněnosti jednotlivých objektů v modelu
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán, obsahuje bezchybnou ukázkou zvoleného klasifikačního systému a datového standardu.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán s chybně klasifikovanými prvky a s místy nedodrženým datovým standardem znemožňujícím plnou kontrolu obsahu modelu.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo neobsahuje ukázkou zvoleného klasifikačního systému nebo datového standardu.

Analýza úniku osob

Popis:

Užití modelu, při němž jsou 3D modely využívány pro simulaci chování jednotlivců, případně skupin osob v rámci objektu, buď za normálního provozu nebo v průběhu krizových situací. Simulace pohybu osob pomáhá identifikovat a zlepšovat přístup, proudění a únikové cesty. [79, 80, 18]

Příklady užitku:

- ověření na informačním modelu stavby, zda výstavbový projekt splňuje předepsané požadavky na komunikační koridory a únikové cesty
- optimalizace pohybu osob uvnitř a vně objektu

Požadavky k realizaci užití:

- analytický nástroj pro kontrolu předepsaných rozměrů komunikačních koridorů
- informační model stavby obsahující zóny úniku osob
- nástroj pro simulaci pohybu osob
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu
- znalost platné legislativy

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby, který obsahuje ukázkou objektu zóny úniku osob, včetně reportu z analytického nástroje

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a obsahuje ukázkou objektu zóny úniku osob, včetně reportu z analytického nástroje.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Analýza bezbariérového přístupu

Popis:

Užití modelu, při němž jsou 3D modely využívány pro zjištění a vyhodnocení, zda stavba umožňuje přímý (neasistovaný) nebo nepřímý vstup lidí s omezením nebo speciálními potřebami, jako jsou například lidé se zrakovým, sluchovým nebo pohybovým postižením. [81]

Příklady užítku:

- ověření na informačním modelu stavby, zda výstavbový projekt splňuje předepsané požadavky pro vstup lidí s omezením nebo speciálními potřebami

Požadavky k realizaci užití:

- analytický nástroj pro kontrolu předepsaných požadavků pro vstup lidí s omezením nebo speciálními potřebami
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu
- znalost platné legislativy

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby, který splňuje dané předpisy a obsahuje prvky pro vstup lidí s omezením nebo speciálními potřebami

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a obsahuje ukázkou splnění požadavků pro vstup lidí s omezením nebo speciálními potřebami, včetně reportu z analytického nástroje.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Zanášení změn do KN

Popis:

Po dokončení stavby mohou být informace z modelu přeneseny do GIS. Mimo jiné například do Katastru nemovitostí. [82]

Příklady užítku:

- efektivnější předání informací z informačního modelu stavby do geografických informačních systémů

Požadavky k realizaci užítí:

- přístup do informačních systémů veřejné správy
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat s GIS
- znalost formátu ISKN

Prokázání kvalifikace:

- export GIS dat ze vzorku informačního modelu stavby ve formátu ISKN

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek exportu GIS dat z informačního modelu stavby ve formátu ISKN byl dodán.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Provozní optimalizace energetické náročnosti (netýká se návrhu)

Popis:

V provozní fázi výstavbového projektu se může, pomocí negrafických informací o materiálech a konstrukcích informačního modelu stavby, optimalizovat provozní energetická náročnost stavby. [83]

Příklady užitku:

- optimalizace energetické náročnosti stavby během provozní fáze výstavbového projektu
- snadnější přehled o provozní energetické náročnosti výstavbového projektu

Požadavky k realizaci užití:

- CAFM nástroj schopný načíst data z modelu
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat ve zvoleném CAFM nástroji

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán a obsahuje požadované negrafické informace k realizaci užitku.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a částečně obsahuje požadované negrafické informace k realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo neobsahuje požadované negrafické informace k realizaci užitku.

Vyhodnocení z hlediska dopadu na životní prostředí

Popis:

Vyhodnocení návrhu výstavbového projektu z hlediska dopadu na životní prostředí a splnění platné legislativy. Posuzování životního cyklu (LCA) je způsob využití informací obsažených v informačním modelu stavby k posouzení ekologických dopadů (např. odpad) stavebních výrobků a materiálů napříč jejich kompletní životností. [84]

Příklady užitku:

- vyhodnocení výstavbového projektu z hlediska dopadu na životní prostředí
- možnost zahrnout optimalizaci dopadu na životní prostředí již do před-realizační fáze výstavbového projektu
- generování informací z modelu pro ověření splnění legislativních požadavků dopadu na životní prostředí

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- zadání hledisek dopadu na životní prostředí
- analytický nástroj pro vyhodnocení dopadu na životní prostředí

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vyhodnocení z hlediska dopadu na životní prostředí na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek vyhodnocení z hlediska dopadu na životní prostředí. Splňuje všechny požadavky specifikované v zadání výstavbového projektu.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza akustiky

Popis:

Užití modelu, které reprezentuje, jak jsou 3D modely užívány za účelem tvorby studií ozvučení, testování umístění zvukového vybavení, simulace zvukových izolací/tlumení a informovaného výběru použitých materiálů. [85, 18]

Příklady užitku:

- akusticky optimalizovaný návrh stavby
- optimalizace použití akusticky tlumících konstrukcí ve výstavbovém projektu

Požadavky k realizaci užití:

- nástroj pro analýzu akustických vlastností informačního modelu stavby
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- dodat analýzy na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodána vzorek informačního modelu stavby obsahující všechny požadované akustické analýzy.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza realizační ceny

Popis:

Užití informačního modelu stavby ke kalkulaci realizační ceny výstavbového projektu. [86]

Příklady užitku:

- možnost zvážit různé prostorové a materiálové varianty, a tím dosáhnout optimalizaci nákladů výstavbového projektu

- rychlejší generování variant realizační ceny

Požadavky k realizaci užití:

- kalkulační nástroj schopný pracovat s informačním modelem stavby
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat s nástrojem pro generování výkazů množství materiálů z informačního modelu stavby
- schopnost pracovat s informačním modelem stavby v kalkulačním nástroji

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s výkazem množství generovaným ze vzorku

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti. Ze vzorku vygenerovaný výkaz množství.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza denní osvětlenosti (a prosluněnosti)

Popis:

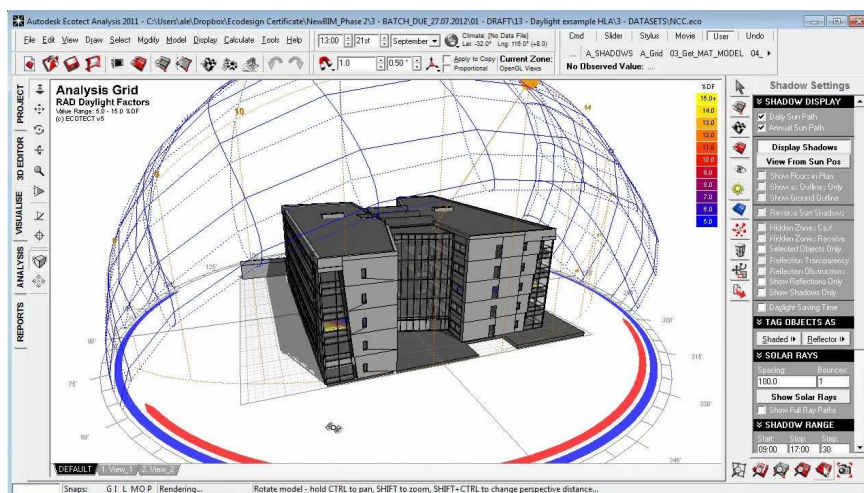
Užití modelu, při němž jsou informační modely staveb využívány k analýze přírodního osvětlení. Dále mohou být informační modely využívány pro tvorbu studie stínů nebo simulaci solárního záření na obálku budovy a pro analýzu vlivu umístění a tvaru stavby na zátěže způsobené solární energií. [87]

Příklady užitku:

- světelně optimalizovaný návrh stavby
- optimalizace umístění a orientace výstavbového projektu s ohledem ke světovým stranám a okolní zástavbě

Požadavky k realizaci užití:

- nástroj pro analýzu denní osvětlenosti a prosluněnosti
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard



Obrázek 8-10: Ukázka analýzy denní osvětlenosti zdroj: [88]

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s analýzou denní osvětlenosti a prosluněnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Výkaz množství

Popis:

Užití informačního modelu stavby ke generování výkazů množství materiálů potřebných k realizaci výstavbového projektu. [89]

Příklady užitku:

- částečně automatizované generování výkazů množství materiálů z informačního modelu stavby

Požadavky k realizaci užití:

- nástroj schopný generovat výkazů množství materiálů z informačního modelu stavby
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat s nástrojem pro generování výkazů množství materiálů z informačního modelu stavby

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s výkazem množství generovaným ze vzorku

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti. Ze vzorku vygenerovaný výkaz množství.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Vyhodnocení z hlediska DOSS

Popis:

Užití informačního modelu stavby ke generování potřebné dokumentace a informací pro dotčené orgány státní správy. Po dokončení a legislativnímu ukotvení datového standardu a klasifikačního systému se očekává možnost použití automatických

kontrol DOSS. Tím by se měl celý povolovací proces staveb výrazně urychlit. [90]

Příklady užitku:

- částečně automatizované generování dokumentace a informací pro dotčené orgány státní správy.

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- znalost legislativních požadavků daných DOSS

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem dokazujícím splnění požadavků DOSS

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán, včetně reportu dokazujícím splnění požadavků DOSS.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Vyhodnocení z hlediska ostatních závazných parametrů řízení

Popis:

Užití informačního modelu stavby ke generování potřebné dokumentace a informací pro doložení splnění závazných parametrů povolovacího řízení. Po dokončení a legislativnímu ukotvení datového standardu a klasifikačního systému se očekává možnost použití automatických kontrol splnění závazných parametrů řízení. Tím by se měl celý povolovací proces staveb výrazně urychlit. [90]

Příklady užitku:

- částečně automatizované generování dokumentace a informací pro doložení splnění závazných parametrů povolovacího řízení

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- znalost legislativních požadavků

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem dokazujícím splnění ostatních závazných parametrů řízení

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán, včetně reportu dokazujícím splnění ostatních závazných parametrů řízení.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Vyhodnocení z hlediska požadované certifikace

Popis:

Užití informačního modelu stavby ke generování potřebné dokumentace a informací pro získání požadované certifikace. Po dokončení a legislativnímu ukotvení datového standardu a klasifikačního systému se očekává možnost použití automatických kontrol splnění požadavků dané certifikace stavby. Tím by se měl celý proces získání certifikace výrazně urychlit. [91]

Příklady užitku:

- částečně automatizované generování dokumentace a informací pro certifikační autoritu.

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- znalost požadavků pro získání dané certifikace

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem dokazujícím splnění hledisek požadované certifikace

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán, včetně reportu dokazujícím splnění hledisek požadované certifikace.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza nákladů životního cyklu (LCC)

Popis:

Analýza nákladů životního cyklu (LCC) je užití informačního modelu stavby, které hodnotí celkové náklady na aktivum během jeho životního cyklu, včetně počátečních investičních nákladů, nákladů na údržbu, provozních nákladů a zbytkové hodnoty aktiva na konci jeho životnosti. [92]

Příklady užitku:

- vyhodnocení výstavbového projektu z hlediska celkových nákladů životního cyklu stavby
- možnost zahrnout optimalizaci dopadu na životní prostředí již do před-realizační fáze výstavbového projektu
- generování informací z modelu pro ověření splnění legislativních požadavků dopadu na životní prostředí

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- analytický nástroj pro vyhodnocení nákladů životního cyklu

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy nákladů životního cyklu

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán, včetně reportu analýzy nákladů životního cyklu.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Model požárně bezpečnostního řešení

Popis:

Užití informačního modelu stavby ke generování potřebné dokumentace požárně bezpečnostního řešení. Informační model stavby musí obsahovat údaje o požární odolnosti jednotlivých konstrukcí. Dalším předpokladem je že model bude obsahovat zónové rozdělení stavby na požární úseky, únikové cesty a požárně bezpečnostních zařízení. [93]

Příklady užítku:

- informační model lze využít k prokázání splnění požárně bezpečnostních požadavků stavby

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- informační model požárně bezpečnostních zařízení
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- znalost legislativních požadavků

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby

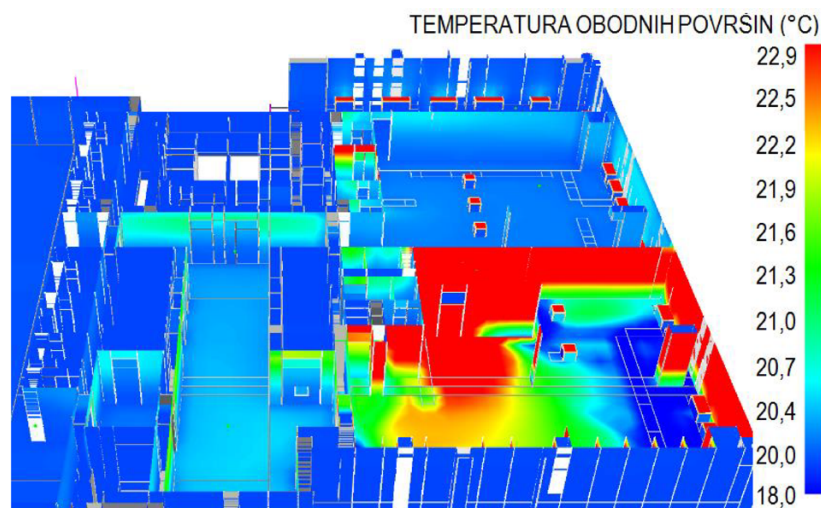
Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu byl dodán. Obsahuje informace o požární odolnosti relevantních konstrukcí dle datového standardu. Obsahuje požárně bezpečnostní zařízení.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán. Obsahuje informace o požární odolnosti relevantních konstrukcí. Neobsahuje požárně bezpečnostní zařízení.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo neobsahuje informace o požární odolnosti relevantních konstrukcí.

Simulace průběhu požáru



Obrázek 8-11: Ukázka simulace požáru
zdroj: [94]

Popis:

Užití modelu reprezentující, jak jsou informační modely staveb využívány pro simulaci chování požáru a šíření kouře v rámci objektu za účelem pomoci v návrhu/úpravě proudění, ventilace, protipožárních systémů a podobně. [94, 18]

Příklady užitku:

- optimalizace návrhu požárně bezpečnostních zařízení stavby

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- informační model požárně bezpečnostních zařízení
- nástroje pro simulaci průběhu požáru
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi modelu

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku modelu simulací průběhu požáru

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Simulace průběhu požáru na vzorku byla dodána. Vzorek modelu obsahuje požárně bezpečnostních zařízení.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Simulace průběhu výstavby

Popis:

Informační modely staveb mohou být využívány pro vizualizaci procesu výstavby. Mimo jiné distribuci profesí, lineární plánování, propojování aktivity výstavby s prvky modelu, lidskými zdroji apod. [95]

Příklady užítku:

- optimalizace jednotlivých procesů během realizační fáze projektu
- dosažení co nejkratší doby výstavby
- předcházení procesním a provozním kolizím během výstavby

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- informační model zařízení staveniště a dalších dočasných prvků, například bednění apod.
- nástroj generování simulace průběhu výstavby
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat s informačním modelem v nástrojích pro generování simulace průběhu výstavby

Prokázání kvalifikace:

- udělat simulaci průběhu výstavby na vzorku informačního modelu

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Ukázka simulace na vzorku modelu byla dodána.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Generování časového plánu výstavby

Popis:

Informační modely staveb mohou být využívány pro analýzu procesu výstavby. Mimo jiné distribuci profesí, lineární plánování, propojování aktivity výstavby s prvky modelu, lidskými zdroji apod. [96]

Příklady užitku:

- optimalizace jednotlivých procesů během realizační fáze projektu
- dosažení co nejkratší doby výstavby
- předcházení procesním a provozním kolizím během výstavby

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- informační model zařízení staveniště a dalších dočasných prvků, například bednění apod.
- nástroj časového plánování schopný pracovat s prvky modelu
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost pracovat s informačním modelem v nástrojích časového plánování

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat na vzorku informačního modelu provázaného na harmonogram výstavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek modelu provázaný na harmonogram.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Prefabrikace (modularizace)

Popis:

Díky 3D povaze informačních modelů staveb, mohou být využívány jako podklad pro prefabrikaci nejrůznějších prvků stavby. Informační modely zjednodušují přesnou produkci prvků mimo staveniště a jejich následnou instalaci. [97, 98, 99]

Příklady užitku:

- přesný podklad pro prefabrikaci prvků stavby
- tvorba montovaných sestav mimo staveniště
- tvorba prefabrikovaných stavebních modulů
- tvorba prefabrikovaných truhlářských výrobků
- zdroj informací pro výrobu technologií CNC

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost generovat z informačního modelu stavby podklady pro prefabrikaci

Prokázání kvalifikace:

- vzorek elementu informačního modelu určeného k prefabrikaci

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek elementu určeného k prefabrikaci dodán. Splňuje všechny požadavky zadané technologie prefabrikace.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza energetické náročnosti (v návrhu)

Popis:

Využití informačního modelu stavby k analýze spotřeby energie jednotlivých prvků technických zařízení budovy. [100]

Příklady užitku:

- možnost optimalizovat spotřebu energie technických zařízení budovy během návrhu stavby

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- analytický nástroj kurčení spotřeby energie technických zařízení budovy

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem spotřeby energie technických zařízení vzorku

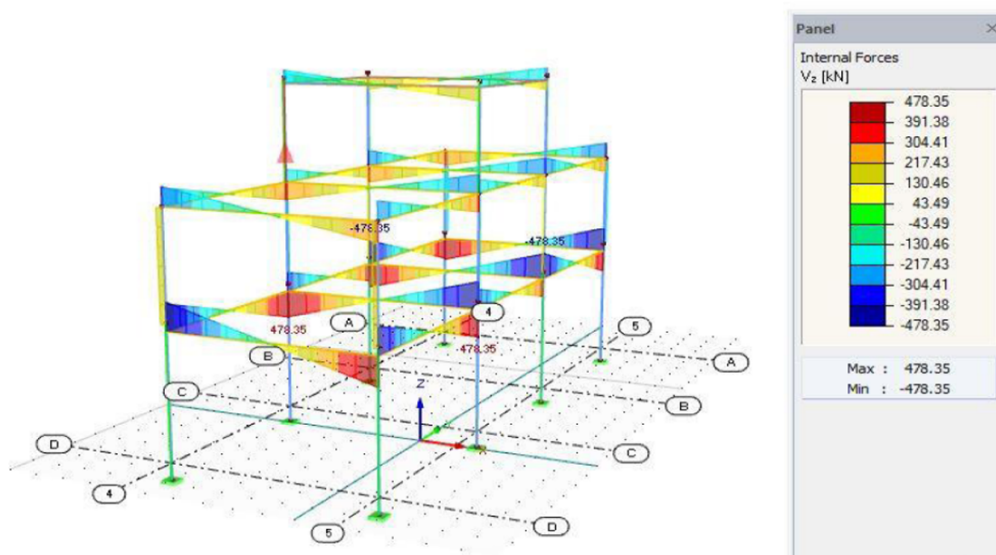
Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem spotřeby energie technických zařízení.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza statiky stavby



Obrázek 8-12: Ukázka analýzy statiky
zdroj: [101]

Popis:

Užití informačního modelu stavby pro analýzu chování statických konstrukcí. Analýza nosné konstrukce typicky sestává ze studie vlivů statických/dynamických zatížení na stavbu a následné optimalizace návrhů stavby. [102, 18, 101]

Příklady užitku:

- optimalizace statického návrhu nosného konstrukčního systému budovy

Požadavky k realizaci užití:

- analytický nástroj pro analýzu statického/dynamické zatížení
- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- datový standard
- klasifikační systém

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat analýzou statiky na vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek modelu s analýzou statického a dynamického zatížení.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza zařízení elektro

Popis:

Informační modely staveb umožňují analyzovat návrh rozmístění elektrický spotřebičů v objektu. Optimalizovat zatížení jednotlivých tras elektrických rozvodů až napojení do veřejné sítě. Můžeme tak ověřit funkčnost návrhu celého systému, případně jej dle jednotlivých zatížení optimalizovat. Nutno poznamenat, že nyní se z důvodu datových a výpočetních limitů nemodelují individuální kabely, ale pouze hlavní trasy, koncové prvky (vypínače) a hlavní technické prvky (rozvodné skříně). [103]

Příklady užitku:

- možnost optimalizovat rozmístění a počet zařízení elektro

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj k analýze rozvodů

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza TZB

Popis:

Užití, kdy BIM nástroje umožňují na informačních modelech staveb analyzovat například vnitřní prostředí budov. Jsou schopny během fáze návrhu pomoci optimalizovat rozmístění vyústění klimatizace, vzhledem k dimenzím prostoru. Ve své analýze zohledňují i tepelné ztráty a zisky. Například solární zisky skrze výplně otvorů. [103]

Příklady užitku:

- optimalizace vnitřní tepelné pohody prostoru během návrhu i provozu
- možnost následného importy do CAFM nástroje
- umožňuje najít cenově i environmentálně optimální řešení

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj k analýze TZB systémů

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Analýza zabezpečení objektu

Popis:

Užití modelu, při němž jsou informační modely staveb využívány pro virtuální audity bezpečnosti. Ty mohou například analyzovat zranitelnost teroristickými útoky, přístupových míst, umístění bezpečnostních značení, zamykacích systémů a umístění (včetně pokrytí) bezpečnostních kamer. [104, 18]

Příklady užitku:

- audit zabezpečení objektu
- návrh a vizualizace bezpečnostních prvků objektu

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj k analýze zabezpečení objektu

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy zabezpečení objektu

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy zabezpečení objektu.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Generování plánu údržby budovy

Popis:

Užití modelu, při němž jsou informační modely staveb využívány v rámci CAFM systémů pro naplnění daty o údržbě (například výměnách filtrů vzduchotechniky) a revizích různých prvků objektu.

Z nich se následně generují plány údržby budovy pro technické pracovníky správy. [105, 18]

Příklady užitku:

- přehlednější tvorba a správa plánů údržby
- snadnější správa stavby v provozní fázi
- generování revizních podkladů
- snadnější přenos informací do CAFM systému

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj pro generování plánu údržby budovy

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v nástroji pro generování plánů údržby budovy

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s vygenerovaným plánem údržby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s vygenerovaným plánem údržby.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Vytvoření plánu krizových/havarijních situací

Popis:

Užití modelu, při němž jsou informační modely staveb využívány pro simulaci požáru, exploze, zemětřesení a podobných událostí a exekuci navázaných krizových scénářů. Z těchto simulací se následně tvoří plány pro chování osob a systémů stavby v těchto krizových/havarijních situacích. [106, 107, 18]

Příklady užitku:

- přehlednější tvorba a správa plánu krizových/havarijních situací

- možnost tyto plány zahrnout do CAFM systému

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj pro simulaci krizových/havarijních situací
- nástroj pro generování plánu krizových/havarijních situací

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v nástroj pro generování plánu krizových/havarijních situací

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s vygenerovaným plánem krizových/havarijních situací

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s vygenerovaným plánem krizových/havarijních situací.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Předání stavby nebo dílčích plnění

Popis:

Užití informačního modelu stavby k předávání dílčích plnění nebo stavby. Předávka a uvedení do provozu zahrnuje předložení dokumentů (například manuály, certifikáty a záruční listy) a realizaci aktivit (například testování, provozní školení) před tím, než je aktivum (nebo jeho část) převedena od dodavatele na jeho provozovatele. [108, 109, 18]

Příklady užitku:

- zefektivnění procesu předání dílčích plnění
- zefektivnění procesu předání stavby
- získání relevantních podkladů k přípravě předání díla z informačního modelu stavby
- kontrola dílčích plnění pro potřeby fakturace
- informační model může obsahovat provázání na doklady potřebné k předání stavby

- doklady mohou být v modelu přímo obsaženy

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj export relevantních podkladů z informačního modelu stavby

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v nástroji pro generování plánu krizových/havarijních situací

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu s provázáním na v zadání specifikovaný dokument

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s provázáním na dokument.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Management prostor

Popis:

Užití informačního modelu stavby pro správu využití místností a prostorů v rámci fyzických aktiv. Například při stěhování uživatelů objektu nebo složitějších provozech výroby můžeme pomocí BIM ověřit kapacity a vhodnost nového prostoru, pro daný účel. [110]

Příklady užitku:

- zefektivnění procesu stěhování ve výrobních prostorech
- přehlednější správa dostupných kapacit objektu
- využití informačního modelu stavby ke ekonomické optimalizaci prostorů v komerčních objektech

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti

- klasifikační systém
- datový standard
- informační model musí obsahovat objekty zón a místností
- nástroj pro management prostoru

Kvalifikace:

- schopnost propojit informační model stavby s nástrojem pro management prostoru

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu s příkladem objektu místnosti/zóny se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s příkladem objektu místnosti/zóny se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán, ale příklad objektu místnosti/zóny neobsahuje všechny požadované grafické a negrafické údaje.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo neobsahuje objekt místnosti/zóny.

Integrace s podnikovými systémy

Popis:

Užití informačního modelu stavby se systémy plánování podnikových zdrojů (ERP). [111, 112]

Příklady užitku:

- integrace informačního modelu s ERP systémy
- zpřehlednění správy a údržby budovy

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- ERP systém schopný integrovat informace z informačního modelu stavby

Kvalifikace:

- schopnost propojit informační model stavby s ERP systémem

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu s ukázkou integrace do ERP systému

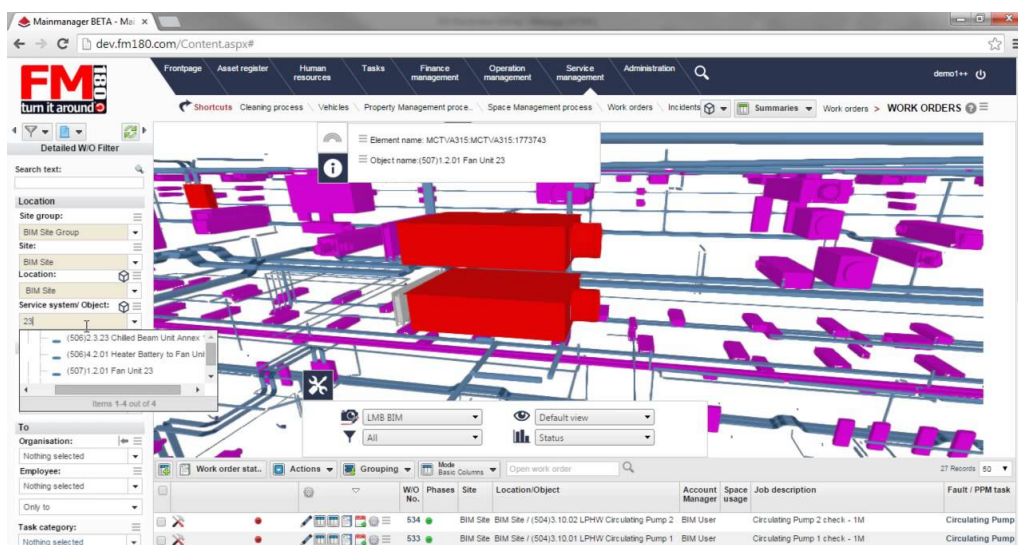
Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s ukázkou integrace do ERP systému.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku.

Integrace se systémy pro správu a údržbu



Obrázek 8-13: Ukázka CAFM systému integrujícího BIM zdroj: [113]

Popis:

Užití informačního modelu stavby se systémy pro správu a údržbu. Nejvyšší stupeň využití informačního modelu stavby CAFM nástroji, umožňující plné integrování do všech aspektů správy a údržby budovy. [114]

Příklady užítku:

- integrace informačního modelu s CAFM systémy

- zpřehlednění správy a údržby budovy

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- CAFM systém schopný integrovat informační model stavby

Kvalifikace:

- schopnost integrovat informační model stavby do CAFM systému

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu s ukázkou integrace do CAFM systému

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s ukázkou integrace do CAFM systému.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Řízení vnitřního prostředí

Popis:

Užití informačního modelu stavby pro měření a regulaci vnitřního prostředí budovy. Zahrnuje IoT v řídicích systémech budov (BMS). Systémy BMS jsou „inteligentní“ mikroprocesorové řídicí sítě instalované za účelem monitorování a řízení technických systémů a služeb v budovách, jako je klimatizace, větrání, osvětlení a hydraulika. [115, 18]

Příklady užitku:

- integrace informačního modelu s BMS systémy
- zpřehlednění správy a údržby budovy
- finanční úspory provozu budovy

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti

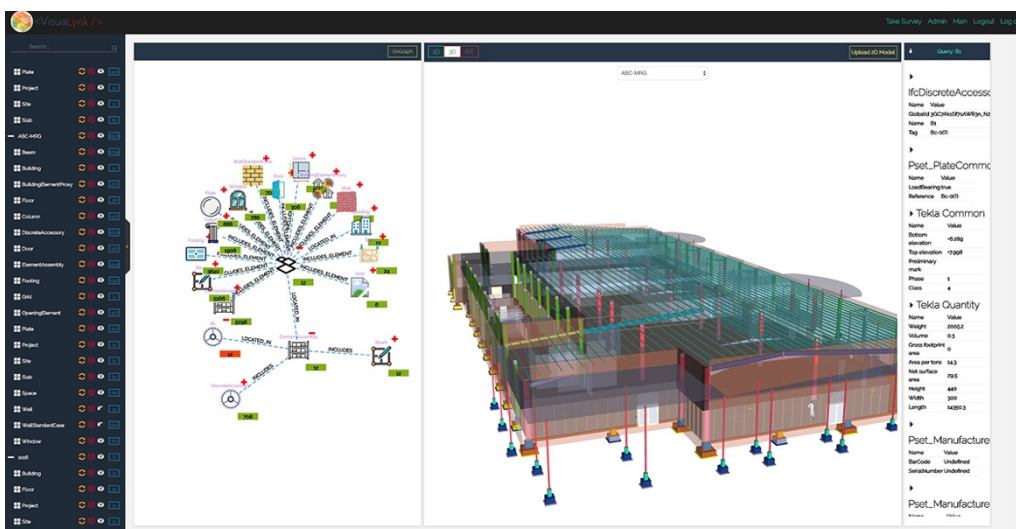
- klasifikační systém
- datový standard
- IoT senzory a ovládací prvky
- BMS systém schopný propojit informační model stavby s IoT zařízeními

Kvalifikace:

- schopnost propojit informační model stavby s BMS systémem

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu s ukázkou propojení s BMS systémem



Obrázek 8-14: Ukázka integrace BIM a IoT v BMS
zdroj: [116]

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s ukázkou propojení s BMS systémem.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Vytvoření modelu technologií pro budovy (mimo TZB)

Popis:

Mimo standartní součásti budovy se mohou vytvářet informační modely dalších technologií. Příkladem může být výrobní linka, montážní linka a další. BIM umožňuje prostorové plánování výroby a návaznosti jednotlivých výrobních technologií. [117]

Příklady užitku:

- ověření prostorových nároků technologií v objektu
- prostorové plánování výroby a návaznosti jednotlivých výrobních technologií

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- modelovací nástroj
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost modelovat v modelovacím nástroji
- schopnost pracovat s negrafickými informacemi

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu dané technologie

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Vzorek modelu technologie byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu technologie byl dodán, ale nesplňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán.

Distribuce informací a řízení dat vně projektu (jako části CDE)

Popis:

Užití společného datového prostředí pro distribuci informací a řízení dat s externími zainteresovanými stranami projektu. Informační modely staveb mohou dosahovat velkých datových objemů a CDE by mělo umožňovat sdílené souborů modelu s vnějšími subjekty, bez

nutnosti zřizovat v prostředí přihlašovací účet. Například ve fázi přípravy realizace, kdy potřebujeme nacenit práce od několika subdodavatelů. Je zde také otázka bezpečnosti informací, kdy funkce nahrazuje využívání veřejných služeb pro sdílení souborů. CDE (společné datové prostředí) je jeden ze základních kamenů metodiky BIM. Použití CDE (společné datové prostředí) zpřehledňuje práci na projektu. Umožňuje zlepšení koordinace jednotlivých procesů. Zaznamenává všechna rozhodnutí a postupný vývoj projektu. Rovněž zajišťuje dostupnost potřebných informací všem zainteresovaným stranám. Funguje jako centrální uložště všech dokumentů a modelů stavby. [65]

Příklady užitku:

- efektivnější distribuce informací a řízení dat vně projektu
- bezpečnější distribuce informací a řízení dat vně projektu

Požadavky k realizaci užití:

- nástroj CDE
- požadavky co musí CDE splňovat

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v CDE

Prokázání kvalifikace:

- popsat zvolený/referenční nástroj CDE do BEP

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Zvolený/referenční nástroj CDE byl popsán do BEP a splňuje požadavky zadání.

Splňuje s výhradami – Zvolený/referenční nástroj CDE byl popsán do BEP, ale některé požadované funkce (popisy funkcí) chybí.

Nesplňuje – Zvolený/referenční nástroj CDE byl popsán do BEP.

Analýza osvětlení

Popis:

Informační modely staveb umožňují analyzovat rozmístění prvků umělého osvětlení v prostoru. Pomocí simulace optimalizovat celkový světelný tok a světelnou pohodu v místnostech. [118]

Příklady užitku:

- možnost optimalizovat rozmístění a počet prvků umělého osvětlení

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard
- nástroj k analýze umělého osvětlení

Kvalifikace:

- schopnost pracovat v analytických nástrojích

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy umělého osvětlení

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy umělého osvětlení.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Doložení informací o konstrukcích a výrobcích

Popis:

Užití informačních modelů staveb, kdy máme po dokončení stavby k dispozici digitální dvojče stavby, kde jsou zaneseny informace o konstrukcích a výrobcích. Zhotovitel může tyto informace použít k doložení, že výsledná stavba odpovídá specifikacím definovaným v zadání projektu. [119, 120, 121]

Příklady užitku:

- možnost pomocí informačního modelu stavby doložit informace o konstrukcích a výrobcích zadavateli

Požadavky k realizaci užití:

- informační model stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti
- klasifikační systém
- datový standard

Kvalifikace:

- schopnost exportovat požadované informace z informačního modelu stavby

Prokázání kvalifikace:

- demonstrovat exportem negrafických informací ze vzorku informačního modelu stavby

Hodnocení kvalifikace:

Splňuje – Dodán vzorek informačního modelu stavby s exportem negrafických informací ze vzorku.

Splňuje s výhradami – Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

Nesplňuje – Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užitku.

8.5 Dílčí závěry

Kapitola demonstruje aplikaci databáze užití BIM z hlediska multikriteriálního rozhodování, přesněji užití databáze jako možných kritérií pro rozhodování. Užití databáze je tedy teoreticky možné, musí jí však vždy předcházet analýza, která by teoretické podklady ukotvila do praktické roviny a vytvořila spolehlivou základnu pro následnou tvorbu rozhodovacího modelu.

9 Model a nástroj hodnocení výběru dodavatele BIM

Kapitola prezentuje praktický výstup výzkumu – vytvořený model a související nástroj, který je prakticky použitelný pro výběr dodavatele BIM na základě datové základny, prezentované v předešlých částech práce. Jedná se o praktickou aplikaci teoretických poznatků výzkumu.

9.1 Úvod

Účelem modelu hodnocení dodavatele BIM je zjistit, zda dodavatel splňuje kvalifikační nároky objednatele v daných oblastech informačního modelování staveb.

Pro tvorbu modelu hodnocení dodavatele BIM pro soukromý sektor stavebního průmyslu byly nejprve stanoveny požadavky, které by měl splňovat.

Mezi hlavní požadavky na model hodnocení patří:

- *jednoduchost*
 - Model hodnocení dodavatele BIM musí být snadno pochopitelný, aby jej objednatel dokázal bez větších problémů používat.
- *univerzálnost*
 - Model musí být přizpůsobitelný pro různé druhy zadání a různé požadavky objednatele.
- *škálovatelnost*
 - Problematika BIM přináší do procesu výběru dodavatele nový rozměr. Model hodnocení výběru BIM musí být využitelný pro objednatele, kteří s BIM teprve začínají a chtěli by se s problematikou seznámit, ale také se musí vyvíjet společně s úrovní implementace BIM objednatele.

9.2 Tvorba modelu

Model hodnocení byl sestaven pro tři stupně zadání projektové dokumentace. Dokumentace pro provedení stavby (DPS), Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS) a užívání stavby (FM). V roli objednatele BIM se, nejenom v závislosti na různých dodavatelských systémech, objevují různí aktéři (investor, generální dodavatel, provozovatel stavby). Každý má specifické využití BIM

a jiný potenciál užitku. Model hodnocení dodavatele BIM tento fakt zohledňuje.

Kritéria hodnocení

Jako kritéria hodnocení byla v modelu použita vybraná užití BIM. Toto je v práci blíže popsáno v kapitole 8.1. Aby byl dodržen požadavek na univerzálnost a škálovatelnost, umožňuje model hodnocení uživateli zvolit kritéria, která jsou relevantní pro daný projekt.

Váhy kritérií

Pro každé kritérium (užití BIM) bylo v rámci hodnocení dané varianty potřeba stanovit jeho váhu a tím pádem i vliv na výsledné hodnocení varianty (dodavatele). Váhy, druh a počet kritérií mají výrazný dopad na výběr vítězné varianty.

Hodnoty vah jednotlivých kritérií (užití BIM) modelu hodnocení dodavatele BIM byly stanoveny na základě hodnocení užitečnosti Analýzy užití BIM [59]. Tato analýza byla publikována Českou agenturou pro standardizaci.

Užitečnost užití BIM pro daný stupeň projektové dokumentace byla stanovena metodou přiřazení bodů ze zvolené bodové stupnice 1 (bez užitku) až 10 (největší užitek). Každý člen pracovní skupiny odborně posoudil užitek užití BIM pro danou fázi projektu. Z těchto dílčích hodnot byl vypočten aritmetický průměr užitku. Tento průměr udává nenormovanou váhu kritérií (užití BIM).

Metoda hodnocení

Z popsaných metod hodnocení (viz Kapitola 7.5) byla použita bodovací metoda s vahami.

Metoda váženého pořadí nutí hodnotitele vždy určovat pořadí variant u daného kritéria, což vzhledem k faktu, že model hodnocení výběru dodavatele BIM slouží primárně k ověření kvalifikace, není vhodné. Metoda hodnocení musí umožňovat ohodnotit v daném kritériu srovnatelné splnění stejnou hodnotou.

Z toho vyplývá, že výsledkem hodnocení může být stejná hodnota všech variant. To znamená ideální stav, kdy všichni dodavatelé prokázali požadovanou kvalifikaci.

9.3 Příklad použití modelu hodnocení

Pro lepší představení fungování modelu hodnocení, je postup výpočtu předveden na triviálním příkladu. Praktická aplikace na komplexnějším modelu hodnocení je předmětem kapitoly 10.1.

Výběr dodavatele informačního modelu s požadavkem na vizualizační služby

Objednatel v tomto příkladu má zájem zjistit úroveň schopností dodavatelů informačního modelu v oblasti moderních zobrazovacích technologií. Tento příklad pro jednoduchost ignoruje další potřebná kritéria pro učinění komplexního rozhodnutí a pouze demonstruje základní princip modelu výběru dodavatele BIM. Za kterého poté vycházel samotný nástroj NVDB.

Z přehledu se nejprve určí ta užití BIM, která odpovídají poptávaným službám. (viz Tabulka 9-1)

Tabulka 9-1: Tabulka objednatelům vybraných užití BIM
zdroj: vlastní zpracování

Id. užití	Název
13	Vizualizace do 2D formátu
14	Simulace ve virtuální realitě
15	Simulace v rozšířené realitě

Nyní je potřeba stanovit váhu daných kritérií. Nástroj NVDB již stanovené váhy pro vybraná zadání osahuje v závislosti na užitku pro vybrané fáze projektu. Objednatel si však může v závislosti na své odbornosti váhy určit sám. Pro ilustraci fungování modelu hodnocení je použit jako příklad stanovení vah metoda Metfesselovy alokace. Následně byly váhy normalizovány dle vztahu (7.1) (viz Tabulka 9-2)

Tabulka 9-2: Příklad použití Metfesselovy alokace a normalizace kritérií
zdroj: vlastní zpracování

Kritérium (užití BIM)	Nenormovaná váha	Normovaná váha
Vizualizace do 2D formátu	50	0,5
Simulace ve virtuální realitě	30	0,3
Simulace v rozšířené realitě	20	0,2
Součet vah	100	1,00

Součástí zadání pro dodavatele je jasně definovaný požadavek na formu prokázání potřebné kvalifikace (viz Tabulka 9-3).

Tabulka 9-3: Tabulka formy prokázání kvalifikace dodavatele
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium (užití BIM)	Forma prokázání kvalifikace
Vizualizace do 2D formátu	Vygenerovat fotorealistickou 3D vizualizaci ze vzorku modelu
Simulace ve virtuální realitě	Demonstrovat zvolené řešení na vzorku modelu, nebo popsat zvolené řešení do BEP
Simulace v rozšířené realitě	Demonstrovat zvolené řešení na vzorku modelu, nebo popsat zvolené řešení do BEP

Poté co objednatel obdrží nabídky od dodavatele přistoupí k hodnocení nabídek bodovací metodou s vahami dle stanovených kritérií slovního hodnocení splnění prokázání kvalifikace (viz Kapitola 8.4). Tím dostaneme matici pro výpočet a určení pořadí variant (viz Tabulka 9-4).

 Tabulka 9-4: Příklad přiřazení bodů v jednotlivých kritériích
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium (užití BIM)	Váha v_i	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Vizualizace do 2D formátu	0,5	9	5	9
Simulace ve virtuální realitě	0,3	5	5	0
Simulace v rozšířené realitě	0,2	5	9	0

Výsledkem je matice, ze které vypočteme hodnotu posuzovaných variant (nabídek dodavatelů) (viz Tabulka 9-5).

 Tabulka 9-5: Příklad pořadí variant dle hodnoty
 zdroj: vlastní zpracování

Kritérium (užití BIM)	Nabídka A	Nabídka B	Nabídka C
Vizualizace do 2D formátu	4,5	2,5	4,5
Simulace ve virtuální realitě	1,5	1,5	0
Simulace v rozšířené realitě	1	1,8	0
Hodnota	7	5,8	4,5
Preferenční pořadí	1.	2.	3.

Tento příklad cíleně zjednodušuje komplexitu výběru vhodného dodavatele informačního modelu stavby. Nepracuje s dalšími vstupy do procesu rozhodování, jakými jsou například čas dodání nebo cena služeb.

9.4 Nástroj výběru dodavatele BIM

Za účelem praktické aplikovatelnosti modelu hodnocení výběru dodavatele BIM, byla vytvořena aplikace Nástroj výběru dodavatele BIM (NVDB). Ten je k práci přiložen v podobě elektronické přílohy.

Je možné jej stáhnout také zde

<https://k126.fsv.cvut.cz/ing-arch-robot-bouska/> .

Aplikace NVDB byla vytvořena v programu Microsoft Excel s použitím programovacího jazyka VBA. Pro správný běh aplikace je nutné mít v Excelu povolena makra.



Obrázek 9-1: Ukázka úvodní obrazovky nástroje NVDB
zdroj: vlastní zpracování

Model i nástroj jsou navrženy velice modulárně. Mají poskytnout uživateli výchozí framework, který může být dále přizpůsobován potřebám daného projektu, či firemnímu standardu objednatele.

První list aplikace obsahuje podrobný návod, jak s nástrojem pracovat. Jsou zde jasně popsány jednotlivé kroky přípravy zadání a funkcionality aplikace. Prvním krokem, ke kterému je uživatel vyzván je kliknutí na tlačítko příslušného stupně dokumentace, pro kterou by měl být nástroj použit. (viz Obrázek 9-1)

Po zvolení příslušného stupně dokumentace se automaticky otevře list s výběrem jednotlivých kritérií (užití BIM), která by uživatel chtěl po dodavateli prokázat. Tento seznam by měl uživatel aplikace používat společně s katalogem užití, který je nedílnou součástí nástroje a pomáhá uživateli zvolit relevantní kritéria k hodnocení dodavatelů.

Poté co jsou vybrána všechna požadovaná kritéria uživatel klikne na tlačítko „GENEROVAT ZADÁNÍ“. Aplikace následně vygeneruje zadání pouze z kritérií vybraných uživatelem a automaticky spočítá normované hodnoty vah jednotlivých kritérií. Toto vygenerované zadání následně uživatel uloží a stává se součástí zadání pro dodavatele.

Proces vyhodnocení se provádí také na tomto vygenerovaném zadání.

Tato kapitola byla zaměřena pouze na technický popis fungování nástroje. Jeho použití pro ověření kvalifikace dodavatele je podrobněji probíráno v následující kapitole 9.5.

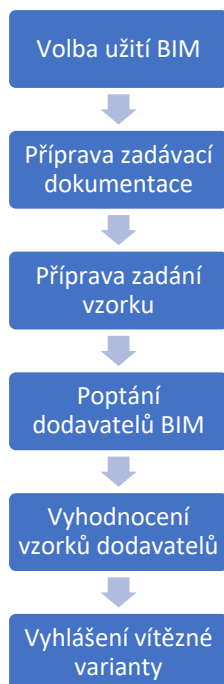
9.5 Použití nástroje hodnocení výběru dodavatele BIM

Nástroj výběru dodavatele BIM (NVDB) dává objednateli možnost volby formy prokázání kvalifikace vícero způsoby.

Pro hodnocení dodavatele modelu BIM může:

- Zadání včetně přidružených dokumentů a specifikaci vzorku zadat objednatel. (viz Obrázek 9-2)
- Objednatel posuzovat vzorek s příslušným zadáním a dokumenty dodanými dodavatelem. Tento přístup je aplikován v kapitole 10.

Nástroj hodnocení dodavatele BIM je možné využít i v případě pouze jednoho potenciálního dodavatele. V tomto případě představuje obdobu SWOT analýzy aplikace BIM na projektu.



Obrázek 9-2: Proces použití nástroje hodnocení
zdroj: vlastní zpracování

Proces přípravy zadání

Proces přípravy zadání se skládá z několika dílčích kroků.

Prvním krokem je vybrat užití BIM, která budou na projektu realizována, případně jaké služby budou od dodavatele odebírány. K tomuto účelu je určen přehled užití BIM v kapitole 8.3

Musí tomu předcházet důsledná identifikace potřeb objednatele a projektu. (viz Kapitola 8.4)

Hlavním důvodem, proč volit pouze relevantní užití BIM je, že efektivita multikriteriálních metod rozhodování se s rostoucím množstvím kritérií snižuje (viz Kapitola 7.1).

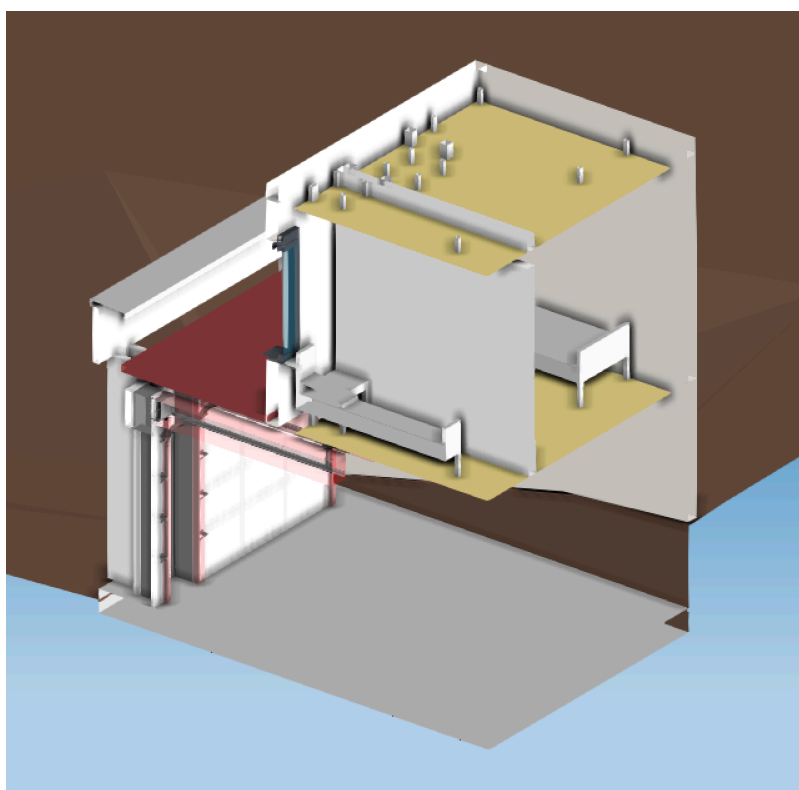
Následuje příprava samotného zadání. To obnáší v první řadě jasné formulovat, jaké služby jsou poptávány.

Dále je potřeba specifikovat, jak a na čem má dodavatel svou kvalifikaci prokázat (viz Kapitola 8.4). V tomto směru může pomoci nástroj NVDB (viz Kapitola 9.4). Většina užití BIM vyžadují prokázání kvalifikace na vzorku. Tento pojem je uváděn úmyslně v obecné rovině. Pro některé varianty zadání bude po dodavatelích požadováno vymodelování definované části stavby (například místnost včetně fasády a stěn, demonstrující naplnění všech

požadavků zadání, tzn. vymodelovaný do úrovně grafické a negrafické podrobnosti finálního stupně projektové dokumentace specifikovaného v zadání (viz Obrázek 9-3).

Posledním krokem je příprava dokumentů zadání dle požadavků na prokázání kvalifikace zvolených užití BIM (viz Kapitola 8.4).

Z popsaného postupu je patrné, že formulace zadání klade na objednatele (případně další osoby najaté objednatelem) vyšší nároky na orientaci v problematice informačního modelování staveb. Ideálním stavem je, když stejná osoba následně figuruje i v pozici hodnotitele. Není to však bezpodmínečně nutné.



Obrázek 9-3: Ukázka vzorku architektonického modelu
zdroj: vlastní zpracování

Poptání dodavatelů BIM

Když je vše připraveno, je možno zadání odeslat dodavatelům. Těm by měl být poskytnut (dle náročnosti zadání) adekvátní časový prostor nabídku zpracovat.

Před začátkem přípravy vzorku se dodavatelům doporučuje:

- Prozkoumat plán realizace BIM pro daný projekt.
- Prostudovat zadaná užití modelu, která se mají prezentovat.

- Zkontrolovat, jaký obsah vzorku modelu má být odevzdán.
- Zkontrolovat, zda jsou cíle BIM pochopeny účastníky projektu, včetně modelářů.
- Zkontrolovat, zda nástroje pro modelování (nástroje CAD atd.) mají relevantní a dostatečnou podporu pro splnění požadavků zadání vzorku BIM.
- Uspořádat schůzku, na které budou přítomni profesní specialisté. Zajistit, že spolu budou komunikovat prostřednictvím výměny modelů, napříč vybranými softwarovými nástroji.
- Vytvořit zkušební vzorek model propojený se všemi profesemi. Ověřte, zda je možné modelovat podle požadavků v zamýšlených modelovacích nástrojích. Najděte alternativní přístupy k požadavkům, které nelze snadno realizovat. Schůzka v zásadě odhalí veškeré technické problémy a zajistí, aby všechny obory mohly začít modelování. Stejně důležitá je i výměna zkušeností se známými problémy, které mohou během tvorby modelu nastat.
- Zvolit platformu pro spolupráci, kde budou mít všichni účastníci projektu přístup k nejnovějším verzím modelu (modelů). To může být založeno na souborech prostřednictvím webového CDE nebo pomocí modelového serveru.
- Vyjasnit všechna rozhraní mezi profesemi/účastníky, včetně sdílení informací o obsahu jednotlivých dílčích (oborových) vzorků modelů.

9.6 Hodnocení dodavatelů BIM

Hodnocení dodavatelů se provádí opět pomocí nástroje NVDB. Nástroj v sobě již obsahuje doporučené váhy jednotlivých kritérií (užití BIM), které se po výběru z přehledu užití BIM automaticky normalizují.

Dále obsahuje doporučenou stupnici hodnocení s deskriptory založenou na bodovací metodě s vahami. (viz Kapitola 7.5).

Nástroj NVDB využívá stupnici s deskriptory (viz Tabulka 9-6).

Tabulka 9-6: Tabulka hodnotící stupnice s deskriptory
zdroj: vlastní zpracování

Počet bodů	Deskriptor
0	Splňuje
5	Splňuje s výhradami
9	Nesplňuje

Stupnice byla zvolena tak, aby uživatelé dali prostor individuálně rozlišit kvalitu splnění jednotlivých kritérií. Zkušenější uživatelé nemusí doporučenou stupnici respektovat. Důležitějším aspektem je konzistentnost v hodnocení, tzn. používat stejnou metriku na všechny dodavatele v množině variant. Dalším důvodem je praktičnost zadávání pouze jednociferného hodnocení.

10 Ověření nástroje a modelu hodnocení

Ověření nástroje bylo provedeno na 3 vzorcích modelů ve formátu IFC, které vznikly v rámci IP projektu č. 105 1052101A013, za účelem zpracování závěrečných studentských prací a podpory výuky BIM na ČVUT. Ačkoliv se jedná o různé objekty bytových domů, jejich zpracování vycházelo z totožných požadavků zadání na grafickou a negrafickou podrobnost úrovně DPS. Tímto je umožněno provést vzájemné srovnání úrovně zpracování modelů pomocí nástroje NVDB. V textu kapitoly 10.1 jsou prezentovány pouze shrnutí výsledků hodnocení modelů. Detailní výstupy nástroje NVDB jsou k práci připojeny formou přílohy.

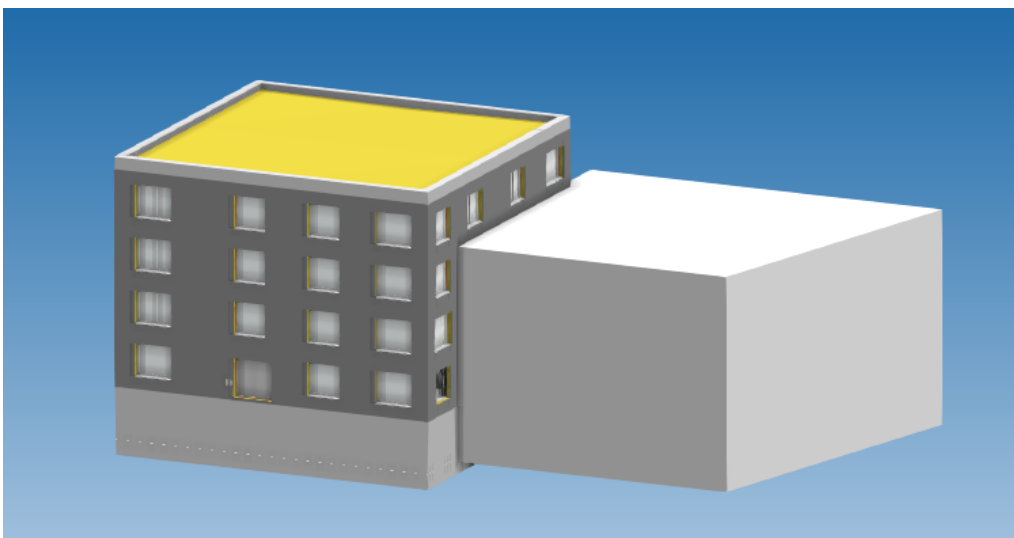
10.1 Praktická aplikace

Prvním krokem ověření praktické aplikace byl výběr 12 relevantních užití BIM, na jejichž plnění se následně BIM modely posuzovaly (viz Tabulka 10-1).

Tabulka 10-1: Tabulka vybraných užití BIM praktické aplikace nástroje NVDB
zdroj: vlastní zpracování

Id. užití	Název
2	Vytvoření architektonického modelu
3	Vytvoření modelu elektroinstalací
4	Vytvoření modelu TZB
5	Vytvoření statického modelu
6	Umístění stavby do geoprostoru
16	Vytváření výkresové dokumentace
17	Prostorová koordinace
18	Kontrola struktury modelu
28	Výkaz množství
40	Analýza zařízení elektro
41	Analýza TZB
46	Management prostor

Model bytového domu Italská



Obrázek 10-1: Model bytového domu Italská
zdroj: vlastní zpracování

Zadáním projektu bylo vytvořit informační model stavby na bytový dům Italská. Mezi IFC modely chyběl model elektroinstalací. Graficky je projekt zpracován dobře a jednotlivé profesní modely jsou odevzdány dle zadání. Z pohledu negrafických informací chybí informace o projektu, označení SNIM pro podhledy, obklady a schodiště. Dále projekt obsahuje špatné prostorové vazby. Popisy podlaží v dílčích modelech, zejména mezi modely ARS a STA, neodpovídají zadání. Vygenerováním výkazu výměr bylo zjištěno, že model obsahuje všechny rozměry, počty, plochy a objemy. Dále nejsou odevzdány reporty BCF formátů a jednotlivých analýz. Odevzdání postrádalo předání 2D výkresové dokumentace, ve které by se zjistilo, zda jsou všechny prvky správně zobrazené či zda je dokumentace aktuální a odpovídající modelu.

Celkové hodnocení dle NVDB = 3,99793

Model bytového domu Jiráskova



Obrázek 10-2: Model bytového domu Jiráskova
zdroj: vlastní zpracování

Zadáním projektu bylo vytvořit informační model stavby na bytový dům Jiráskova. Graficky je projekt zpracován velmi dobře a jednotlivé profesní modely jsou odevzdány dle zadání. Z pohledu negrafických informací chybí informace o projektu, označení SNIM pro schodiště a překlady. Špatně je zadán kód označení SNIM pro střechu. Dále je špatně vyexportován model IFC z hlediska klasifikace SNIM. Při nastavení exportu do IFC nebylo správně zadáno označení SNIM kódu jako klasifikace. Prostorová orientace a struktura modelu je zpracována velmi dobře. Vazby prvků na jednotlivých podlažích odpovídají nastavenému podlaží. Model je rozdělen dle jednotlivých profesí, tak jak bylo v zadání určeno. Vygenerováním výkazu výměr bylo zjištěno, že model obsahuje všechny rozměry, počty, plochy a objemy. Nejsou ovšem odevzdány reporty BCF formátů a jednotlivých analýz. Odevzdání postrádalo předání 2D výkresové dokumentace, ve které by se zjistilo, zda jsou všechny prvky správně zobrazené či zda je dokumentace aktuální a odpovídající modelu.

Celkové hodnocení dle NVDB = 5,35884

Model bytového domu Orebice



Obrázek 10-3: Model bytového domu Orebice
zdroj: vlastní zpracování

Zadáním projektu bylo vytvořit informační model stavby na bytový dům Orebice. Po grafické stránce je projekt zpracován velmi dobře a jednotlivé profesní modely jsou odevzdány dle zadání. Dále je špatně vyexportován model IFC z hlediska klasifikace SNIM. Při nastavení exportu do IFC nebylo správně zadáno označení SNIM kódu jako klasifikace. Prostorová orientace a struktura modelu je zpracována velmi dobře. Vazby prvků na jednotlivých podlažích odpovídají nastavenému podlaží. Model je rozdělen dle jednotlivých profesí, tak jak bylo v zadání určeno. Vygenerováním výkazu výměr bylo zjištěno, že model obsahuje všechny rozměry, počty, plochy a objemy. Nejsou ovšem odevzdány reporty BCF formátů a jednotlivých analýz. Odevzdání postrádalo předání 2D výkresové dokumentace, ve které by se zjistilo, zda jsou všechny prvky správně zobrazené či zda je dokumentace aktuální a odpovídající modelu.

Celkové hodnocení dle NVDB = 5,50776

Zhodnocení

Dle nástroje NVDB jsou úrovně kvality zpracování modelů bytových domů Orebice a Jiráskova srovnatelné. Výrazně zaostává kvalita modelu domu Italská.

Tato praktická aplikace nástroje NVDB prokázala jeho funkčnost.

11 Shrnutí disertační práce

Práce prezentovala výzkum, zaměřený na využití metod multikriteriálního rozhodování pro posouzení kvalifikace a zkušeností dodavatele za účelem zpracování informačního modelu stavby.

Výzkum byl zpočátku vymezen třemi cíli (viz Kapitola 2), jejichž naplnění je prezentováno v kapitole 12.1. Kapitola 3 popsala metody, které byly v rámci výzkumu použity. Součástí celého procesu byla také formulace výzkumných otázek a hypotéz (viz Kapitola 3.1), jejichž vyhodnocení je prezentováno v kapitolách 12.2 a 12.3.

Za účelem komplexního zpracování tématu byl nejprve popsán současný stav řešené problematiky (Kapitola 4, jejíž součástí je také rešerše relevantní literatury) a v kontextu práce definován výklad a význam BIM (viz Kapitola 5). Pro dokreslení významu zkoumaného tématu a jeho mezinárodního přesahu shrnuje kapitola 6 stav a postup implementace BIM na národních úrovních v ČR a v jiných vybraných zemích.

Kapitola 7 se zaměřuje na shrnutí metod multikriteriálního rozhodování, které připadají v úvahu pro naplnění cílů výzkumu a jeho praktickou aplikaci.

Poznatky prezentované v předchozích kapitolách práce jsou propojeny v kapitole 8, jejímž obsahem je problematika stanovení kritérií BIM pro aplikaci multikriteriálního rozhodování. To je totiž v současnosti jedna z hlavních překážek pro úspěšné nasazení těchto metod pro posuzování dodavatelů v kontextu jejich znalostí a zkušeností v oblasti BIM. Tvorba kritérií se přitom opírá o existující znalosti a oficiální zdroje v oblasti tzv. užití BIM.

Kapitola 9 pak prezentuje model a nástroj hodnocení výběru dodavatele BIM. Model byl sestaven na základě teoretických poznatků, prezentovaných v práci, a nástroj je pak praktickou aplikací sestaveného modelu. Kapitola 10 pak prezentuje nutné praktické ověření vytvořeného nástroje (resp. modelu hodnocení).

Každá kapitola práce obsahuje dílčí závěr tam, kde je to relevantní.

12 Vyhodnocení cílů a ověření pracovní hypotézy

Jak bylo zmíněno v kapitole 11, pro potřeby výzkumu byly stanoveny cíle práce, formulovány vědecké otázky a stanovena pracovní hypotéza. Tato kapitola obsahuje jejich vyhodnocení.

12.1 Cíle práce

Nad rámec dílčích nebo původně nezamýšlených výstupů byly stanoveny tři cíle:

Cíl C1: Vytvořit přehled kritérií pro hodnocení dodavatele BIM.

Cíl byl v rámci výzkumu naplněn. Související výsledky jsou prezentovány v kapitole 8. Na základě existující databáze užití BIM, kterou bylo nutné analyzovat, došlo ze seznamu 61 užití k identifikaci 53 z nich, které je možné použít jako kritéria pro výběr dodavatele.

Cíl C2: Vytvořit model a nástroj hodnocení výběru dodavatele BIM.

Cíl byl naplněn praktickou aplikací teoretických poznatků výzkumu. Výsledný model a nástroj jsou prezentovány v kapitole 9. Model byl sestaven teoreticky pro konkrétní formulovaná kritéria. Nástroje je pak aplikací vytvořeného modelu v nástroji MS Excel s využitím programovacího jazyka VBA.

Cíl C3: Ověřit nástroj pro hodnocení dodavatele BIM.

Cíl byl naplněn praktickým ověřením nástroje. Výsledky ověření jsou prezentovány v kapitole 10. Ověření proběhlo na třech různých informačních modelech a prokázalo funkčnost modelu i nástroje.

12.2 Vědecké otázky

Součástí výzkumu bylo zodpovězení dvou výzkumných otázek:

Výzkumná otázka O1: Jakým způsobem lze prokázat kvalifikaci dodavatele BIM?

Z výzkumu vyplynulo, že kvalifikaci dodavatele BIM lze prokázat různými způsoby. Jedním z nich je posouzení jeho schopnosti realizovat tzv. užití BIM. Tématu se podrobněji věnuje kapitola 8. Otázka byla zodpovězena z části. Přestože byla identifikována metoda pro prokázání kvalifikace BIM a tato metoda byla ověřena s využitím jejího modelu a praktické aplikace v podobě nástroje, nelze jednoznačně stanovit, že neexistují také další (možná i vhodnější a efektivnější) metody pro prokázání kvalifikace

dodavatele BIM. Podrobnější výzkum tímto směrem by jistě přinesl další zajímavé výsledky. Kvalifikaci dodavatele BIM tedy lze prokázat například s využitím aplikace multikriteriálního rozhodování na základě databáze užití BIM.

Výzkumná otázka O2: Je možné použít k hodnocení dodavatele BIM některou z metod multikriteriálního rozhodování?

Tato výzkumná otázka byla výzkumem zodpovězena v plné míře. Na základě praktické aplikace teoretických poznatků byl vytvořen model a nástroj, který aplikaci multikriteriálního rozhodování pro hodnocení dodavatele BIM demonstruje (viz Kapitoly 9 a 10). Je tedy možné použít k hodnocení dodavatele BIM některou z metod multikriteriálního rozhodování.

12.3 Pracovní hypotéza

Výzkum pracoval s jednou pracovní hypotézou:

Pracovní hypotéza: Během výběrového řízení na dodavatele informačního modelu stavby nelze prověřit míra znalostí a zkušeností jednotlivých uchazečů s problematikou BIM pomocí metod multikriteriálního rozhodování.

Hypotéza byla vyvrácena. Existuje metoda, která umožňuje využít multikriteriální rozhodování během výběrového řízení na dodavatele informačního modelu stavby za účelem prověření míry znalostí a zkušeností jednotlivých uchazečů s problematikou BIM. Tato metoda byla teoreticky popsána, na jejím základě byl vytvořen model a z něj vyplývající nástroj. Ten byl následně ověřen na třech praktických příkladech.

13 Závěry

V rámci výzkumu byly naplněny stanovené cíle, zodpovězeny výzkumné otázky a formulovaná pracovní hypotéza byla vyvrácena.

Výzkum je teoreticky shrnut v teoretické části práce. Za klíčovou část práce je považována praktická analýza užití BIM za účelem možnosti použití multikriteriálního rozhodování pro posouzení dodavatelů z hlediska jejich kompetence v oblasti BIM. Výstupem výzkumu je model, který tuto možnost demonstruje, a jeho praktická aplikace v podobě nástroje. Ten byl prakticky ověřen na existujících projektech BIM.

Výzkum předpokládal, že se jedná o téma aktuální, a to nejen v ČR, ale i v zahraničí. Tento předpoklad se opíral o mé zkušenosti z praxe a o konzultaci s odborníky na zvolené téma. Byl však také dodatečně alespoň z části doložen rešerší literatury a krátkým exkurzem do tématu implementace BIM. Oblast informačního modelování staveb je však extrémně nestabilním a rychle se rozvíjejícím aspektem stavebního průmyslu. Vzhledem k neustále probíhajícím pracím na lokálních i mezinárodních standardech a vzhledem k extrémně rychlému rozvoji souvisejících technologií, je velmi obtížné posoudit reálný dopad provedeného výzkumu na současnou praxi. Přestože jsou výsledky výzkumu prakticky použitelné, je téměř jisté jejich rychlé zastarání a potenciál užití v praxi je závislý na mnoha externalitách.

Z vědecko-výzkumného hlediska je výzkum spíše jednodušší. Jeho výstupy jsou veskrze prakticky orientované. Jak však vyplynulo z provedené rešerše a prezentace dílčích výsledků mé činnosti, řešené téma je z výzkumného hlediska originální a zpracování tématu tak doplňuje znalostní bázi o další poznatky, na které je možné v budoucnu navázat.

V rámci výzkumu bylo nutné překonat množství překážek. Jednou z největších byl nedostatek kvalitních zdrojů na dané téma. K problematice výběru dodavatele BIM jsou dostupná pouze obecná poučení, která neposkytují konkrétní řešení výběru dodavatele BIM. Jednu skupinu dostupných zdrojů představuje literatura věnující se tématu zavádění BIM do podniku, druhou skupinu tvoří národní předpisy standardů modelování jednotlivých zemí zavádějících BIM. Další překážkou byla zatím neexistující standardizace ve spojení s modelováním, která vedla k velmi obecnému popisu požadavků na model v BIM.

Jak bylo zmíněno výše, možným nedostatkem výzkumu je jeho velmi praktická aplikace. Určitou otázkou může být také konkrétní využitelnost vzniklého nástroje. Ačkoliv je zřejmé, že pro praxi má potenciální využití, jeho širší adopce v praxi je v současném stavu spíše nepravděpodobná, a to zejména kvůli nutnosti dopracování uživatelského rozhraní a rozvinutí kvalitní marketingové strategie pro jeho rozšíření na trh. Ta by však vyžadovala potřebné financování a výzkum s obchodním modelem nepracoval.

Určitým nedostatkem prezentovaného výzkumu může být také jeho poměrně úzké zaměření. Přestože je zvolené téma řešeno úplně, z hlediska celkového zasazení do znalostní báze je téma velmi specifické a vytváří množství otázek, které zůstávají nezodpovězeny. Bylo by zajímavé prozkoumat a ověřit, zda-li není pro řešení problému vhodnější jiná metoda multikriteriálního hodnocení nebo zda-li neexistuje jiný způsob, jak formulovat případná kritéria bez využití užití BIM nebo jak naopak formulaci kritérií upřesnit, doplnit nebo jinak vylepšit. Dále, přestože byl model ověřen praktickou aplikací, jeho tvorba by mohla být podložena komplexnějším sběrem dat. Tyto pomyslné nedostatky jsou však zároveň otevřenými cestami k dalšímu výzkumu na dané téma, ať už mého nebo výzkumu kolegů, kteří by se chtěli tématem podrobněji zabývat.

Reference

- [1] Z. Molnár, S. Mildeová, H. Řezanková, R. Brixí a J. Kalina, Pokročilé metody vědecké práce, Praha: Profess consulting s.r.o., 2012.
- [2] Verkehr und digitale Infrastruktur, „Stufenplan Digitales Planen und Bauen,“ Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin, 2015.
- [3] A. Srivastava, „How to Choose the Right BIM and Revit Outsourcing Partner,“ 2019. [Online]. Available: <https://www.ny-engineers.com/blog/how-to-choose-the-right-bim-and-revit-outsourcing-partner#:~:text=Check%20the%20BIM%20Partner's%20Experience&text=Check%20the%20past%20projects%20of,able%20to%20hand%20your%20project..> [Přístup získán 5. květen 2022].
- [4] S. Shahrudin, M. Zairul a A. T. Haron, „Redefining the territory and competency of architectural practitioners within a BIM-based environment: a systematic review,“ v *Architectural Engineering and Design Management*, 2020.
- [5] Parlament České republiky, Zákon č. 134/2016 Sb. - Zákon o zadávání veřejných zakázek, 2016.
- [6] L. Klee, R. Novotný a P. Jelínek, „Metodika zadávání veřejných zakázek s využitím BIM,“ Česká agentura pro standardizaci, Praha, 2021.
- [7] Ministerstvo průmyslu a obchodu, Kvalifikační standard - Specialista/specialistka BIM pro tvorbu a správu produktových informací, MPO, 2021.
- [8] Parlament České republiky, Vyhláška č. 499/2006 Sb., Praha, 2006.
- [9] T. Tan, G. Mills a E. Papadonikolaki, „Combining multi-criteria decision making (MCDM) methods with building information modelling (BIM),“ v *Automation in Construction*, 2021.
- [10] A. F. Alireza, T. . H. Rashidi a A. Akbarnezhad, „BIM-enabled sustainability assessment of material supply decisions,“ v *Engineering, Construction and Architectural Management*, Sydney, 2017.
- [11] T.-K. Wang, Q. Zhang a H.-Y. Chong , „Integrated Supplier Selection Framework in a Resilient Construction Supply Chain: An Approach via Analytic Hierarchy Process (AHP) and Grey Relational Analysis (GRA),“ v *Sustainability 2017*, 2017.
- [12] L. Zhao, Z. Liu a J. Mbachu , „Optimization of the Supplier Selection Process in Prefabrication Using BIM,“ v *Buildings 2019*, 2019.
- [13] M. PAVLOVSKIS, J. ANTUCHEVICIENE a D. MIGILINSKAS, „Application of MCDM and BIM for Evaluation of Asset Redevelopment Solutions,“ v *Studies in Informatics and Control* , Bucharest, 2016.
- [14] I. N. Albukhari, BIM-Based Decision Support for Evaluation of Architectural Submittals during Construction, Ontario: University of Waterloo, 2014, p. <http://hdl.handle.net/10012/8565>.
- [15] P. C. Lee, T. P. Lo a M. Y. Tian, „An Efficient Design Support System based on Automatic Rule Checking and Case-based Reasoning,“ v *KSCE Journal of Civil Engineering*, 2019.
- [16] S. Taylor, Prequalification practices and project outcomes in connection with two stage tendering, Bolton: University of Bolton, 2017.

- [17] C. Eastman, P. Tiecholz, R. Sacks a K. Liston, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, New Jersey: Wiley, 2011.
- [18] B. Succar, M. Bolpagni, P. Matějka, R. Bouška, Z. Rudovský a Š. Tomanová, „BIM Dictionary,” BIME Initiative, [Online]. Available: <https://bimdictionary.com/>. [Přístup získán 20 únor 2018].
- [19] J. Messner, C. Anumba, C. Dubler, S. Goodman, C. Kasprzak, R. Kreider, R. Leicht, C. Saluja, N. Zikic a S. Bhawani, „BIM Project Execution Planning Guide,” 17 duben 2021. [Online]. Available: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanning/>. [Přístup získán 25 leden 2022].
- [20] P. Matějka, *Rizika související s implementací Informačního modelování budov (BIM)*, Praha: ČVUT, 2017.
- [21] „National BIM Standard - United States V3,” 2018. [Online]. Available: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs>. [Přístup získán 7 únor 2018].
- [22] J. J. McArthur, „A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability,” v *Procedia Engineering*, 2015.
- [23] FIEC - European Construction Industry Federation, „FIEC Annual Report 2021,” 2021. [Online]. Available: <https://www.fiec-ar.eu/en/>. [Přístup získán 7 únor 2022].
- [24] S. Gruneberg, *A Strategic Approach to the UK Construction Industry*, Taylor & Francis, 2019.
- [25] F. Barbosa, J. Woetzel, J. Mischke, M. J. Ribeirinho, M. Sridhar, M. Parsons, N. Bertram a S. Brown, *Reinventing construction: A route to higher productivity*, McKinsey & Company, 2017.
- [26] E. Krygiel a B. Nies, *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*, New Jersey: Wiley, 2008.
- [27] P. Barnes a N. Davies, *BIM in Principle and in Practice*, ICE Publishing, 2014.
- [28] Scottish Future's Trust, „BIM Level 1 Approach,” Scottish Government, 2017. [Online]. Available: <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/level2/stage/1/task/58/bim-level-1-guidance>. [Přístup získán 5 únor 2022].
- [29] C. Tangan, C. Aigbavboa a W. D. Thwala, *Construction Project Monitoring and Evaluation*, Taylor & Francis, 2021.
- [30] W. Lu, C. C. Lai a T. Tse, *BIM and Big Data for Construction Cost Management*, Taylor & Francis, 2019.
- [31] R. Klaschka, *BIM in small practices: Illustrated case studies*, NBS, 2014.
- [32] O. Davtalab a J. L. Delgado, „Benefits of 6 D BIM for Facilities Management Departments for Construction Projects – A Case Study Approach,” v *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining*, Sydney, 2014.
- [33] J. Fotr a I. Souček, *Investiční rozhodování a řízení projektů*, Grada, 2010.
- [34] „Autodesk 2011 Building Information Modelling for Sustainable Design - Conceptual Building Performance Analysis Overview,” 2011. [Online]. Available: <https://thesustainabledesigntoolbox.typepad.com/files/autodesk-sustainability---conceptual-building-performance-analysis-overview.pdf>. [Přístup získán 15 leden 2019].

- [35] D. Walasek a A. Barszcz, „Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI],“ v *Procedia Engineering*, 2017.
- [36] D. Ilter a E. Ergen, „BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions,“ Istanbul, 2015.
- [37] B. Nikmehr, R. Hosseini a J. Wang, „BIM-Based Tools for Managing Construction and Demolition Waste,“ v *Sustainability* 2021, 2021.
- [38] U.S. GSA, „BIM Execution Plan,“ [Online]. Available: <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-software-guidelines/document-guides/bim-execution-plan#:~:text=The%20intent%20of%20the%20BIM,contrasted%20with%20optimizing%20siloes%20interests..> [Přístup získán 7. březen 2022].
- [39] Česká agentura pro standardizaci, „Datový standard staveb (DSS),“ [Online]. Available: <https://www.koncepcebim.cz/847-datovy-standard-staveb-dss#>. [Přístup získán 9. květen 2022].
- [40] The buildingSMART, „Industry Foundation Classes (IFC),“ [Online]. Available: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>. [Přístup získán 17. květen 2022].
- [41] Odborná rada pro BIM, „Co je SNIM a proč vznikla potřeba standardu negrafických informací 3D modelu?,“ [Online]. Available: <https://www.czbim.org/hp/snim/>. [Přístup získán 15. květen 2022].
- [42] Česká agentura pro standardizaci, „Klasifikační systém CCI,“ [Online]. Available: <https://www.koncepcebim.cz/846-klasifikacni-system-cci>. [Přístup získán 15. květen 2022].
- [43] Ministerstvo průmyslu a obchodu, „Koncepte zavádění metody BIM v ČR schválena vládou,“ 2017. [Online]. Available: <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>. [Přístup získán 3. květen 2022].
- [44] Agentura ČAS, „Český smluvní standard (Design-Bid-Build),“ 23. prosinec 2020. [Online]. Available: https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Cesky%20smluvni%20standard%20%28Design-Bid-Build%29__Agentura%20CAS%20%282%29.pdf. [Přístup získán 10. březen 2022].
- [45] „Český smluvní standard (Design-Build),“ 23. červenec 2021. [Online]. Available: https://www.koncepcebim.cz/uploads/inq/files/Cesky%20smluvni%20standard%20%28Design-Build%29__Agentura%20CAS%20%283%29.pdf. [Přístup získán 10. březen 2022].
- [46] Planen-bauen 4.0 – Gesellschaft zur Digitalisierung des Planens, „Konzept zur schrittweisen Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken – Stufenplan zur Einführung von BIM,“ 2015. [Online]. Available: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/bim-stufenplan-endbericht.pdf?__blob=publicationFile. [Přístup získán 2. únor 2022].
- [47] B. McAuley, A. Hore a R. West, BICP Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programme, Dublin: Construction IT Alliance (CitA) Limited, 2017.

- [48] „VDI-Handbuch Building Information Modeling,“ 5 únor 2022. [Online]. Available: <https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-manual-building-information-modeling>. [Přístup získán 2022].
- [49] bimobject, „The 2022 global guide to BIM mandates and initiatives,“ Leden 2022. [Online]. Available: <https://business.bimobject.com/en/resources/a-manufacturer-s-guide-to-global-bim-mandates-and-initiatives/>. [Přístup získán 3 Březen 2022].
- [50] F. Mohus a H. Onarheim, „STATSBYGG BIM-MANUAL 2.0 (SBM2),“ 28 Srpen 2019. [Online]. Available: http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2019/08/2019-08-28_EU_BIM_Task_Group_Statsbygg_BIM_Manual_20_v101.pdf. [Přístup získán 4 únor 2022].
- [51] S. Mordue, P. Swaddle a D. Philp, BIM for dummies, New Jersey: John Wiley and Sons Ltd, 2015.
- [52] Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités locales, „Plan BIM 2022,“ Prosinec 2018. [Online]. Available: <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-07/Plan%20BIM%202022.pdf>. [Přístup získán 20 únor 2022].
- [53] A. Wong, F. K. W. Wong a A. Nadeem, „Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries,“ v *Changing Roles: New Roles, New Challenges*, Noordwijk aan zee, 2009.
- [54] M. Kiviniemi, „Building Information Model (BIM) promoting safety in the construction site process,“ TurvaBIM in Finnish, 2009.
- [55] buildingSMART Finland, 2012. [Online]. Available: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/cobim_1_general_requirements_v1.pdf. [Přístup získán únor 2022].
- [56] R. S. Heralová, V. Beran a P. Dlask, Rozhodování (vstupní data, významnost kritérií, hodnocení variant), Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2011.
- [57] P. Fiala, J. Jablonský a M. Maňas, Vícekriteriální rozhodování, Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994.
- [58] J. Messner, A. Chimay a C. Dubler, „Procurement Planning,“ [Online]. Available: <https://psu.pb.unizin.org/bimplanningforowners/chapter/procurement-planning/>. [Přístup získán 6. duben 2022].
- [59] Z. Rudovský, J. Žák a J. Růžička, „Analýza užití informačního modelování staveb (BIM),“ ČAS, Praha, 2019.
- [60] I. Czmocho, „Traditional Design versus BIM Based Design,“ v *Procedia Engineering*, 2014.
- [61] M. Ibrahim a G. Schipporeit, „Two Approaches to BIM: A Comparative Study,“ v *Architecture in the Network Society*, 2004.
- [62] M. Kokorus a W. Eyrich, „Innovative approach to the substation design using Building Information Modeling (BIM) technology,“ v *20016 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition (T&D)*, 2016.
- [63] A. . Grilo a R. . Jardim-Goncalves, „Challenging electronic procurement in the AEC sector: A BIM-based integrated perspective,“ *Automation in Construction*, sv. 20, č. 2, pp. 107-114, 2011.
- [64] G. . Costa a L. . Madrazo, „Connecting building component catalogues with BIM models using semantic technologies: an application for precast

- concrete components," *Automation in Construction*, sv. 57, č. , pp. 239-248, 2015.
- [65] Z. A. Adamu, S. . Emmitt a R. . Soetanto, „Social BIM: Co-creation with shared situational awareness," *Journal of Information Technology in Construction*, sv. 20, č. 16, pp. 230-252, 2015.
- [66] K. A. Ogori, A. . Diakite, T. T. Krijnen, H. . Ledoux a J. . Stoter, „Processing BIM and GIS Models in Practice: Experiences and Recommendations from a GeoBIM Project in The Netherlands," *ISPRS international journal of geo-information*, sv. 7, č. 8, p. 311, 2018.
- [67] bricsys, [Online]. Available: <https://blog.bricsys.com/wp-content/uploads/2019/04/p6.png>.
- [68] A. . Warchoř, „THE CONCEPT OF LIDAR DATA QUALITY ASSESSMENT IN THE CONTEXT OF BIM MODELING," *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, sv. , č. , pp. 61-66, 2019.
- [69] bitfab, „Photogrammetry, 3D Scanning With A Photo Camera," [Online]. Available: <https://bitfab.io/blog/photogrammetry/>. [Přístup získán 21. květen 2022].
- [70] P. . Borin a F. . Cavazzini, „CONDITION ASSESSMENT OF RC BRIDGES. INTEGRATING MACHINE LEARNING, PHOTOGRAMMETRY AND BIM," *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, sv. , č. , pp. 201-208, 2019.
- [71] G. . Lee, H. K. Park a J. . Won, „D3 City project — Economic impact of BIM-assisted design validation," *Automation in Construction*, sv. 22, č. , pp. 577-586, 2012.
- [72] frameviz, „frameviz.com," [Online]. Available: <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/58ddebe5197aea5a621d2a58/1599940883350-9AF6ICOKKFRND3TX4LR2/cam+01+final.jpg?format=1500w>.
- [73] M. . Johansson, „Real-time rendering of large building information models: Current state vs. state-of-the-art," , 2012. [Online]. Available: http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2012_095.content.pdf . [Přístup získán 14 8 2022].
- [74] S. . Vincke, R. d. L. Hernandez, M. . Bassier a M. . Vergauwen, „IMMERSIVE VISUALISATION OF CONSTRUCTION SITE POINT CLOUD DATA, MESHES AND BIM MODELS IN A VR ENVIRONMENT USING A GAMING ENGINE," *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, sv. , č. , pp. 77-83, 2019.
- [75] M. . Hakkarainen a C. W. K. Rainio, „Software Architecture for Mobile Mixed Reality and 4D BIM Interaction," , 2009. [Online]. Available: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/media/publications/cib-w78_v1.1.pdf. [Přístup získán 14 8 2022].
- [76] K. T. Tse, A. K. Wong a F. K. Wong, „Design Visualisation and Documentation with Building Information Modelling," , 2007. [Online]. Available: http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2007_241.content.pdf . [Přístup získán 14 8 2022].
- [77] L. . Wang a F. . Leite, „Knowledge discovery of spatial conflict resolution philosophies in BIM-enabled MEP design coordination using data mining techniques: A proof-of-concept," *Computing in Civil Engineering*, sv. , č. , pp. 419-426, 2013.
- [78] Í. a. A. M. Guedes, „Automatic Rule-Based Checking for the Approval of Building Architectural Designs of Airport Passenger Terminals based on BIM,"

- , 2019. [Online]. Available: http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaadesigradi2019_613. [Přístup získán 14 8 2022].
- [79] A. Y. Chen a T. . Huang, „BIM-Enabled Decision Making for In-Building Rescue Missions,“ , 2014. [Online]. Available: <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2014-paper-016.pdf>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [80] X.-S. . Chen, C.-C. . Liu a I.-C. . Wu, „A BIM-based visualization and warning system for fire rescue,“ *Advanced Engineering Informatics*, sv. 37, č. , pp. 42-53, 2018.
- [81] B. . Strug a G. . Ślusarczyk, „Reasoning about accessibility for disabled using building graph models based on BIM/IFC,“ *Visualization in Engineering*, sv. 5, č. 1, p. 10, 2017.
- [82] M. J. Sani a A. A. Rahman, „GIS AND BIM INTEGRATION AT DATA LEVEL: A REVIEW,“ *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, sv. , č. , pp. 299-306, 2018.
- [83] A. P. Chassiakos, S. . Karatzas a P. . Farmakis, „BIM and Lean-Business Process Reengineering for Energy Management Optimization of Existing Building Stock,“ , 2019. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00220-6_85. [Přístup získán 14 8 2022].
- [84] M. . Qun, J. . Wang a C. . Liu, „Energy-Saving Optimization of Water Supply Pumping Station Life Cycle Based on BIM Technology,“ , 2017. [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/100/1/012201/pdf>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [85] C. . Wu a M. J. Clayton, „BIM-BASED ACOUSTIC SIMULATION FRAMEWORK,“ , 2013. [Online]. Available: <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2013-paper-66.pdf>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [86] H. . Liu, M. . Lu a M. . Al-Hussein, „BIM-Based Integrated Framework for Detailed Cost Estimation and Schedule Planning of Construction Projects,“ , 2014. [Online]. Available: http://iaarc.org/publications/fulltext/isarc2014_submission_32.pdf. [Přístup získán 14 8 2022].
- [87] P. C. Ferrari, N. F. Silva a E. M. Lima, „Building Information Modeling and Interoperability with Environmental Simulation Systems,“ , 2010. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-90-481-3658-2_101. [Přístup získán 14 8 2022].
- [88] Venture well, „Daylight Analysis in BIM,“ [Online]. Available: <https://sustainabilityworkshop.venturewell.org/buildings/daylight-analysis-bim.html>. [Přístup získán 15. květen 2022].
- [89] D. . Olsen a J. M. Taylor, „Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors,“ *Procedia Engineering*, sv. 196, č. , pp. 1098-1105, 2017.
- [90] A. S. Ismail, K. N. Ali a N. A. Iahad, „A Review on BIM-based automated code compliance checking system,“ , 2017. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8002486>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [91] T. . Kang, „Rule-Based LEED Evaluation Method considering BIM Linkage and Variability,“ *Ksce Journal of Civil Engineering*, sv. 24, č. 1, pp. 110-121, 2020.
- [92] R. . Santos, A. A. Costa, J. D. Silvestre a L. . Pyl, „Integration of LCA and LCC analysis within a BIM-based environment,“ *Automation in Construction*, sv. 103, č. , pp. 127-149, 2019.

- [93] L. . Sanches, J. G. F. Abdalla a M. A. S. Hippert, „BIM as support for design process with fire safety regulations,“ , 2017. [Online]. Available: https://ijooes.fe.up.pt/article/download/2184-0954_001.001_0004/12. [Přístup získán 14 8 2022].
- [94] D. Semič, Fire safety analysis of the Crystal Palace based on optimized BIM model, Ljubljana: University of Ljubljana, 2016.
- [95] Z.-Z. . Hu, J.-P. . Zhang a Z. . Deng, „Construction Process Simulation and Safety Analysis Based on Building Information Model and 4D Technology,“ *Tsinghua Science & Technology*, sv. 13, č. , pp. 266-272, 2008.
- [96] H.-S. . Moon, H.-S. . Kim, V. R. Kamat a L.-S. . Kang, „BIM-Based Construction Scheduling Method Using Optimization Theory for Reducing Activity Overlaps,“ *Journal of Computing in Civil Engineering*, sv. 29, č. 3, pp. 04014048-04014048, 2015.
- [97] L. . Zhao, Z. . Liu a J. . Mbachu, „Optimization of the supplier selection process in prefabrication using BIM,“ *Buildings*, sv. 9, č. 10, p. 222, 2019.
- [98] M. . Goyal, „Integration of building information modeling (BIM) and prefabrication: A boost to lean principle environment,“ , 2016. [Online]. Available: <https://library.ndsu.edu/ir/handle/10365/28218>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [99] S. . Jang a G. . Lee, „Process, productivity, and economic analyses of BIM-based multi-trade prefabrication—A case study,“ *Automation in Construction*, sv. 89, č. , pp. 86-98, 2018.
- [100] M. R. Asl, S. . Zarrinmehr a W. . Yan, „Towards BIM-based Parametric Building Energy Performance Optimization,“ , 2013. [Online]. Available: http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/show?acadia13_101. [Přístup získán 14 8 2022].
- [101] M. Nyei, BIM in Structural Engineering: A Study of Interoperability Between BIM Platform and FEM Software on Structural Modelling, Analysis and Design, Ljubljana: University of Ljubljana, 2021.
- [102] S. . Thareja a E. J. Chand, „Effective Analysis of Highrise Structure Buildings in Autodesk Revit Bim (Building Data Modeling) vs Autocad,“ *International journal of engineering research and technology*, sv. 8, č. 7, p. , 2019.
- [103] C. j. Conway, C. K. Mr, M. M. Mr, C. . Ahern a A. . Behan, „Leveraging Lean in construction: A case study of a BIM-based HVAC manufacturing process,“ , 2014. [Online]. Available: <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1032&context=sdar>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [104] S. . Porter, T. P. L. Tan, T. . Tan a G. . West, „Breaking into BIM: Performing static and dynamic security analysis with the aid of BIM,“ *Automation in Construction*, sv. 40, č. , pp. 84-95, 2014.
- [105] M. . Gnanarednam a H. . Jayasena, „Ability of BIM to satisfy CAFM information requirements,“ , 2015. [Online]. Available: <http://dl.lib.mrt.ac.lk/handle/123/10752>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [106] N. O. Nawari a S. . Ravindran, „Blockchain and Building Information Modeling (BIM): Review and Applications in Post-Disaster Recovery,“ *Buildings*, sv. 9, č. 6, p. 149, 2019.
- [107] R. . Sarkar, K. . Narang, P. . Sharma, I. . Pal a A. . Dikshit, „Risk Identification, Assessment, and Disaster Risk Reduction of a Building Information Modeling (BIM)-Implemented Project,“ , 2017. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-32-9527-8_17. [Přístup získán 14 8 2022].

- [108] K. K. Han a M. . Golparvar-Fard, „Automated Monitoring of Operation-Level Construction Progress Using 4D BIM and Daily Site Photologs,“ , 2014. [Online]. Available: <http://sipb.sggw.pl/crc2014/data/papers/9780784413517.106.pdf>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [109] A. . Nadeem, A. K. D. Wong, G. . Akhanova, S. . Azhar a S. N. Wong, „Application of Building Information Modeling (BIM) in Site Management—Material and Progress Control,“ , 2018. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-6190-5_26. [Přístup získán 14 8 2022].
- [110] V. S. Kalasapudi, Y. . Turkan a P. . Tang, „Toward Automated Spatial Change Analysis of MEP Components Using 3D Point Clouds and As-Designed BIM Models,“ , 2014. [Online]. Available: <https://asu.pure.elsevier.com/en/publications/toward-automated-spatial-change-analysis-of-mep-components-using->. [Přístup získán 14 8 2022].
- [111] S. . Ghosh, S. . Negahban, Y. H. Kwak a M. J. Skibniewski, „Impact of sustainability on integration and interoperability between BIM and ERP - A governance framework,“ , 2011. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5995975>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [112] F. S. T. Hewavitharana a A. A. D. A. J. Perera, „Sustainability via ERP and BIM Integration,“ , 2018. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-9749-3_19. [Přístup získán 14 8 2022].
- [113] „BIM for CAFM update,“ 18. listopad 2014. [Online]. Available: <http://blog.fm180.com/2014/>. [Přístup získán 7. květen 2022].
- [114] S. A. Azzran, J. H. M. Tah a H. . Abanda, „Developing BIM-FM innovation technology acceptance framework,“ , 2018. [Online]. Available: <http://journalarticle.ukm.my/13649>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [115] A. I. Reginald, „Integrating BIM with BMS in Energy Performance Assessment: Case Study of a University Building in UK,“ , 2015. [Online]. Available: <https://igi-global.com/article/integrating-bim-with-bms-in-energy-performance-assessment/125261>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [116] T. Rakennus, „CONNECTING IOT DATA TO BIM,“ [Online]. Available: <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/connecting-iot-data-to-bim.html>. [Přístup získán 9. květen 2022].
- [117] S. . Abrishami, J. S. Goulding, F. P. Rahimian a A. . Ganah, „Virtual generative BIM workspace for maximising AEC conceptual design innovation: a paradigm of future opportunities,“ *Construction Innovation: Information, Process, Management*, sv. 15, č. 1, pp. 24-41, 2015.
- [118] S.-Y. . Chen, „Use of neural network supervised learning to enhance the light environment adaptation ability and validity of Green BIM,“ *Computer-aided Design and Applications*, sv. 15, č. 6, pp. 831-840, 2017.
- [119] A. . Anderson, A. . Marsters, C. S. Dossick a G. . Neff, „Construction to Operations Exchange: Challenges of Implementing COBie and BIM in a Large Owner Organization,“ , 2012. [Online]. Available: <http://rebar.ecn.purdue.edu/crc2012/papers/pdfs/-150.pdf>. [Přístup získán 14 8 2022].
- [120] L. . Tang a D. A. Adkins, „SMART BUILDING INFORMATION MODELLING: THE USE OF ANN-COBIE FOR HVAC INFORMATION CAPTURE AND EXCHANGED,“ , 2013. [Online]. Available: https://researchgate.net/profile/llewellyn_tang/publication/271967134_

smart_building_information_modelling_the_use_of_ann-cobie_for_hvac_information_capture_and_exchanged/links/54d836540cf2464758199309.pdf. [Přístup získán 14 8 2022].

- [121] J. . Dimyadi a R. . Amor, „Automated Building Code Compliance Checking – Where is it at?“, 2013. [Online]. Available: http://irbnet.de/daten/iconda/cib_dc27341.pdf. [Přístup získán 14 8 2022].
- [122] Bundesministerium für Digitales und Verkehr, „Umsetzung des Stufenplans „Digitales Planen und Bauen“,“ Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin, 2020.
- [123] Statsbygg, „Statsbygg BIM Manual,“ Statsbygg, Oslo, 2017.
- [124] S. . Jang a G. . Lee, „Process, productivity, and economic analyses of BIM-based multi-trade prefabrication—A case study,“ *Automation in Construction*, sv. 89, č. , pp. 86-98, 2018.
- [125] S.-y. . Chen, „A green building information modelling approach: building energy performance analysis and design optimization,“ , 2018. [Online]. Available: https://matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/28/mateconf_imeti2018_01004.pdf. [Přístup získán 14 8 2022].

Seznam tabulek

Tabulka 7-1: Příklad zařazení kritérií do tříd	34
Tabulka 7-2: Příklad normalizace kritérií	34
Tabulka 7-3: Příklad hodnotící stupnice s deskriptory	35
Tabulka 7-4: Příklad přiřazení bodů dle stupnice a následné normalizace kritérií.....	35
Tabulka 7-5: Příklad Metfesselovy alokace a normalizace kritérií.....	36
Tabulka 7-6: Příklad hodnot kritérií z hodnotící stupnice a jejich normalizace	37
Tabulka 7-7: Příklad porovnání významu kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí a následná normalizace	37
Tabulka 7-8: Přehled metod multikriteriálního hodnocení	38
Tabulka 7-9: Příklad přiřazení pořadí variantám v jednotlivých kritériích.....	39
Tabulka 7-10: Příklad převodu na body přiřazené v jednotlivých kritériích.....	40
Tabulka 7-11: Příklad pořadí variant dle hodnoty	40
Tabulka 7-12: Příklad bodovací stupnice s deskriptory	41
Tabulka 7-13: Příklad bodování variant v jednotlivých kritériích.....	41
Tabulka 7-14: Příklad pořadí variant dle hodnoty	42
Tabulka 8-1: Stanovení mezních kritérií.....	45
Tabulka 8-2: Přehled užití BIM	45
Tabulka 9-1: Tabulka objednatelem vybraných užití BIM.....	103
Tabulka 9-2: Příklad použití Metfesselovy alokace a normalizace kritérií.....	103
Tabulka 9-3: Tabulka formy prokázání kvalifikace dodavatele	104
Tabulka 9-4: Příklad přiřazení bodů v jednotlivých kritériích.....	104
Tabulka 9-5: Příklad pořadí variant dle hodnoty.....	104
Tabulka 9-6: Tabulka hodnotící stupnice s deskriptory	109
Tabulka 10-1: Tabulka vybraných užití BIM praktické aplikace nástroje NVDB	111

Seznam obrázků

Obrázek 5-1: Bew-Richards diagram	14
Obrázek 5-2: Vztah mezi 3D, 4D a 5D BIM.....	16
Obrázek 5-3: Fáze stavebního projektu	17
Obrázek 5-4: MacLeamyho křivka	20
Obrázek 6-1: Proces validace elementu	27
Obrázek 6-2: Proces validace modelu při předání.....	28
Obrázek 7-1: Příklad přiřazení kritérií k hodnotící stupnici.....	36
Obrázek 8-1: Ukázka architektonického modelu.....	48
Obrázek 8-2: Ukázka modelu elektroinstalací.....	50
Obrázek 8-3: Ukázka modelu TZB.....	51
Obrázek 8-4: Ukázka modelu statiky.....	53
Obrázek 8-5: Ukázka CDE.....	55
Obrázek 8-6: Ukázka mračna bodů.....	57
Obrázek 8-7: Ukázka fotogrammetrie.....	58
Obrázek 8-8: Ukázka fotorealistické vizualizace.....	61
Obrázek 8-9: Ukázka kontroly kolizí.....	65
Obrázek 8-10: Ukázka analýzy denní osvětlenosti	75
Obrázek 8-11: Ukázka simulace požáru.....	81
Obrázek 8-12: Ukázka analýzy statiky.....	86
Obrázek 8-13: Ukázka CAFM systému integrujícího BIM.....	94
Obrázek 8-14: Ukázka integrace BIM a IoT v BMS.....	96
Obrázek 9-1: Ukázka úvodní obrazovky nástroje NVDB	105
Obrázek 9-2: Proces použití nástroje hodnocení	107
Obrázek 9-3: Ukázka vzorku architektonického modelu	108
Obrázek 10-1: Model bytového domu Italská.....	112
Obrázek 10-2: Model bytového domu Jiráskova.....	113
Obrázek 10-3: Model bytového domu Orebice	114

Seznam příloh

Příloha 1: Analýza užití BIM

Příloha 2: Návod práce s nástrojem NVDB

Příloha 3: Výřez výběru užití DPS v NVDB

Příloha 4: BD Italská – Hodnocení NVDB

Příloha 5: BD Jiráskova – Hodnocení NVDB

Příloha 6: BD Orebice – Hodnocení NVDB

Elektronická příloha 7: Nástroj NVDB v. 2.6 (NVDB_v2.6.zip)

Příloha 1: Analýza užití BIM

zdroj: [59]

Užití	PPR (A)	STS (B)	DUR (C)	DSP (D)	DPS (E)	DZS (F)	RDS (G)	ZBV (H)	DSPS (I)	Fáze užívání stavby (J)	Fáze odstraňování stavby (K)
Tvorba návrhu		6,6	8,8	8,4	7	6,4	4,8	4,6	3,8	3,2	
Vytvoření architektonického modelu	6	6,6	7,6	8,2	6,4	6,4	6,2	5,8	6,8	8,2	
Vytvoření modelu elektroinstalací			3,2	6,4	7,8	8	8,4	8,4	8,4	8,4	
Vytvoření modelu TZB			3,6	6,8	7,8	8	9	9	9	8,8	
Vytvoření statického modelu			3,2	6,6	8	8,2	8,6	8,6	8,6	7,6	
Umístění stavby do geoprostoru	5,8	6,4	7,2	7,4	6,4	5,4	5,8	5	4,2	3,4	
Distribuce informací a řízení dat v rámci projektu (část CDE)	5	5,8	6,8	8,4	8,8	9	9,2	9,2	9,2	9,2	6
Územně analytická data	5,6										
Průzkumy, zaměření, veřejné registry	6,8								6,2	5,8	6,8
Laserové skenování (3D model skutečnosti)	7,4							7,6	6,8	5,4	5,8
Fotogrammetrie (3D model skutečnosti)	7,2							7,6	6,8	5,4	5,8
Prokázání investičního záměru		7,4	7,8	6,6	6	5,8	5	4,8	4,6	4	
Klientské vyhodnocení		8,8	8,8	8	7,8	8	8	8,2	7,6		
Vizualizace do 2D formátu		6,8	6	4,8	4,6	4,4	5,2	4,4	3,6	3,6	
Simulace ve virtuální realitě		6	5	5	5	4	3,8	4,2	4,2	4,5	
Simulace v rozšířené realitě		7	6	6	6	6,5	6	4,5	4,5	4,5	
Vytváření výkresové dokumentace		6,6	7,6	8,2	8,6	8,6	8,6	9	8,4	8,4	8,4
Prostorová koordinace		7,2	7,4	8,6	9,6	9,6	9,8	9,8		7,5	4,5
Kontrola struktury modelu	5,2	5,4	6	7,8	9,2	9,2	9,2	8,8	8,8	7,2	7,8
Kontrola obsahu modelu	5,4	5,6	5,8	8	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	8,4
Analýza úniku osob				7,6	6,4	4,8	4,4	4,4	5,2	5,2	
Automatizace a robotizace výstavby							10	10			7
Analýza bezbariérového přístupu		4	6	8,6	7,4	5,8	5,2	5,2	6,6	8,6	
Zanášení změn do KN								4,2	7,8	6	8
Provozní optimalizace energetické náročnosti (netýká se návrhu)										9,6	
Vyhodnocení z hlediska dopadu na životní prostředí		7,8	8	8,8	8,6	5,2	5,8	4,8			5
Analýza akustiky			3,4	5	4,8	3,4	2,4	2,8		4,6	
Analýza realizační ceny	8,4	8,8	8,8	9	9,6	9,4	9,6	7,8			8
Analýza denní osvětlenosti (a prosluněnosti)		7	7	8	7	4		4		4,2	
Výkaz množství		10	10	10	10	10	10	10		10	10
Vyhodnocení z hlediska DOSS		6	7,8	8				6	8		7
Vyhodnocení z hlediska ostatních účastníků řízení	6	6	7,8	8							5
Vyhodnocení z hlediska ostatních závazných parametrů řízení		6	7,4	7,6				6	8		5
Vyhodnocení z hlediska požadované certifikace		6,2	6,2	7	7,4	5,8	5,8	5	7,6	6	
Analýza nákladů životního cyklu (LCC)		6,6	7	8,4	9,2	7,6	5,4	5		5,2	5
Model PBR				7,6	7,4		5,8	5,8		5	
Simulace průběhu požáru				5	5			4,2		6	
Simulace průběhu výstavby		4,6	5,6	7	9,2		9,8	9,8			8,2
Generování časového plánu výstavby		4,6	5,4	6,8	9		9,6	9,6			8,2
Generování plánu dodávek							8	8			7
Řízení logistiky výstavby							9,6	9,6			7
Prefabrikace (modularizace)				5	8		9,6	9,6			4
Analýza energetické náročnosti (v návrhu)		6,6	6	9	9		5,4	5			
Analýza statiky stavby		5	5	8	8,5		7	7		5	7
Analýza zařízení elektro			4	6,4	7,5			7,5		4	
Analýza TZB			5	8	8,4			8,4		4	
Analýza zabezpečení objektu			4	5	8			7		4	
Analýzy ostatní nespecifikované			4	5	5,8			5		4	
Generování plánu údržby budovy					7				8	9,6	
Vytvoření plánu krizových/havarijních situací				6	7				7	7,8	
Modelování prvků BOZP							6,4	7,2			
Simulace stavů výstavby z pohledu BOZP							7,8	8			
Předání stavby nebo dílčích plnění								8	9,6		
Management prostor		7	7	7	7				7	7	
Integrace s podnikovými systémy								9	9	10	
Integrace se systémy pro správu a údržbu								9	9	10	
Řízení vnitřního prostředí - MaR - napojení na MaR									8,8	9,6	
Vytvoření modelu technologií pro budovy (mimo TZB)	6	6		7	8	8,4		8	8	8	
Distribuce informací a řízení dat vně projektu (jako části CDE)		8	7	7		7				6,4	6,6
Analýza osvětlení				6	7			5		6	
Doložení informací o konstrukcích a výrobcích								9	9	10	10

Příloha 2: Návod práce s nástrojem NVDB

zdroj: vlastní zpracování

Číslo kroku	Popis kroku																																																																																								
1	<p>Klikněte na jedno z oken dle požadovaného stupně zpracování i informačního modelu stavby. Např. MODEL DPS</p> <div data-bbox="359 1160 689 1576" data-label="Diagram"> </div>																																																																																								
2	<p>Budete přesměrováni k výběru zadání => Název listu "Vyber užití DPS"</p> <div data-bbox="746 936 785 1173" data-label="Section-Header"> <p style="text-align: center;">GENEROVAT ZADÁNÍ</p> </div> <div data-bbox="791 300 1315 1868" data-label="Table"> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="791 1711 826 1868">Vyber užití</th> <th data-bbox="791 1420 826 1711">Název parametrů DPS</th> <th data-bbox="791 1308 826 1420">Informační data</th> <th data-bbox="791 1061 826 1308">Prostředí stavby</th> <th data-bbox="791 792 826 1061">VÝBĚR UŽITÍ DPS</th> <th data-bbox="791 524 826 792">Vstup</th> <th data-bbox="791 300 826 524">Vstupní podmínky</th> <th data-bbox="791 241 826 300">Výstup</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Průběh stavby</td> <td>1,0</td> <td>Demontážní stavba, číselná hodnota</td> <td>1,0</td> <td>Demontážní stavba, číselná hodnota</td> <td>Demontážní stavba, číselná hodnota</td> <td>Demontážní stavba, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Výhled investiční práce</td> <td>0,1</td> <td>Výhled investiční práce, číselná hodnota</td> <td>0,1</td> <td>Výhled investiční práce, číselná hodnota</td> <td>Výhled investiční práce, číselná hodnota</td> <td>Výhled investiční práce, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Výhled stavby elektroinstalací</td> <td>1,0</td> <td>Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota</td> <td>1,0</td> <td>Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota</td> <td>Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota</td> <td>Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Výhled stavby TIS</td> <td>1,0</td> <td>Výhled stavby TIS, číselná hodnota</td> <td>1,0</td> <td>Výhled stavby TIS, číselná hodnota</td> <td>Výhled stavby TIS, číselná hodnota</td> <td>Výhled stavby TIS, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Výhled montáže střešních konstrukcí</td> <td>0,1</td> <td>Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota</td> <td>0,1</td> <td>Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota</td> <td>Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota</td> <td>Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Uzemňovací práce</td> <td>0,1</td> <td>Uzemňovací práce, číselná hodnota</td> <td>0,1</td> <td>Uzemňovací práce, číselná hodnota</td> <td>Uzemňovací práce, číselná hodnota</td> <td>Uzemňovací práce, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP)</td> <td>0,1</td> <td>Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota</td> <td>0,1</td> <td>Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Montážní práce na kování</td> <td>0,1</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>0,1</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Montážní práce na kování</td> <td>1,0</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>1,0</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Montážní práce na kování</td> <td>0,1</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>0,1</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> <td>Montážní práce na kování, číselná hodnota</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Vyber užití	Název parametrů DPS	Informační data	Prostředí stavby	VÝBĚR UŽITÍ DPS	Vstup	Vstupní podmínky	Výstup	1	Průběh stavby	1,0	Demontážní stavba, číselná hodnota	1,0	Demontážní stavba, číselná hodnota	Demontážní stavba, číselná hodnota	Demontážní stavba, číselná hodnota	2	Výhled investiční práce	0,1	Výhled investiční práce, číselná hodnota	0,1	Výhled investiční práce, číselná hodnota	Výhled investiční práce, číselná hodnota	Výhled investiční práce, číselná hodnota	3	Výhled stavby elektroinstalací	1,0	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	1,0	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	4	Výhled stavby TIS	1,0	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	1,0	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	5	Výhled montáže střešních konstrukcí	0,1	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	0,1	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	6	Uzemňovací práce	0,1	Uzemňovací práce, číselná hodnota	0,1	Uzemňovací práce, číselná hodnota	Uzemňovací práce, číselná hodnota	Uzemňovací práce, číselná hodnota	7	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP)	0,1	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	0,1	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	11	Montážní práce na kování	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	12	Montážní práce na kování	1,0	Montážní práce na kování, číselná hodnota	1,0	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	13	Montážní práce na kování	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota
Vyber užití	Název parametrů DPS	Informační data	Prostředí stavby	VÝBĚR UŽITÍ DPS	Vstup	Vstupní podmínky	Výstup																																																																																		
1	Průběh stavby	1,0	Demontážní stavba, číselná hodnota	1,0	Demontážní stavba, číselná hodnota	Demontážní stavba, číselná hodnota	Demontážní stavba, číselná hodnota																																																																																		
2	Výhled investiční práce	0,1	Výhled investiční práce, číselná hodnota	0,1	Výhled investiční práce, číselná hodnota	Výhled investiční práce, číselná hodnota	Výhled investiční práce, číselná hodnota																																																																																		
3	Výhled stavby elektroinstalací	1,0	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	1,0	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota	Výhled stavby elektroinstalací, číselná hodnota																																																																																		
4	Výhled stavby TIS	1,0	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	1,0	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	Výhled stavby TIS, číselná hodnota	Výhled stavby TIS, číselná hodnota																																																																																		
5	Výhled montáže střešních konstrukcí	0,1	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	0,1	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota	Výhled montáže střešních konstrukcí, číselná hodnota																																																																																		
6	Uzemňovací práce	0,1	Uzemňovací práce, číselná hodnota	0,1	Uzemňovací práce, číselná hodnota	Uzemňovací práce, číselná hodnota	Uzemňovací práce, číselná hodnota																																																																																		
7	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP)	0,1	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	0,1	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota	Montážní práce na dřevěných konstrukcích (MPP), číselná hodnota																																																																																		
11	Montážní práce na kování	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota																																																																																		
12	Montážní práce na kování	1,0	Montážní práce na kování, číselná hodnota	1,0	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota																																																																																		
13	Montážní práce na kování	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	0,1	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota	Montážní práce na kování, číselná hodnota																																																																																		

Příloha 3: Výřez výběru užití DPS v NVDB

zdroj: vlastní zpracování

Výběr užití DPS				
Výběr užití DPS	Číslo užití	Popis jednotlivých užití	Nenormovaná váha	
<input type="checkbox"/> Vybrat vše				
<input type="checkbox"/>	1	Tvorba návrhu	7,0	Demonstr
<input type="checkbox"/>	2	Vytvoření architektonického modelu	6,4	Demonstr
<input type="checkbox"/>	3	Vytvoření modelu elektroinstalací	7,8	Demonstr
<input type="checkbox"/>	4	Vytvoření modelu TZB	7,8	Demonstr
<input type="checkbox"/>	5	Vytvoření statického modelu	8,0	Demonstr
<input type="checkbox"/>	6	Umístění stavby do geoprostoru	6,4	Demonstr
<input type="checkbox"/>	7	Distribuce informací a řízení dat v rámci projektu (část CDE)	8,8	Popsat zvo
<input type="checkbox"/>	11	Prokázání investičního záměru	6,0	Demonstr
<input type="checkbox"/>	12	Klientské vyhodnocení	7,8	Demonstr
<input type="checkbox"/>	13	Vizualizace do 2D formátu	4,6	Vygenerov
<input type="checkbox"/>	14	Simulace ve virtuální realitě	5,0	Demonstr zvolené řeš
<input type="checkbox"/>				Demonstr

Příloha 4: BD Italská – Hodnocení NVDB

zdroj: vlastní zpracování

HODNOCENÍ						
Číslo užítí	Zvolená užítí	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Prokázání kvalifikace	Komentář dodavatele BIM	HODNOCENÍ
#		96,7	1			Splnil
2	Vytvoření architektonického modelu	6,4	0,06618407	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
3	Vytvoření modelu elektroinstalací	7,8	0,08066184	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
4	Vytvoření modelu TZB	7,8	0,08066184	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
5	Vytvoření statického modelu	8,0	0,08273009	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
6	Umístění stavby do geoprostoru	6,4	0,06618407	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu byl dodán a byl umístěn v požadovaném souřadnicovém prostoru
16	Vytváření výkresové dokumentace	8,6	0,08893485	Vygenerovat 2D dokumentaci ze vzorku modelu		Vzorek 2D dokumentace generované z modelu v cílovém stupni projektové dokumentace dle platné vyhlášky
17	Prostorová koordinace	9,6	0,09927611	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizi ve formátu BCF		Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizi ve formátu BCF
18	Kontrola struktury modelu	9,2	0,09513961	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizi ve formátu BCF		Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizi ve formátu BCF
28	Výkaz množství	10,0	0,10341262	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s výkazem množství generovaným ze vzorku		Dodán vzorek informačního modelu stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti. Ze vzorku vygenerovaný výkaz množství
40	Analýza zařízení elektro	7,5	0,07755946	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro		Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro
41	Analýza TZB	8,4	0,0868666	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB		Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB
46	Management prostor	7,0	0,07238883	Demonstrovat vzorkem informačního modelu s příkladem objektu místnosti/zony se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji		Dodán vzorek informačního modelu stavby s příkladem objektu místnosti/zony se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji

Příloha 5: BD Jiráskova – Hodnocení NVDB

zdroj: vlastní zpracování

HODN						
Číslo užítí	Zvolená užítí:	Nenormovaná váha	Normovaná váha	Prokázání kvalifikace	Komentář dodavatele BIM	HODN
#			96,7			Splnil
2	Vytvoření architektonického modelu	6,4	0,06618407	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadavkům cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
3	Vytvoření modelu elektroinstalací	7,8	0,08066184	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadavkům cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
4	Vytvoření modelu TZB	7,8	0,08066184	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadavkům cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
5	Vytvoření statického modelu	8,0	0,08273009	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadavkům cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti
6	Umístění stavby do geoprostoru	6,4	0,06618407	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu byl dodán a byl umístěn v požadovaném souřadnicovém prostoru
16	Vytváření výkresové dokumentace	8,6	0,08893485	Vygenerovat 2D dokumentaci ze vzorku modelu		Vzorek 2D dokumentace generované z modelu v cíl projektové dokumentace dle platné vyhlášky
17	Prostorová koordinace	9,6	0,09927611	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizí ve formátu BCF		Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizí ve formátu BCF
18	Kontrola struktury modelu	9,2	0,09513961	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizí ve formátu BCF		Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizí ve formátu BCF
28	Výkaz množství	10,0	0,10341262	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s výkazem množství / generovaným ze vzorku		Dodán vzorek informačního modelu stavby v požadované grafické a negrafické podrobnosti. Ze vzorku vygen. množství
40	Analýza zařízení elektro	7,5	0,07755946	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro		Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro
41	Analýza TZB	8,4	0,08686666	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB		Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB
46	Management prostor	7,0	0,07238883	Demonstrovat vzorkem informačního modelu s příkladem objektu místnosti / zóny se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji		Dodán vzorek informačního modelu stavby s příkladem místnosti / zóny se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji

Hodnocení kvalifikace		Splnil	Splnil s výhradami	Nesplnil	Hodnocení kvalifikace	Komentář hodnotitele	Celkové hodnocení dodavatele
Splnil s výhradami		9	5	0	1.4		5,358842
elu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový	Nesplnil					Grafická část OK. Negrafická - chybí informace o projektu. Špatně nastavený export Klasifikace - SNIM. Chybějící označení SNIM - schodiště, překlady... Špatně označení SNIM - střecha	
cká a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán		5		0,3309204		
elu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový	Vzorek nebyl dodán	7			0,5646329	Grafická část OK. Negrafická - chybí informace o projektu. Špatně nastavený export Klasifikace - SNIM.	
cká a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán				0,5646329		
elu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový	Vzorek nebyl dodán	7			0,5791107	Grafická část OK. Negrafická - chybí informace o projektu. Špatně nastavený export Klasifikace - SNIM.	
cká a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán				0,5956567	Spĺněno	
elu byl dodán, ale nebyl umístěn	Vzorek nebyl dodán	9					
ném souřadnicovém prostoru	Vzorek nebyl dodán					Vzorek nebyl dodán	
okumentace generovaný ze vzorku modelu	Vzorek nebyl dodán			0	0		
elu byl dodán a v požadovaném stupni grafické	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické	8			0,7942089	Prostorová koordinace OK - není přiložen report BCF	
:podrobnosti umožňující realizaci užítku	a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku						
elu byl dodán a v požadovaném stupni grafické	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické	8			0,7611169	Prostorová koordinace OK - není přiložen report BCF	
:podrobnosti umožňující realizaci užítku	a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku						
elu byl dodán a v požadovaném stupni grafické	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické		5		0,5170631	Výměry OK - musí si BIM manažer/BIM koordinátor zjistit sám - chybí VV	
:podrobnosti umožňující realizaci užítku	a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku						
elu byl dodán a v požadovaném stupni grafické	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické			0	0	Chybí report	
:podrobnosti umožňující realizaci užítku	a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku						
elu byl dodán a v požadovaném stupni grafické	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické			0	0	Chybí report	
:podrobnosti umožňující realizaci užítku	a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítku						
elu byl dodán, ale příklad objektu místnosti/zóny	Vzorek nebyl dodán nebo neobsahuje objekt místnosti/zóny	9			0,6514995	Spĺněno	
všechny požadované grafické a negrafické údaje							

Příloha 6: BD Orebice – Hodnocení NVDB

zdroj: vlastní zpracování

HODNOCENÍ D							
Číslo užítí	Zvolená užítí:	Normovaná váha	Normovaná váha	Prokázaní kvalifikace	Komentář dodavatele BIM	Splnil	
#		96,7	1			Splnil	
2	Vytvoření architektonického modelu	6,4	0,06618407	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti	
3	Vytvoření modelu elektroinstalací	7,8	0,08066184	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti	
4	Vytvoření modelu TZB	7,8	0,08066184	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti	
5	Vytvoření statického modelu	8,0	0,08273009	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu profese byl dodán a odpovídá požadovanému cílovému stupni grafické a negrafické podrobnosti	
6	Umístění stavby do geoprostoru	6,4	0,06618407	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby		Vzorek modelu byl dodán a byl umístěn v požadovaném souřadnicovém prostoru	
16	Vytváření výkresové dokumentace	8,6	0,08893485	Vygenerovat 2D dokumentaci ze vzorku modelu		Vzorek 2D dokumentace generované z modelu v cílovém stupni projektové dokumentace dle platné vyhlášky	
17	Prostorová koordinace	9,6	0,09927611	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizí ve formátu BCF		Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizí ve formátu BCF	
18	Kontrola struktury modelu	9,2	0,09513961	Demonstrovat na vzorku informačního modelu stavby včetně reportu kolizí ve formátu BCF		Vzorek modelu byl dodán včetně reportu kolizí ve formátu BCF	
28	Výkaz množství	10,0	0,10341262	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s výkazem množství generovaným ze vzorku		Dodán vzorek informačního modelu stavby v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti. Ze vzorku vygenerovaný výkaz množství	
40	Analýza zařízení elektro	7,5	0,07755946	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro		Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy zařízení elektro	
41	Analýza TZB	8,4	0,08686666	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB		Dodán vzorek informačního modelu stavby s reportem analýzy TZB	
46	Management prostor	7,0	0,07238883	Demonstrovat vzorkem informačního modelu stavby s příkladem objektu místnosti/zony se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji		Dodán vzorek informačního modelu stavby s příkladem objektu místnosti/zony se všemi požadovanými grafickými a negrafickými údaji	

CENÍ DPS										
Hodnocení kvalifikace					Komentář hodnotitele					Celkové hodnocení dodavatele
Splnil s výhradami	Splnil	Nesplnil	Hodnocení kvalifikace	Hodnocení kvalifikace	Splnil s výhradami	Splnil	Nesplnil	Hodnocení kvalifikace	Komentář hodnotitele	
										5,507756
vanému	Splnil s výhradami	Nesplnil						14		Grafická část OK. Negrafická - Špatně nastavený export Klasifikace - SNIM.
vanému	Vzorek modelu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán						0,4632885		
vanému	Vzorek modelu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán						0,5646329		Grafická část OK. Negrafická - Špatně nastavený export Klasifikace - SNIM. U některých prvků chybí IFC Predefined Type
vanému	Vzorek modelu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán						0,5646329		Vodovod - chybí označení SNIM, CCI, IFC u některých prvků jako hydrant nebo u potrubí schovaných pod izolací.
vanému	Vzorek modelu profese byl dodán, ale nespĺňuje požadovaný cílový stupeň grafické a negrafické podrobnosti	Vzorek nebyl dodán						0,6618407		Splněno
vanému	Vzorek modelu byl dodán, ale nebyl umístěn v požadovaném souřadnicovém prostoru	Vzorek nebyl dodán						0,5294726		Splněno
vanému	Vzorek 2D dokumentace generovaný ze vzorku modelu	Vzorek nebyl dodán						0		Vzorek nebyl dodán
máto BCF	Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka						0,7942089		Prostorová koordinace OK - není přiložen report BCF
máto BCF	Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka						0,7611169		Prostorová koordinace OK - není přiložen report BCF
vanému	Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka						0,5170631		Výměry OK - musí si BIM manažer/BIM koordinátor zjistit sám - chybí VV
vanému	Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka						0		Report nebyl dodán
vanému	Vzorek modelu byl dodán a v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka	Vzorek nebyl dodán nebo není v požadovaném stupni grafické a negrafické podrobnosti umožňující realizaci užítka						0		Report nebyl dodán
vanému	Vzorek modelu byl dodán, ale příklad objektu místnosti/zóny neobsahuje všechny požadované grafické a negrafické údaje	Vzorek nebyl dodán nebo neobsahuje objekt místnosti/zóny						0,6514995		Splněno