

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Černovický** Jméno: **Vojtěch** Osobní číslo: **440904**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Použití BIM v rozpočtování pozemních staveb

Název bakalářské práce anglicky:

Usage of BIM in building construction estimating

Pokyny pro vypracování:

Problematika BIM, zavádění BIM v ČR, současný stav, přínosy a rizika BIM včetně výhledu do budoucna s důrazem na roli rozpočtáře a projektanta. Zjištění a ověření potenciálu 3D modelu stavby jako nástroje při tvorbě rozpočtu s ohledem na dostupná řešení. Vyhodnocení zkušenosti.

Seznam doporučené literatury:

Vitásek, S. a Schneiderová Heralová, R. Rozpočtování staveb. Praha: Dashöfer 2018. ISBN 978-80-87963-76-0
Matějka, P. et al.: Základy implementace BIM na českém stavebním trhu. Fineco, 2012, ISBN 978-80-86590-10-3.
Kolektiv autorů: Příručka BIM pro investory. Odborná rada pro BIM, z.s., 2019. ISBN: 978-80-907251-2-6.
Martin Černý a kolektiv autorů: BIM příručka. Odborná rada pro BIM 2013. ISBN: 978-80-260-5297-5.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

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

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **17.05.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

.....
Vojtěch Černovický
Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Ivetě Střelcové, Ph.D. za vstřícný, vnímavý a laskavý přístup při vedení závěrečné práce.
Děkuji svým blízkým za poskytnutou podporu během studia.

Použití BIM v rozpočtování pozemních
staveb

Usage of BIM in building construction
estimating

ANOTACE

Práce nastiňuje a sumarizuje kontext problematiky životního cyklu výstavbového projektu a související legislativy s cíleně kladeným důrazem na oblasti nákladů životního cyklu, kalkulačních principů tvorby cen ve stavebnictví a realizace položkových stavebních rozpočtů. Zavedený rámec usnadňuje výklad podstaty a užitku z mechanismů metodiky BIM ve vazbě na pomyslnou pátou dimenzi BIM – cost management a umožňuje účelný vstup do dynamického zkoumavého procesu simulace praktické aplikace dostupných nástrojů BIM 5D. Výstupem jest teoreticko-analytické vyhodnocení zkušenosti formou rozboru efektivity integrace digitalizace do systému ocenění projektovaného BIM modelu automatizovaně generovaným položkovým stavebním rozpočtem. Závěr doplní alokace existujících a potenciálních rizik plynoucích ze zkušenosti a vymezení vedoucích témat budoucího vývoje BIM 5D.

ANNOTATION

This work outlines and summarizes context of construction project life cycle and relating legislation with targeted focus on area of life cycle cost, cost calculation principles in construction and realization of item construction budgeting. The established framework facilitates interpretation of the essence and benefits from the mechanisms of the BIM methodology in connection to BIM's imaginary fifth dimension – cost management and allows purposeful input into the dynamic exploratory simulation process of the available BIM 5D tools' practical application. The output of this is theoretically-analytical evaluation of the experience through analysis of digitalization efficiency integration into the system of estimation designed BIM model by automatically generated construction budget. The conclusion fills in the allocations of existing and potential risks arising from experience and determinations of main topics of BIM 5D's future development.

KLÍČOVÁ SLOVA

BIM 5D, BIM model, cost management, automaticky generovaný položkový stavební rozpočet

KEYWORDS

BIM 5D, BIM model, cost management, automatically generated construction budget

Obsah

1	Úvod	10
TEORETICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE		11
2	Legislativní rámec výstavbového projektu a rozpočtování	12
3	Výstavbový projekt.....	13
4	Kategorie cen ve stavebnictví dle skladby a principu jejich tvorby	19
5	Problematika nákladů, oceňování a rozpočtování stavební produkce	22
6	Položkový stavební rozpočet	32
7	Obecná problematika BIM	36
8	Důležité aspekty metodiky BIM s vazbou na projekci a tvorbu položkových rozpočtů	41
9	Cost management – BIM 5D	45
10	Implementace BIM 5D v České republice.....	48
PRAKTICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE		50
11	Vymezení přístupu, zadání a představení dostupných nástrojů BIM 5D.....	51
12	Realizace BIM modelu	56
13	Automatizovaný položkový stavební rozpočet a cenové informace.....	69
14	Analýza efektivity výstupu a diskuze nad riziky, užitkem a potenciálem nástrojů BIM 5D.....	88
15	Závěr.....	100
16	Použitá literatura.....	102
17	Seznam obrázků.....	107
18	Seznam tabulek.....	108
19	Seznam grafů.....	108

Seznam použitých zkratk

BEP	BIM Execution Plan	Plán výkonu BIM
BIM	Building Information Modeling	Informační modelování budov/staveb
BOT	Build-Operate-Transfer	Postav-provozuj-předej
CDE	Common Data Environment	Společné datové prostředí
CPFF	Cost Plus Fixed Fee	Náklady plus pevná částka
CPIF	Cost Plus Incentive Fee	Náklady plus cílová částka
ČAS	Česká agentura pro standardizaci	
ČKA	Česká Komora Architektů	
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků	
DB	Design-Build	Vyprojektuj-postav
DBB	Design-Bid-Build	Vyprojektuj-zadej-postav
DDSS	Databáze datového standardu stavebnictví	
DSIMS	Datový standard informačního modelu stavby	
DSS	Datový standard stavebnictví	
FFP	Firm Fixed Price	Pevná cena
FIDIC	International Federation of Consulting Engineers	Mezinárodní federace inženýrů a konzultantů
FPIF	Fixed Price Incentive Fee	Pevná cena plus cílová částka
GOD	Grade Of Detail	Podrobnost geometrických dat
IFC	Industry Foundation Classes	Přenosový formát
IPD	Integrated Project Delivery	Integrovaná dodávka projektů
JKSO	Jednotná klasifikace stavebních objektů	
LCC	Life Cycle Costs	Náklady životního cyklu stavby
LOD	Level Of Development	Úroveň detailu
LOG	Level Of Geometry	Podrobnost geometrických dat
LOI	Level Of Information	Podrobnost ne-geometrických dat
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu	
NBIMS-US™ V3	The National Building Information Model Standard Project, verze 3.	
NIBS	National Institute of Building Sciences	
NUS	Náklady spojené s umístěním stavby	
ORF	Otevřený rozpočtový formát	
OTSKP	Oborový třídění stavebních konstrukcí a prací	
QTO	Quantity Take Off	Výkaz výměr
RTS	Cenová soustava RTS DATA	
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury	
T&M	Time and Material Contracts	Kontrakty založené na cenách materiálů a služeb
TSKP	Třídění stavebních konstrukcí a prací	
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví	
ÚRS	Cenová soustava Ústavu racionalizace ve stavebnictví	
ÚRS	Ústav racionalizace ve stavebnictví	
VRN	Vedlejší rozpočtové náklady	
VZ	Veřejná zakázka	
WLC	Whole Life Costs	Celkové náklady životního cyklu stavby
ZRN	Základní rozpočtové náklady	
ZZVZ	Zákon o zadávání veřejných zakázek	

1 Úvod

Je-li řeč o digitalizaci průmyslu, pak stavebnictví, jakožto specializované hospodářské odvětví zabývající se stavbami, platí za spíše konzervativní obor, tedy alespoň v porovnání s průmyslovou výrobou, jež na rozdíl od stavebnictví vykazuje rysy opakovatelnosti či sériovosti výrobků. Tyto faktory umožňují masivní nasazení automatizace ve výrobě, jež je vysoce žádaná. Stavba jest naproti tomu jedinečný a komplexní produkt, jakýsi neopakovatelný originál, jež ve vleku své unikátnosti klade velmi vysoké požadavky na organizaci a řízení ve všech fázích životního cyklu stavby. To z něj činí na první pohled poněkud neatraktivního a těžkopádného společníka pro tzv. Průmysl 4.0, tj. dnes již zažitý termín spojený s významnou digitalizací oborů skrze kyberneticko-fyzikální systémy v rámci 4. průmyslové revoluce. Navzdory těmto tvrzením však stavební praxe v České republice zaznamenává v posledních letech zajímavý a dynamický vzestup digitalizace, a to jak v soukromém, tak ve veřejném sektoru. Tento trend je nutno podpořit a je velmi důležité vyvinout jakoukoliv racionální snahu k prolomení rezistence ke změnám, jež ve stavebních oborech panuje.

Zástupcem oné digitalizace ve stavebnictví jest komplexní problematika označená akronymem BIM, tj. Building Information Modeling, v českém překladu nejčastěji Informační modelování staveb. Idea technologie BIM není pro svět ničím novým a počátky jejího vzniku sahají do období konce 80. let minulého století (Michl, 2019). Nejedná se však o pouhý posun z 2D modelování ke 3D modelům. Během dlouhé doby transformoval BIM ve vybraných zemích z technických konceptů v plnohodnotnou metodiku postihující kompletní životní cyklus stavby. Informační modelování z hlediska efektivity stojí a padá na koordinaci procesů a úzkém přístupu zainteresovaných skupin jak na straně zástupců investora, tak na straně zástupců zhotovitele a budoucího uživatele či správce. Zejména se jedná o výměnu dat mezi jednotlivými profesemi – od architekta a projektanta stavební části, přes statika, projektanta TZB a rozpočtáře, až po facility managera. Pro maximalizaci přínosů BIM jest nezbytná kooperace zainteresovaných stran výstavbového projektu na úrovni předávání a sdílení dat ve spolupráci s novými technologiemi, jež umožní BIM vytvářet a využívat.

V českém stavebním prostředí lze vnímat trvalou snahu a reakci na aktivní a rozvíjející se dialog v souvislosti s využitelností BIM v oblasti oceňování staveb. V první řadě je možno hovořit o motivaci, činnosti a vlivu státní moci na úrovni schvalovacích procesů, zatímco druhou pomyslnou rovinu onoho dialogu zastupují soukromé společnosti zaštiťující mimo jiné zásadní proces vývoje, správy a distribuce oceňovacích podkladů. Příspěvek soukromých subjektů do celospolečenské diskuze představuje účelný a zajímavý předmět zkoumání dalšího textu – teoretický rámec komplexní problematiky výstavbového projektu a jeho životního cyklu z hlediska nákladů, oceňování a rozpočtování pozemních staveb a navazující představení procesů metodiky BIM a její využitelnosti v oblasti cost managementu, tj. BIM 5D, předznamenává teoreticko-analytické mapování procesu simulace ocenění BIM modelu s využitím dostupných nástrojů BIM 5D. V konečném důsledku absolvované zkušenosti je možno efektivitu a míru příspěvku digitalizace do procesů oceňování měřit z hlediska absolutní využitelnosti strojové automatizace a výskytu existujících a potenciálních lidských, technických a politických rizik.

TEORETICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

2 Legislativní rámec výstavbového projektu a rozpočtování

Základnu legislativy nejen v oborech stavebního průmyslu v České republice představují zákony, kdy prováděcími předpisy v podobě nařízení vlády a vyhlášek ústředních orgánů dochází k přenosu a uplatnění zákonů, v gesci orgánů státní správy¹. Metodická řízení v případě územního a stavebního řízení zajišťuje Ministerstvo pro místní rozvoj (Tománková, a další, 2019 str. 30). V kontextu dalšího textu jsou zásadní zejména tyto právní předpisy:

- 813/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- 499/2006 Sb. Vyhláška o dokumentaci staveb
- 134/20016 Sb. Zákon o zadávání veřejných zakázek
- 169/20016 Sb. Vyhláška stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr
- 526/1990 Sb. Zákon o cenách

Výstupy zákonodárných procesů v České republice nevymezují, neupravují a nepředepisují povinnost stranám zainteresovaným ve výstavbovém projektu² v kterékoliv fázi životního cyklu stavby³ zpracování výstupů odborně strukturované analýzy nákladů a ceny (nejen z hlediska investičních nákladů na pořízení stavby) v podobě stavebního položkového rozpočtu⁴. Výjimkou jest vyhláška č. 169/2016 Sb. v souvislosti s nabídkou do veřejné soutěže (Vitásek, a další, 2018), (Tománková, a další, 2019 str. 30).

V minulosti postupně vyhlášky č. 163/1973 Sb., 105/1981 Sb. a 5/1987 Sb. *Státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj o dokumentaci staveb v paragrafech celkových nákladů, propočtové a rozpočtové části dokumentaci*, nařizovaly a definovaly podrobnost zpracování a podobu položkového rozpočtu, jakožto povinné součásti projektové dokumentace stavby⁵. Uzákonění vyhlášky č. 43/1990 Sb., *o projektové přípravě staveb* znamenalo zánik povinnosti přikládat stavební rozpočet k projektové dokumentaci jako její součást⁶.

Zákon č. 262/1992 Sb., ve znění zákona č. 103/1990 Sb., jež pozměnil a doplnil zákon č. 50/1976 Sb., *o územním plánování a stavením řádu (stavební zákon)*, zrušil bez náhrady vyhlášku č. 43/1990 Sb., čímž zaniklo legislativní vymezení struktury a použití stavebních položkových rozpočtů. Zákon č. 183/2006 Sb., *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*, jež do této chvíle nahrazuje zákon č. 262/1992 Sb., taktéž podobu a podmínky použití stavebního rozpočtu neupravuje.

Zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek v odkazu na vyhlášku č. 169/2016 Sb., *o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr*, definuje a předepisuje podobu zadávací dokumentace jakožto podkladu pro vyhotovení soupisu prací včetně výkazu výměr⁷, jejichž struktura a obsah je spolu s vedlejšími a ostatními náklady a cenové soustavy⁸ rovněž vymezena.

¹ Krajské či obecní úřady.

² Viz pod-kap. 3.4.

³ Viz pod-kap. 3.2.

⁴ Viz. kap. 6

⁵ Příloha č. 8 vyhlášky č. 5/1987 Sb., vyhláška o dokumentaci staveb.

⁶ Vyhláška definovala rozsah celkových nákladů stavby, jež odpovídají smluvní ceně.

⁷ Viz pod-kap 6.1.

⁸ Viz pod-kap 5.6.

3 Výstavbový projekt

3.1 Vymezení pojmu výstavbový projekt

Výstavbový projekt lze vykládat jako komplexní, jedinečný, neopakovatelný a konečný proces přeměny myšlenky investičního záměru v provozuschopnou stavbu, jako prostředku k dosažení stanoveného finálního cíle. Činnosti v rámci procesu výstavbového projektu je nutno plánovat, organizovat, financovat, kontrolovat a vyhodnocovat řízením po celý životní cyklus výstavbového projektu (Tománková , a další, 2019 str. 11).

3.2 Životní cyklus výstavbového projektu (Project Life Cycle)

Project Life Cycle, tj. *životní cyklus výstavbového projektu*, představuje sekvenci fází výstavby (etap), kterými výstavbový projekt prochází od svého počátku po jeho dokončení. Jednotlivé fáze znamenají soubor logicky souvisejících projektových aktivit vrcholících v dokončení žádného nebo některého z výstupů, přičemž tyto fáze mohou být sekvenční, iterativní nebo se mohou navzájem překrývat. Etapy jsou časově vázány – s počátečním a koncovým (nebo kontrolním⁹) bodem (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 547). Prostřednictvím fází je výstavbový projekt strukturován v čase do:

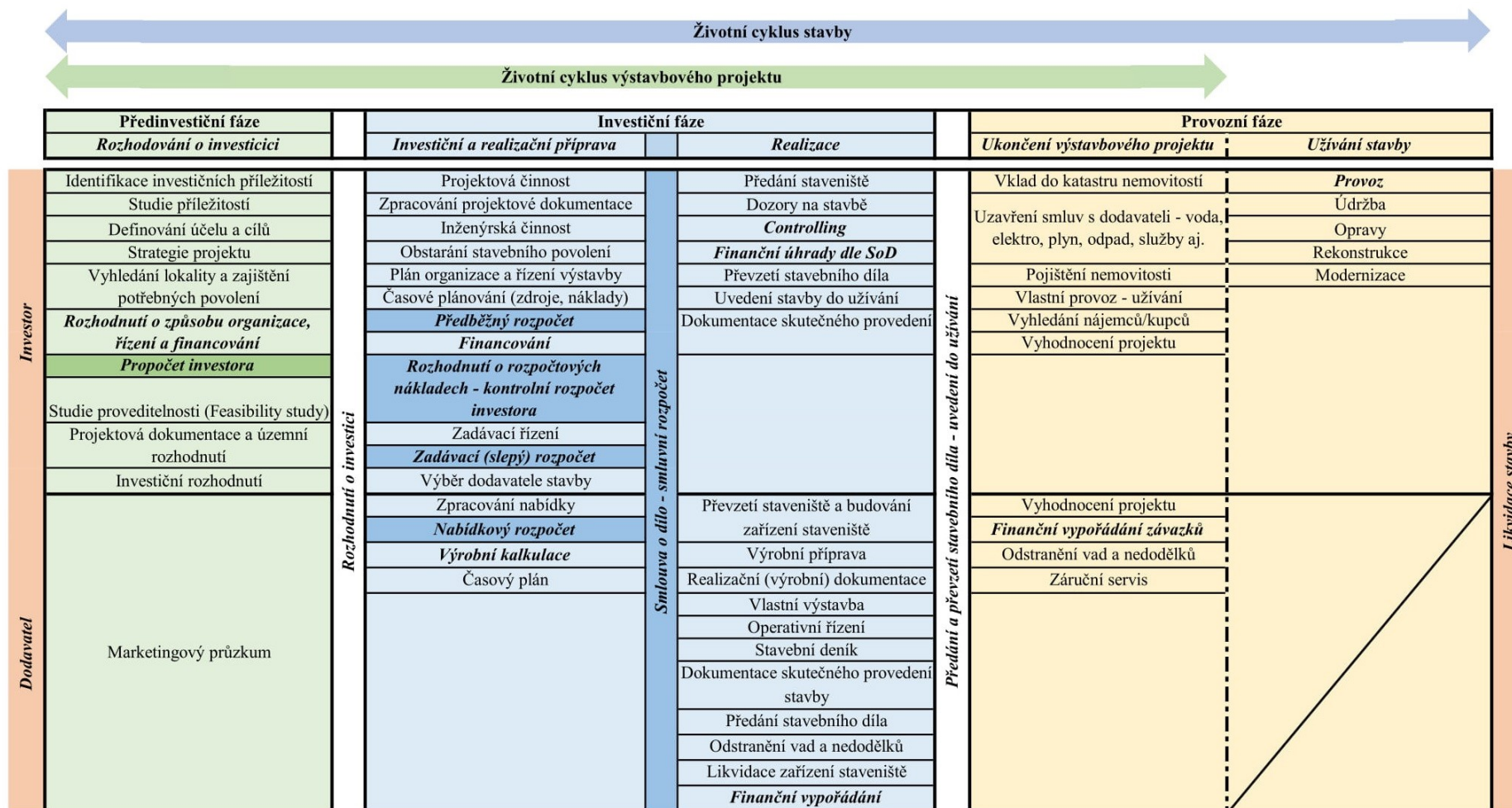
- **předinvestiční (přípravné) fáze** – od počáteční myšlenky investování do projektu, přes rozhodování o optimální variantě realizace, po vyhodnocení, zda v projektu pokračovat, či nikoliv,
- **investiční fáze** – probíhá v etapách:
 - investiční přípravy – do zadání dodavatelům realizace stavby,
 - realizační přípravy – do zahájení prací na staveništi,
 - realizaci (zhotovením) stavby na staveništi – do inženýrské kontroly funkce stavby, zaškolení uživatelů či personálu provozovatele a uvedení stavby do provozu,
- **provozní fáze – ukončení výstavbového projektu** – ověření provozní spolehlivosti stavby a vyhodnocení průkazy o dosažení cílů projektu (Tománková , a další, 2019 str. 11).

Při výkladu problematiky životního cyklu je třeba důsledně rozlišovat a nezaměňovat *životní cyklus výstavbového projektu* a *životní cyklus stavby*. Životní cyklus stavby, na rozdíl od výstavbového projektu, dále postupuje do fáze užívání stavby, kdy hovoříme o činnostech v rámci provozu, údržby, oprav, rekonstrukce či modernizace, přičemž ukončení životního cyklu stavby je podmíněno její likvidací¹⁰ (Tománková , a další, 2019 str. 29). Obrázek 1 znázorňuje životní cyklus výstavbového projektu (stavby) z pohledu investora a dodavatele s důrazem na činnosti související s náklady (výnosy), zejména poté demonstruje závislost podrobnosti zpracování položkových rozpočtů¹¹ na čase a fázích výstavby.

⁹ V kontrolním bodě jsou “project charter“ (formální, ne příliš rozsáhlý dokument popisující obsah projektu (Wrike, 2020)) či jiné dokumenty související s projektem nebo obchodem přezkoumány ve vazbě na aktuální situaci. Ve stejném čase je postup procesu výstavby porovnán s plány projektového managementu ve snaze stanovení dalšího postupu, tj. pokračování v projektu, případně jeho změny nebo ukončení (Project Management Institute, 2017 str. 547).

¹⁰ Někteří autoři zmiňují také čtvrtou fázi, tzv. “fázi likvidace“, např. (Schneiderová Heralová, 2013) nebo (Břetislav, 2016).

¹¹ Rovněž propočtu investora. Formy položkových rozpočtů jsou podrobně zpracovány v kap. 6.



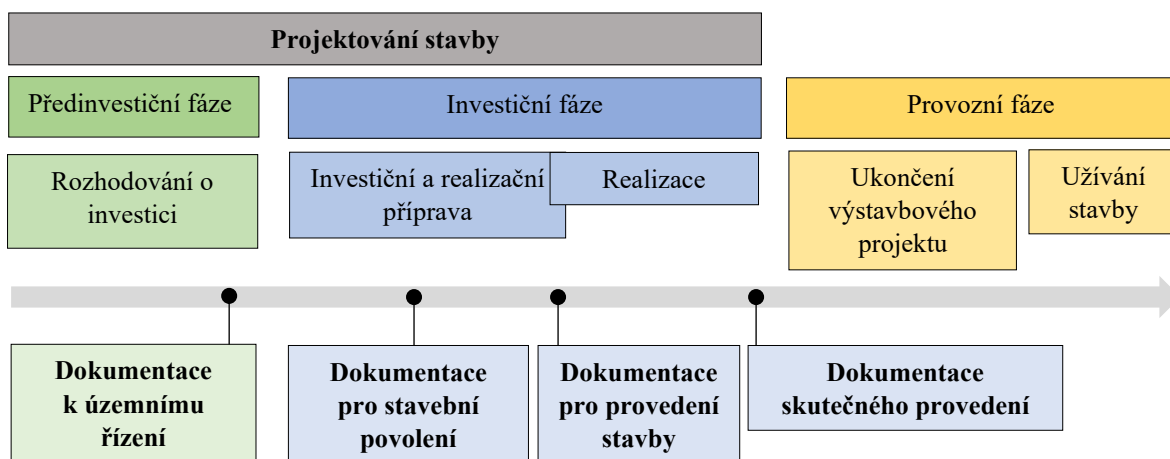
Obrázek 1 Životní cyklus výstavbového projektu, resp. stavby (vlastní zpracování s využitím zdrojů) ((Tománková , a další, 2019 stránky 23-29) a (Shneiderová Heralová, 2013 stránky 47-53).

3.3 Projektová příprava z pohledu projektové dokumentace

K dosažení požadovaných výstupů a vstupů do dílčích etap životního cyklu stavby tak, jak je prezentuje Obrázek 2, je nezbytná existence dokumentace výstavbového projektu v odpovídajícím detailu, jež zároveň účelně slouží k budoucímu plánování a organizování. Dokumentace projektu ve vzájemných vazbách postupně zabezpečují zejména:

- „Architektonické, technické, ekonomické, popřípadě také organizační řešení stavby,
- postupy a podmínky pro efektivní průběh procesů přípravy a realizace stavby,
- technologie a podmínky pro efektivní průběh procesů během provozu stavby“ (Tománková , a další, 2019 str. 88).

Dokumentace výstavbového projektu zahrnuje zejména veřejnoprávní dokumenty¹², projektovou dokumentaci v jednotlivých stupních pro veřejnoprávní řízení, dokumentaci dodavatele stavby¹³, doklady o závazkových vztazích mezi zainteresovanými stranami výstavbového projektu¹⁴ či vazby na technické normy a technologické předpisy¹⁵ (Tománková , a další, 2019 stránky 88-89). Schéma Obrázku 2 znázorňuje odpovídající výstupy v podobě projektové dokumentace ve vazbě na dílčí fáze životního cyklu výstavbového projektu.



Obrázek 2 Projektová dokumentace ve vazbě na fáze životního cyklu výstavbového projektu (vlastní zpracování s využitím zdroje) (Tománková , a další, 2019 str. 88)

¹² Rozhodnutí o umístění stavby, stavební povolení, dopravně-inženýrské rozhodnutí (DIR) či rozhodnutí o povolení zvláštní užívání komunikace (Tománková , a další, 2019 str. 88).

¹³ Plán organizace výstavby, nabídková a výrobní příprava včetně kontrolních a zkušebních plánů, výrobní kalkulace nebo stavební deník (Tománková , a další, 2019 str. 88).

¹⁴ Viz pod-kap. 3.4.

¹⁵ Dále doklady bezpečnostního managementu, dokumentace ochrany životního prostředí, vodního a odpadního hospodářství (Tománková , a další, 2019 str. 89).

3.4 Zainteresané strany výstavbového projektu

Významnou úlohu a rozhodující vliv během životního cyklu výstavbového projektu, jehož proces je z hlediska komplexity a konfliktu zájmů natolik spletitý, že jej není schopen organizačně a realizačně zajistit jeden subjekt, mají **zainteresané osoby** (stakeholders). Výslednicí snažení účastníků výstavbového projektu jest stavba provedená technologicky kvalitně, v odpovídajícím čase a za odpovídající náklady. Zainteresané osoby je možno kategorizovat následovně:

- **přímí účastníci** (zúčastněné zainteresané osoby) – *investor, projektant, dodavatel*, finančník, uživatel, vedoucí a členové projektového týmu
- **nepřímí účastníci** (dotčené zainteresané osoby) – dotčené orgány státní správy, veřejnost (vlastníci sousedních pozemků), sdělovací prostředky nebo dočasně či trvale lobující organizace (občanská sdružení a společnost jako celek) (Tománková , a další, 2019 str. 12).

Investor¹⁶ (*owner, employer, client*) je hlavní řídicí složkou a iniciátorem výstavbového projektu a v praxi obecně užívaným pojmem zaštiťujícím právnickou či fyzickou osobu, jež vkládá soukromý nebo veřejný finanční kapitál za účelem zisku (ve veřejném nebo soukromém zájmu) do výstavbového projektu a rovněž zabezpečuje jeho předinvestiční fázi, investiční a realizační přípravu a realizaci. Po ukončení výstavbového projektu se investor zpravidla stává vlastníkem nebo uživatelem stavby (Tománková , a další, 2019 str. 12).

Projektant¹⁷ (*designer*) jakožto autor projektu a nejkvalifikovanější účastník výstavbového projektu představuje právnickou nebo fyzickou osobu, jež je oprávněna k projektové činnosti podle odpovídajících zvláštních předpisů¹⁸. Autorizace jest, vyjma případů uvedených ve stavebním zákoně, předpokladem pro výkon projektové činnosti ve výstavbě, již vykonává fyzická osoba autorizovaného architekta, inženýra nebo technika s autorizací v příslušném oboru činnosti. Projektant nese všeobecnou zodpovědnost nejen za podklad pro projektování v podobě potřebných průzkumů, ale zejména za zpracování projektové dokumentace v odpovídajícím detailu (Tománková , a další, 2019 str. 13).

Dodavatel stavby¹⁹ (*contractor, provider*), jež je pověřen dodávkou stavby jako celku dle schválené projektové dokumentace, jest zaběhnutým pojmem definujícím právnickou či fyzickou osobu, pověřenou dodáním výrobků, provedením prací nebo služeb podle typu a předmětu obchodní smlouvy. Dodavatel nese plné záruky za soulad stavby s projektovou dokumentací a za dodržení odpovídajících kvalitativních standardů. Dodavatel nepřímý, označován jako subdodavatel nebo poddodavatel²⁰, není v přímém vztahu s investorem a obchodní smlouvu v rozsahu dodávky dílčích prací uzavírá s vyšším dodavatelem (Tománková , a další, 2019 str. 13).

Úloha rozpočtáře ve struktuře spolupráce zainteresaných osob výstavbového projektu nachází uplatnění mezi přímými účastníky zejména na straně investora, respektive projektanta architektonické a stavební části a rovněž při nabídkové přípravě dodavatele²¹.

¹⁶ Význam pojmu investor vystihují rovněž výrazy *objednatel, zadavatel, vlastník, developer, odběratel* nebo *kupující*. Stavební zákon zavádí pojem *stavebník*. (Tománková , a další, 2019 stránky 12-13).

¹⁷ Význam pojmu projektant vystihují rovněž výrazy *autorizovaný architekt nebo inženýr nebo technik* či *dodavatel projektové dokumentace* (Tománková , a další, 2019 str. 13).

¹⁸ Zákon 360/1992 Sb., *o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě*, ve znění pozdějších předpisů.

¹⁹ Význam pojmu dodavatel stavby vystihují rovněž výrazy *zhotovitel, uchazeč, stavební podnikatel, zpracovatel* nebo *prodávající*. Tento dodavatel je rovněž označován jako vyšší, generální nebo finální dodavatel. (Tománková , a další, 2019 str. 13).

²⁰ Těž podzhotovitel.

²¹ Viz pod-kap. 5.2.

3.5 Závazkové vztahy výstavbových projektů

Závazkové právo, jakožto nástroj pro projevení vůle stran zřídit vzájemný závazek a řídit se obsahem smlouvy, jest legislativně vymezeno Novým občanským zákoníkem č. 89/2012 Sb. (dále jen „OZ“). Stavební veřejnost respektuje jednotlivé typy smluv včetně jejich základních náležitostí zejména z důvodu úspory vynaloženého času a úsilí na jinak nezbytnou individuální tvorbu obchodních smluv (Tománková , a další, 2019 str. 62).

Významnými náležitostmi obchodních smluv jsou zejména výše ceny, způsob jejího stanovení a platební podmínky, kterým předchází identifikace smluvních stran a stanovení předmětu plnění smlouvy a jeho termínu plnění. Samostatnou standardizaci navazujících, mnohdy rozsáhlých a konkretizujících smluvních podmínek představují Všeobecné obchodní podmínky, jež bývají obvykle zastoupeny mezinárodními standardy²². Nejčastěji jsou v rámci realizace výstavbových projektů v České republice uzavírány tyto typy smluv:

- **smlouva o dílo** – zhotovitel se zavazuje objednateli provedením díla na svůj náklad a nebezpečí a objednatel se zavazuje dílo převzít a zaplatit dohodnutou cenu (§ 2586 OZ), přičemž dílem je vždy zhotovení, údržba, oprava nebo úprava stavby (zvláště řešeno v § 2623 - § 2630 OZ),
- **smlouva kupní** – prodávající se zavazuje odevzdat kupujícímu předmět koupě (movitá či nemovitá věc) a kupující se zavazuje předmět koupě převzít a zaplatit za něj prodávajícímu kupní cenu (§ 2079 OZ),
- **smlouva příkazní** – investor je zastupován ve správním řízení, při kontrolních činnostech apod., příkazník se příkazní smlouvou zavazuje osobním obstaráním určité záležitosti pro příkazce, který uhradí příkazníkovi účelně vynaložené náklady i za cenu neodpovídajícího výsledku (§ 2430 - § 2444 OZ) (Tománková , a další, 2019 stránky 61-62).

Vymezená smluvní ujednání pro svou platnost nevyžadují písemnou formu, avšak v případě ústní dohody vzniká riziko plynoucí z nejasností domluvených podmínek, a proto je zásadně upřednostňována písemná podoba (Tománková , a další, 2019 str. 61).

²² Pro oblast projektů spojených s výstavbou sestavuje doporučené obchodní podmínky *International Federation of Consulting Engineers (Mezinárodní federace inženýrů a konzultantů FIDIC)*. Federace celosvětově zastupuje většinu soukromých inženýrů-konzultantů provozujících stavební praxi (FIDIC, 2020).

3.6 Organizační zajištění výstavby

Požadavkem vzneseným na funkční systém zadávání zakázek (dodavatelský systém), kdy investor uzavírá příslušné smlouvy s dodavatelem (kontraktory), jest identifikace odpovědností a úkolů souvisejících s organizací a řízením, jenž se stávají závaznými pro přímé účastníky participujícími na projektu (volný překlad) (Sutharsan.V, 2016).

Dodavatelské systémy (*Procurement Methods/Systems*) je možno klasifikovat s ohledem na charakter a počet dodavatelů, se kterými vstupuje investor při zajišťování výstavby do smluvního vztahu:

- **systém s více dodavateli (tradiční dodavatelský systém)** – zadavatel jednotlivě poptává zpracování projektové dokumentace, stavebních prací, dodávek a služeb, přičemž zhotovitelé vstupují do smluvního vztahu přímo s investorem (počet uzavřených smluv obvykle odpovídá počtu dodavatelů),
- **systém s jedním dodavatelem** – investor zadává zhotovení projektové dokumentace stavby zároveň s provedením stavby jedinému dodavateli,
- **kombinace** zmíněného ve vybraných etapách výstavbového projektu (Tománková , a další, 2019 str. 54).

Zavedené dodavatelské systémy, jež jsou z hlediska vazeb mezi jednotlivými přímými účastníky výstavbového projektu ve stavební praxi nejen v České republice uplatňovány, stručně charakterizuje Tabulka 1. Důraz je přitom kladen zejména na tradiční dodavatelský systém, v souvislosti s účinnější návazností pod-kap. 7.2.3.

Dodavatelský systém	Klasifikace	Vztah mezi přímými účastníky výstavbového projektu
Design Bid Build (DBB) – tradiční dodavatelský systém	s více dodavateli	Vlastník, tj. investor, smluvně komunikuje s projektantem a generálním dodavatelem (subdodávky a vlastní výroba), který je ve spojení s projektantem
Design Build (DB)	s jedním dodavatelem	Vlastník, tj. investor, poptává dodávku projektové dokumentace stavby zároveň s provedením stavby po jediném dodavateli, na základě jedné smlouvy o dílo
Build Operate Transfer (BOT)	PPP projekty ²³	

Tabulka 1 Charakteristika vybraných dodavatelských systémů (vlastní zpracování s využitím zdroje) (Tománková , a další, 2019 stránky 53-57).

Tradiční dodavatelský systém pracující s principem vyprojektuj-zadej-postav, je nejčastěji praktikovaným postupem v rámci organizačního zajištění výstavby nejen v České republice. Investor uzavírá dvě smlouvy o dílo, kdy tyto smlouvy upravují zvláště odpovědnost projektanta a generálního dodavatele. Systém vykazuje známky transparentnosti při kontrole nákladů, a proto je legislativně vymezen a požadován v případě stavebních zakázek financovaných z veřejných rozpočtů (Tománková , a další, 2019 str. 54).

²³ Dodavatelské systémy spolufinancování soukromého a veřejného sektoru (Tománková , a další, 2019 str. 56).

4 Kategorie cen ve stavebnictví dle skladby a principu jejich tvorby

4.1 Obecné přístupy k tvorbě cen ve stavebnictví

Stavební praxe v oblasti cenotvorbě rozeznává několik přístupů k cenové politice, jejíž charakter odráží volbu determinantu cenového úsilí stavebního podniku. Při procesu oceňování stavební produkce se lze s cenou setkat ve dvou rovinách – v rovině subjektů hospodařících se soukromými finančními prostředky a pro účely tohoto textu zejména v rovině veřejných státních stavebních zakázek, jejichž předmětem je úplatné poskytnutí dodávek, služeb nebo stavebních prací financovaných z veřejných rozpočtů nebo obecních rozpočtů (Tománková, a další, 2019 str. 68).

Principy tvorby cen jsou v rámci oceňování stavební výroby a s ohledem na management staveb v praxi využitelné v libovolné kombinaci ve vazbě na konkrétní potřeby a situaci stavebního podniku (Vitásek, a další, 2018 str. 6).

4.1.1 Nákladově orientovaná tvorba cen

Postup vychází z detailní znalosti vlastních nákladů, které představují stěžejní ukazatel cenové tvorby výrobního nebo obchodního stavebního podniku. Výsledkem kalkulace nákladů s ohledem na výrobu jest suma ceny odpovídající součtu úplných vlastních nákladů na jednotku a procentuální ziskové přírážky, zatímco obchodní podnik zaměřuje pozornost na náklady z nákupní ceny a obchodní činnosti (Tomek, a další, 2011 str. 217). Podnik usiluje o pokrytí z kalkulovaných nákladů zároveň s vytvořením žádoucího zisku (Vitásek, a další, 2018 str. 6).

Datovou základnu pro stanovení nákladů představuje účetní a finanční evidence, kdy ve prospěch jednoduchosti a rychlosti odpadá nutnost analýz tržní poptávky a zvažování vlivu konkurence jakožto možných faktorů ovlivňujících konečnou cenu. Náklady na dodavatelskou výrobu nemají z hlediska platební motivace investora rozhodující význam – tržní hodnota poskytovaných dodávek, služeb nebo stavebních prací je řízena jejich vlastnostmi a užitky, nikoliv výrobními náklady (Vitásek, a další, 2018 str. 6).

Rizika spojená s nákladově orientovanou tvorbou cen představují zejména použití chybných nebo zkreslených dat o nákladech, která mohou negativně ovlivnit nejen konkurenceschopnost, ale také realizovaný zisk stavebního podniku. Absence potřeby sledování a vyhodnocování konkurenční tržní síly a dynamiky spotřebitelské poptávky může nepříznivě ovlivňovat nejen objem prodeje (vyšší cenová úroveň v porovnání s konkurencí), pohled na kvalitu výrobků (nižší cenová úroveň v porovnání s konkurencí), ale zejména zisk stavebního podniku, kdy cena stanovená pod dosažitelnou úrovní ve vazbě na tržní prostředí znamená pro firmu ztrátu (Vitásek, a další, 2018 stránky 6-7).

Přístup je tradičně akceptován a oblíben u zakázek zadávaných formou veřejné soutěže, u zakázek na stavební práce (veřejná infrastruktura), ale rovněž v oblasti poskytování služeb, zakázkové výroby nebo maloobchodní a velkoobchodní činnosti (Vitásek, a další, 2018 str. 7).

4.1.2 Tvorba cen orientovaná na poptávku

Proces poptávkově zaměřené tvorby cen přihlíží k identifikaci a měření nákladů na materiál, práci, režii a další, ale zejména plyne proměnné veličiny popisující jak osobnost kupujícího, tak povahu a vlastnosti produktu. Předpokladem pro účinné sledování a vyhodnocování chování poptávky managementem, ve snaze korigovat objem stavební produkce v závislosti na měnících se cenových úrovních, je kvalifikovaná znalost struktury takové poptávky. Průběh vzájemně interagujících nákladů pro související objemy prodeje a plánovaných výnosů z prodeje těchto objemů poté představuje podklad pro stanovení ideální ceny (Vitásek, a další, 2018 str. 8).

Způsobilý odhad chování poptávky vychází ze znalosti tržních síl²⁴ ovlivňujících objem prodeje. V rámci nacenění stavebních výrobků (zařizovací předměty, okna, ...) je oblíbená metoda odhadu poptávky na základě agregování odhadů prodejních zástupců²⁵, kdy probíhá analýza odhadů procentního růstu či poklesu poptávky v důsledku procentního snížení či navýšení prodejní ceny stavebního výrobku (Vitásek, a další, 2018 str. 8).

4.1.3 Konkurenčně orientovaná tvorba cen

Výchozím podkladem pro kalkulaci cen orientovaných na konkurenci jest výše ceny, za kterou jsou nabízeny relevantní produkty konkurenčních stavebních podniků. Po identifikaci konkurenčních subjektů přichází analýza konkurenceschopnosti vlastního produktu na základě atypických nebo význačných rysů výrobku, jeho relativních předností a slabín a odhadu konkurenční odezvy. Tehdy je možno dle potřeby expertně cenu produktu navyšovat nebo snižovat (Vitásek, a další, 2018 str. 8).

V momentě dokončení procesu stanovení prodejní ceny stavebního výrobku dochází k posouzení možnosti této ceny pokrýt nejen výrobní náklady, ale zejména zisk. Nevýhodnou pozici je možno operativně řešit vyčkáváním na posílení pozice výrobku za cenu krátkodobých ztrát, snížením nákladů na výrobu použitím odlišných materiálů nebo vybavení či obměnou pracovní síly nebo úplným zastavením výroby (Vitásek, a další, 2018 str. 8).

4.2 Formy sjednaných cen ve smluvních vztazích

Snahou veřejného (nebo soukromého²⁶) investora v průběhu zadávacího řízení²⁷ je výběr takového dodavatele, který předloží nejnižší nabídkovou cenu nebo ekonomicky nejvýhodnější nabídku²⁸, přičemž požadavky na způsob zpracování nabídkové ceny definuje zadavatel v zadávací dokumentaci (Tománková, a další, 2019 str. 73).

Přístup ke kalkulaci nabídkové ceny, jejíž výši definují investor a dodavatel nezávisle na sobě, je odlišný. Uchazeč o zakázku v nabídkovém řízení předkládá za ideálních okolností takovou nabídkovou cenu, která se svou výší pohybuje v rozmezí sumy nákladů dodavatele a cenou s charakterem maximálního limitu na straně objednatele – tedy cenou, kterou je investor ochoten zaplatit (Vitásek, a další, 2018 str. 6). Zadavatel na straně druhé pro osobní potřebu zpracovává interní cenové propočty ústící do kontrolního (investorského) rozpočtu, který usnadňuje výběr vhodného uchazeče (Shneiderová Heralová, 2013 stránky 54-55).

Nabídková cena dodavatele, jakožto součást smluvního ujednání o ceně v rámci kontraktů veřejných zakázek, může mít jednu z následujících vybraných charakteristických podob.

4.2.1 Kontrakty založené na jednotkových (skladebných) cenách

Nejvíce užívaným ujednáním o cenách ve stavení praxi je použití pevných jednotkových cen, kdy celkovou cenu předmětu díla představuje násobek dohodnutých jednotkových cen pro dílčí stavební práce, podle prokázaného množství měrných jednotek (Tománková, a další, 2019 str. 63). Složku jednotkových cen mohou tvořit přímé i nepřímé náklady, nebo pouze přímé náklady, tedy bez režijních

²⁴ Např. tempo růstu, velikost a potenciál trhu, velikost konkurence, platební zvyklosti, legislativní omezení, ekologické limity nebo technické parametry, provozní a užitní vlastnosti produktu (Zralý, 2009 str. 182).

²⁵ Kvalifikované osoby, kteří jsou v kontaktu se spotřebiteli a mají podrobnou znalost vlastností a cen konkurenčních produktů (Vitásek, a další, 2018 str. 8).

²⁶ Ve stavební praxi se rovněž soukromým investorům osvědčila při výběru dodavatele určitá zjednodušená forma zadávacího řízení, která má obdobnou podobu, jako výběrové řízení pro veřejnou zakázku (Tománková, a další, 2019 str. 24).

²⁷ Druhou možností vylučující výběrové řízení je přímá dohoda, tedy uzavření smlouvy o dílo mezi zadavatelem veřejné zakázky a dodavatelem bez vyhlášení výběrového řízení (Tománková, a další, 2019 str. 71).

²⁸ Například nejkratší lhůta výstavby, kterou zadavatel konfrontuje s nabídkovou cenou, nebo pověst (“goodwill“) uchazeče v odborných kruzích (Tománková, a další, 2019 str. 79).

přirážek a zisku – ty se v takovém případě doplňkově kalkulují v rámci celého objektu (Shneiderová Heralová, 2013 str. 45). Jednotkové ceny včetně plánovaného objemu prováděných prací jdou vždy přílohou ke smlouvě o dílo v podobě položkového rozpočtu (Tománková , a další, 2019 str. 63).

4.2.2 Kontrakty založené na pevné (cílové) ceně

Kontrakty jsou založeny na neměnné, fixní a předem dohodnuté pevné ceně sjednávané na kompletní dodávku předmětu smlouvy o dílo²⁹. Typickým rysem těchto dodávek je jejich omezená velikost, jednoduchost, opakovatelnost (stavby na klíč) nebo kratší doba výstavby (Shneiderová Heralová, 2013 str. 46).

Při jednoznačně specifikovaném předmětu plnění s předvídatelnými náklady dodavatele je zažito použití **Firm Fixed Price (FFP)**, tj. *pevné ceny*³⁰, která je oblíbena zejména investorem, neboť cena je stanovena na počátku, není předmětem změn (nezmění-li se rozsah práce) a vede dodavatele k efektivitě (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 417).

Fixed Price Incentive Fee (FPIF), tj. *pevná cena plus cílová částka*, poskytuje investorovi a dodavateli flexibilitu v podobě možného odchýlení od výkonu, přičemž finanční pobídka je v podobě stimulu pro zhotovitele vázána na dosažení úspor na dohodnutém rozsahu stavební produkce. Typicky se finanční pobídky vztahují k úsporám nákladů, dodržení časového harmonogramu výstavby nebo kvalitě technického provedení (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 417).

4.2.3 Kontrakty založené na nákladové (pohyblivé) ceně

Kategorie kontraktů s nákladovou cenou obsahuje proměnnou základní částku stanovenou na základě dohodnutého způsobu vykazování veškerých legitimních skutečně vynaložených nákladů na dokončenou práci a pevnou či proměnnou částku (*pohyblivou cenu*) zahrnující režie a zisk (Tománková , a další, 2019 str. 63) (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 417).

Cost Plus Fixed Fee (CPFF), tj. *náklady plus pevná částka*, nastává tehdy, kdy jsou zhotoviteli hrazeny veškeré přípustné smluvní náklady spolu s paušálním poplatkem zahrnujícím režii a zisk, který je stanoven procentem z odhadovaných nákladů projektu. Výše poplatku se při změně v průběhu realizace nijak nemění a dodavatel není motivován k úsporám přímých nákladů (Tománková , a další, 2019 str. 63) (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 417).

Cost Plus Incentive Fee (CPIF), tj. *náklady plus cílová částka*, představuje podobu ceny ve skladbě skutečných nákladů a pevné částky zahrnující náklady na výrobní a správní režii se ziskem, včetně cílové odměny v podobě procentního podílu na uspořených přímých nákladech (Tománková , a další, 2019 str. 63).

4.2.4 Kontrakty založené na cenách materiálu a služeb

Time and Material Contracts T&M, tj. ceny materiálu nebo služeb, jsou hybridním typem smluvního ujednání založeného na pevných cenách a nákladových (pohyblivých) cenách. Využitelné jsou v případech navyšování kapacit personálu a odborníků nebo při poskytování služeb či nákupu specifikovaného materiálu ze strany dodavatele (Tománková , a další, 2019 str. 63) (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 472).

²⁹ Nebo smlouvy kupní či příkazní (Tománková , a další, 2019 str. 62).

³⁰ Překlady forem ujednaných cen s využitím zdroje (Tománková , a další, 2019 str. 63).

5 Problematika nákladů, oceňování a rozpočtování stavební produkce

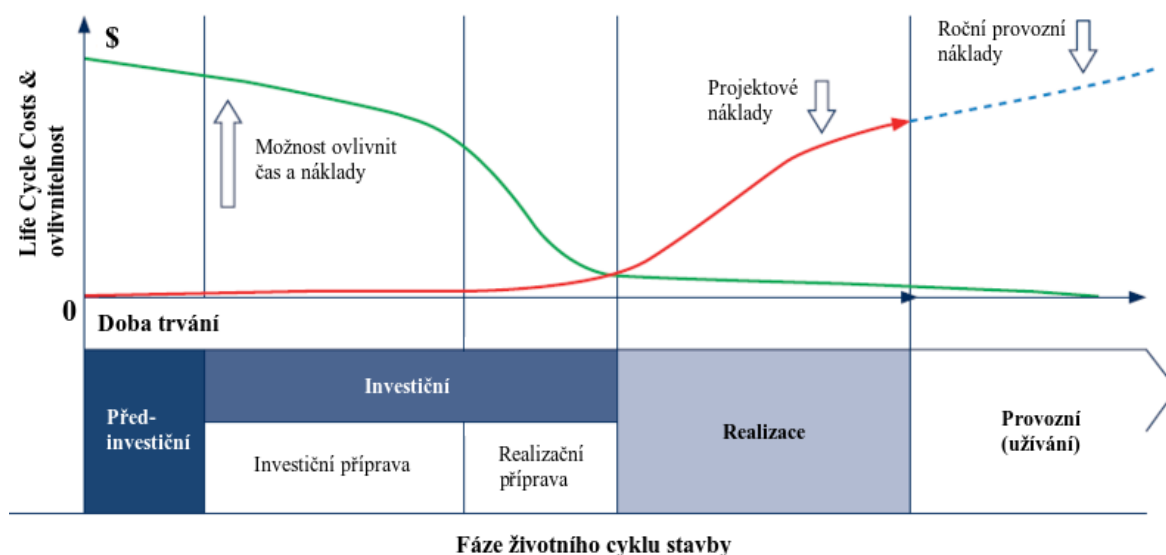
5.1 Náklady a výnosy životního cyklu stavby (Life Cycle Costs)

Výstavbový projekt platí za finančně náročnou investici, proto je již v předinvestiční fázi zásadní v přímé závislosti na výši pořizovacích nákladů systematicky a strategicky plánovat, hodnotit a rozhodovat především o dlouhodobých nákladech. Zadavateli je při procesu nabídkových řízení mnohdy opomíjena úvaha o dostatku prostředků na financování provozu, obnovy a údržby stavby, přičemž prioritně je jejich pozornost soustředěna na pořizovací náklady, tedy nejnižší nabídkovou cenu žadatele o veřejnou zakázku, kdy tento stav je spojen s možnými budoucími finančními komplikacemi (Schneiderová Heralová, 2011).

Výstavbový projekt je z hlediska procesu vynakládání nákladů a možnosti ovlivnění jejich výše typický v těchto charakteristikách:

- „míra schopnosti ovlivnit konečnou podobu projektu a jeho charakteristiky, se zachováním bezvýznamného dopadu na výši nákladů, je nejvyšší v počátečních fázích projektu a klesá v čase tak, jak postupuje životní cyklus stavby,
- množství vynaložených nákladů na provedení změn, odstranění vad a řešení kolizí typicky významně roste s tím, jak se životní cyklus stavby blíží ke svému ukončení“ (volný překlad) (Project Management Institute, 2017 str. 549).

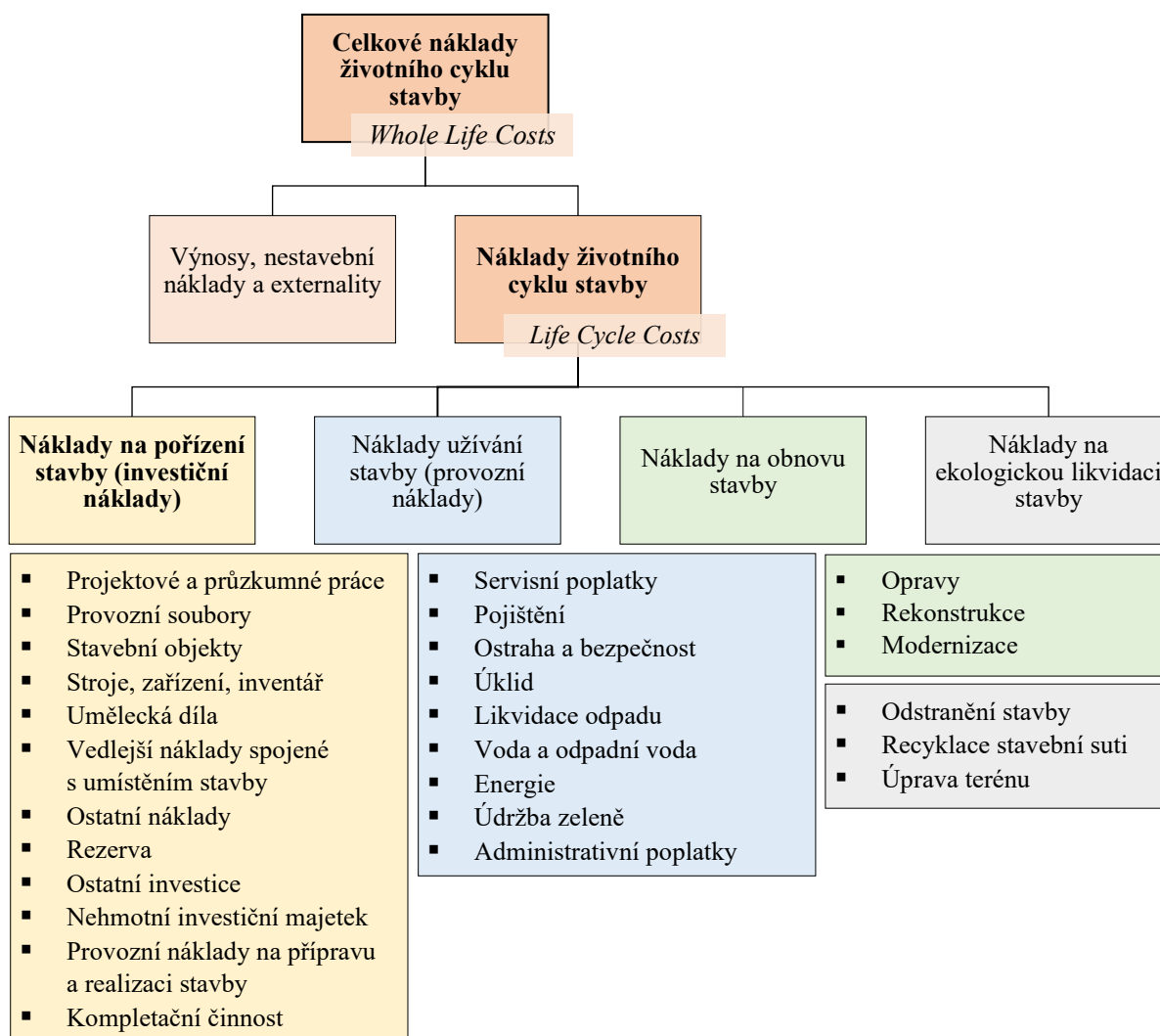
Závislost vynakládaných nákladů spolu s časem, během životního cyklu stavby, na míře ovlivnitelnosti obou ukazatelů, ve vazbě na fáze životního cyklu stavby, znázorňuje Obrázek 3.



Obrázek 3 Ovlivnitelnost výše nákladů životního cyklu stavby ve vazbě na fáze životního cyklu stavby (vlastní zpracování a překlad s využitím zdrojů) (Transport, 2012) (Tománková, a další, 2019 str. 12)

Naplnění účelu a dosažení stanoveného cíle výstavbového projektu je ve většině případů záležitostí jeho provozní fáze kdy dochází k prodeji, pronájmu nebo provozování stavby. Z pohledu soukromého investora je prioritou profitabilita vložených investičních nákladů, zatímco iniciátoři výstavbových projektů financovaných z veřejných nebo obecních rozpočtů sledují a vyhodnocují zejména veřejný prospěch a benefit plynoucí z investice (Tománková, a další, 2019 str. 14).

Řízení finančního plánování z pohledu **nákladů životního cyklu stavby** (*Life Cycle Costs*) je samozřejmým přístupem pro rozhodování, neboť hodnotí veškeré relevantní náklady ve všech fázích životního cyklu stavby. Výnosy a nestavební náklady, včetně nákladů životního cyklu stavby, zohledňuje struktura **celkových nákladů životního cyklu stavby** (*Whole Life Costs*) (Schneiderová Heralová, 2011). Komunikovaná problematika nákladů a výnosů životního cyklu stavby pracuje v následujících kapitolách se strukturou, již znázorňuje Obrázek 4, zejména poté **s náklady na pořízení stavby (investiční náklady)**, kdy tato skupina nákladů životního cyklu stavby představuje z pozice rozpočtáře významnou organizovanou základnu dat pro sestavení propočtu, respektive položkového rozpočtu.



Obrázek 4 Struktura nákladů životního cyklu stavby
(vlastní zpracování s využitím zdrojů) (Tománková , a další, 2019 stránky 14-16), (Schneiderová Heralová, 2011), (Shneiderová Heralová, 2013)

K jednotlivým nákladům na pořízení stavby je nutno připočítat daň z přidané hodnoty (DPH)³¹ v souvislosti s platnou legislativou – není-li možno uplatnit odpočet u příslušného finančního úřadu (Tománková , a další, 2019 str. 16).

³¹ Nepřímá daň přičtená plátcem DPH k ceně produkce, jež je odvedena státu. K 28.03.2020 odpovídala základní sazba DPH výši 21 % (obvyklá pro výrobky a služby) a snížená sazba DPH výši 15 % (stavební a montážní práce spojené s výstavbou stavby pro sociální bydlení), viz zákon č. 235/2004 Sb. Zákon o dani z přidané hodnoty.

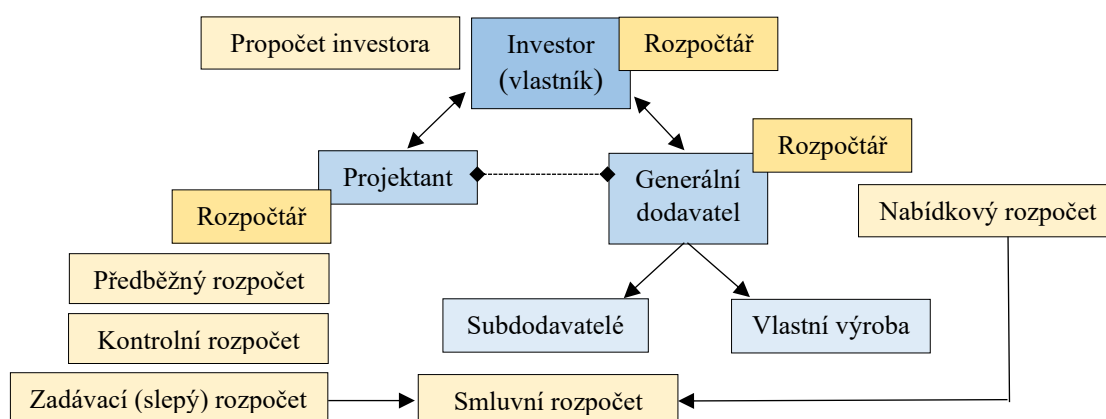
5.2 Princip rozpočtování, role rozpočtáře a uživatelé rozpočtu

Podstatou a smyslem oceňování a tvorby rozpočtů ve stavebnictví jest identifikování, analýza a kategorizace veškerých požadovaných nákladů v souvislosti s předmětným výstavbovým projektem nebo stavební činností, přičemž tyto náklady jsou vhodně a přehledným způsobem strukturovány a srozumitelně interpretovány v podobě položkových rozpočtů³², které tyto náklady v čase postupně kvantifikují do větších podrobností dle požadavků (Vitásek, a další, 2018 str. 9).

Role rozpočtáře (*quantity surveyor*) je uplatňována napříč uživateli rozpočtu³³, avšak zejména v souvislosti s *investičními náklady na pořízení stavby* na straně investora, pro jejichž zjištění a odpovídající kategorizaci slouží projektová dokumentace stavby v požadovaném detailu, zpracovaná projektantem a poskytovaná investorem, kdy tato dokumentace obsahuje stěžejní data o parametrech předmětu ocenění, jeho množství a kvalitativních podmínkách (Vitásek, a další, 2018 str. 9). Požadavkem na oceňovací podklady³⁴, jež vedle projektové dokumentace slouží rozpočtáři k tvorbě rozpočtu, je jednoznačně definovaný a vymezující popis stavební činnosti, konstrukce, technologických postupů a použitých materiálů v podobě klasifikace, zároveň s platnými podmínkami cen (Shneiderová Heralová, 2013 str. 21).

Za zainteresované strany výstavbového projektu v roli přímých účastníků jsou prvořadými uživateli rozpočtu s rozdílnými požadavky a profity z rozpočtu. Investor hodnotí náklady z hlediska výše vynaložené investice, stavební podnik jakožto dodavatel stavební činnosti kalkuluje náklady s ohledem na pokrytí výrobních nákladů a zisku v podobě fakturace investorovi a projektant dle výše investičních nákladů stanovuje svůj honorář³⁵. Skupinu uživatelů rozpočtu dále doplňují zejména orgány státní správy³⁶, které v podobě veřejného zadavatele zakázek na stavební práce transparentně hospodaří s veřejnými financemi pro účely krytí nákladů zhotovitele (Vitásek, a další, 2018 str. 9).

Vazby mezi uživateli rozpočtu v podobě přímých účastníků výstavbového projektu a odpovídajícími výstupy rozpočtáře znázorňuje Obrázek 5. Předpokladem použité struktury schématu v rámci organizačního zajištění výstavby je tradiční dodavatelský systém.



Obrázek 5 Vazba mezi výstupy rozpočtáře a zainteresovanými stranami výstavbového projektu (vlastní zpracování s využitím zdrojů) (Tománková, a další, 2019), (Shneiderová Heralová, 2013)

³² Viz kap. 6.

³³ Viz pod-kap. 3.4.

³⁴ Viz pod-kap. 6.6.

³⁵ Například metodika výpočtu honoráře architekta, inženýra a technika za výkony projektových prací a inženýrských činností dle ČKAIT a ČKA nebo Sazebník pro navrhování nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností UNIKA (Shneiderová Heralová, 2013 str. 28).

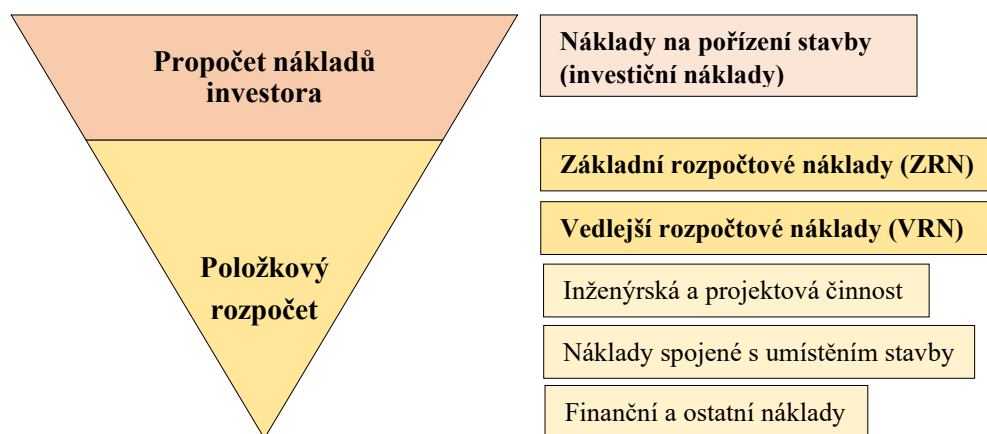
³⁶ Dále stavební a finanční úřady, banky nebo stavební spořitelny (Vitásek, a další, 2018 str. 9).

5.3 Náklady na pořízení stavby (investiční náklady) ve vazbě na rozpočet

Charakter a zařídění *nákladů na pořízení stavby*, jakožto (nejen z pohledu rozpočtáře) významné skupiny nákladů životního cyklu stavby, vznikajících investorovi v předinvestiční fázi a během investiční a realizační přípravy a realizace v rámci investiční fáze životního cyklu výstavbového projektu, interpretuje struktura nastíněná dříve v Obrázku 3. (Shneiderová Heralová, 2013 str. 10).

Představenou terminologii a strukturu investičních nákladů respektuje *propočet nákladů investora*, zpracovávaný na úrovni předinvestiční fáze životního cyklu stavby. Během procesů investiční a realizační přípravy dochází v čase k lineárnímu nárůstu úrovně detailu projektové dokumentace, kdy tuto skutečnost ve vazbě na legislativní a organizační postupy reflektuje podrobnost zpracovávaného *položkového rozpočtu*, který však pracuje s modifikovanou a zejména dále rozvinutou nákladovou strukturou.

Položkový rozpočet rozeznává náklady na stavební část, tj. jeden nebo více stavebních objektů, jež definují *základní rozpočtové náklady (ZRN)* a *vedlejší rozpočtové náklady (VRN)*. Přehled přiřazení a označení nákladů v závislosti na použití propočtem investora, respektive položkovým rozpočtem, znázorňuje Obrázek 6 (Vitásek, a další, 2018 str. 10):



Obrázek 6 Skupiny nákladů na pořízení stavby jako podklad pro zpracování propočtu investora, respektive položkového rozpočtu (vlastní zpracování s využitím zdroje) (Vitásek, a další, 2018 str. 10)

5.3.1 Propočet nákladů investora

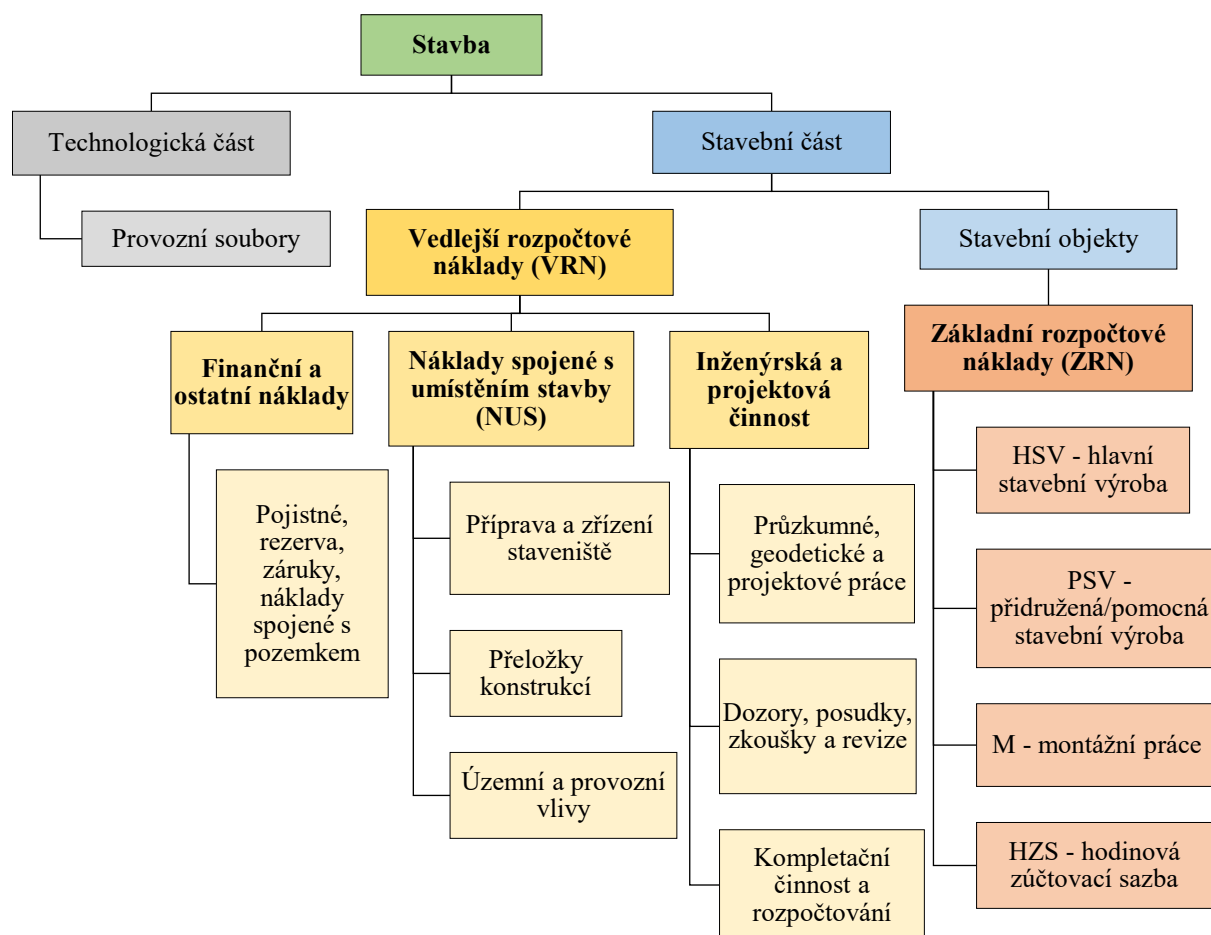
Předinvestiční fáze životního cyklu výstavbového projektu je z hlediska ekonomické analýzy investičních nákladů okamžikem tvorby propočtu nákladů na pořízení stavby, kdy požadovaným podkladem pro stanovení výše pořizovacích nákladů je studie stavby, popřípadě dokumentace pro územní řízení (RTS, 2013). Investorský propočet pracuje se následující strukturou nastíněnou v podkap. 5.1. (Shneiderová Heralová, 2013 str. 28):

- | | |
|--|--|
| A. Projektové a průzkumné práce | H. Rezerva |
| B. Provozní soubory | I. Ostatní investice |
| C. Stavební objekty | J. Nehmotný investiční majetek |
| D. Stroje, zařízení a inventář | K. Provozní náklady na přípravu a realizaci stavby |
| E. Umělecká díla | L. Kompletační činnost |
| F. Vedlejší náklady spojené s umístěním stavby | |
| G. Ostatní náklady | |

Propočet, jakožto proces odhadu plánovaných nákladů na pořízení, vychází zejména ze stanovení rozpočtových nákladů na veškeré stavební objekty, tj. terminologií struktury – oddíl C. Stavební objekty, kdy jsou data z nástrojů v podobě rozpočtových ukazatelů vztažena ke zjištěné měrné nebo účelové jednotce předmětného stavebního objektu z propočtu. Náklady na zbylé skupiny ze struktury pořizovacích nákladů, s výjimkou oddílu A. Projektové a průzkumné práce, jsou stanoveny jednotkovým procentním podílem z výše nákladů na oddíl C. Stavební objekty (Vitásek, a další, 2018 stránky 11-12). Náklady na projektové a průzkumné práce a inženýrské činnosti jsou stanoveny s využitím volně dostupných nástrojů³⁷.

5.3.2 Základní a vedlejší rozpočtové náklady

Náklady investora na stavební objekt, respektive objekty, jež je možno vnímat rovněž jako cenu dodavatele, jsou souvislosti s položkovými rozpočty, kromě členění patrného z Obrázku 6, rozvedeny v konečné struktuře³⁸, již znázorňuje následující schéma Obrázku 7, přičemž vybraným kategoriím nákladů této struktury je věnována další pozornost.



Obrázek 7 Schéma struktury rozpočtových nákladů v členění na základné rozpočtové náklady (ZRN) a vedlejší rozpočtové náklady (VRN) (vlastní zpracování s využitím zdrojů) (Vitásek, a další, 2018 str. 10), (Tománková , a další, 2019 str. 17)

³⁷ Viz pod-kap. 5.6.

³⁸ Struktura obsahuje v dílčích oddílech konečné úrovně Vedlejších rozpočtových nákladů pro názornost vybrané nosné položky.

Základní rozpočtové náklady nejsou z hlediska své výše zpravidla ovlivňovány dopadem faktorů spojených s vedlejšími rozpočtovými náklady, přičemž obsahují zejména náklady na:

- zabudované stavební hmoty (suroviny, materiály, výrobky) a jejich zabudování – složka mzdových nákladů v souvislosti s výrobními lidskými zdroji, náklady na stroje a mechanismy,
- přímo související režijní náklady výroby a správy zhotovitele (Vitásek, a další, 2018 str. 10).

Náklady spojené s umístěním stavby nepodléhají vyčíslení v rámci nákladů dílčích stavebních objektů³⁹, nýbrž jsou pro svou závislost na konkrétních a specifických podmínkách umístění stavby individuálně kalkulovány. V předinvestiční fázi životního cyklu stavby jsou tyto náklady zpravidla kalkulovány uplatněním procentuální sazby násobené sumou nákladů na stavební objekty. Náklady spojené s umístěním stavby jsou obvykle výsledkem společné domluvy investora s dodavatelem, přičemž v případě, že je zhotovitel účastníkem výběrového řízení veřejné zakázky, jsou tyto součástí nabídkové ceny (Vitásek, a další, 2018 str. 10).

Výkony **inženýrské a projektové činnosti** lze z hlediska výše nákladů na jejich provedení posoudit nebo stanovit s využitím Výkonového a honorářového řádu (ČKA, ČKAIT) či Sazebníku pro navrhování nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností (UNIKA), kdy jsou tyto volně dostupné podklady využívány a požadovány zejména veřejnými zadavateli. Rovněž je možno náklady na inženýrskou a projektovou činnost individuálně kalkulovat případně je možno zvolit postup násobení sumy nákladů na stavební objekty expertně stanovenou procentuální sazbou, podobně jako u nákladů spojených s umístěním stavby (Vitásek, a další, 2018 str. 11).

Finanční a ostatní náklady, mezi které se dále řadí náhrady za patenty a licence na výstavbu, vybudování vytyčovací sítě – vytyčení prostorové polohy stavby a stavebních objektů, geodetické zaměření provedené stavby, odvozy za trvalé odnětí zemědělské půdy a rovněž odměny expertním konzultantům a právníkům v rámci inženýringu či správní poplatky stavebnímu úřadu nebo správcům veřejných sítí, jsou investorem vynakládány individuálně v čase a kalkulovány dodavatelem dle rozsahu (Vitásek, a další, 2018 str. 11).

Nepředvídatelné náklady v souvislosti s potenciálními riziky, která mohou nastat během procesu životního cyklu výstavbového projektu, v ideálním případě pokrývá finanční **Rezerva**, jež je opět obvykle vyčíslena procentuální sazbou, kdy základnu tvoří suma nákladů stavebních objektů. Postup je snadný a časově nenáročný, avšak problematický v absenci rozlišení kategorií a dopadu možných rizik, tedy jejich identifikaci, popisu a ohodnocení – procentuální přírážka mnohdy neodpovídá specifikům výstavbového projektu, a tedy i rizikům, která mohou výstavbový proces zkomplikovat⁴⁰ (Vitásek, a další, 2018 str. 11).

5.4 Technika vyčíslování nákladů stavební činnosti

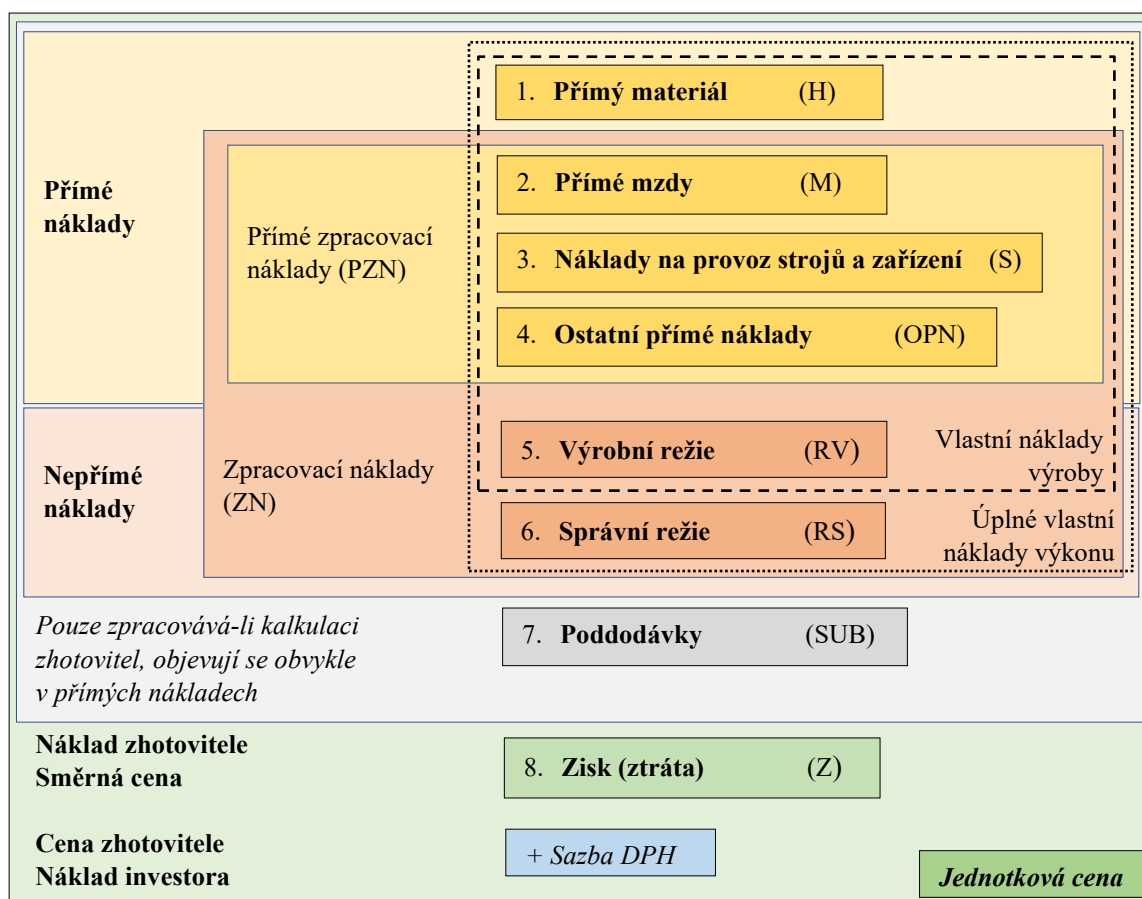
Vlastní náklady na realizaci určité stavební činnosti zhotovitele vykonávané vlastními pracovníky či směrné ceny⁴¹ v nákladových složkách, kdy tyto náklady přímo souvisí s provedením této činnosti, jsou s respektováním konkrétních podmínek, technologie a organizace výroby, místa a času alokovány a vyčíslovány v procesu **individuální kalkulace**, dle **kalkulačního vzorce** a pro **kalkulační jednici** (Shneiderová Heralová, 2013 str. 22).

³⁹ Viz Obrázek 7.

⁴⁰ Souvisejícím rizikem jest rovněž tendence kalkulovat rezervu na rizika ve dvou fázích, nejprve na úrovni dílčích stavebních objektů a posléze jako procentuální přírážku k sumě nákladů za tyto objekty (Vitásek, a další, 2018 str. 11).

⁴¹ Viz pod-kap. 5.6.

Kategorizace nákladů zhotovitele odpovídá subjektivně modifikované struktuře kalkulačního vzorce⁴² (*cost code*) užívaného ve stavebnictví, jehož podstata plyne z potřeby odpovídajícího seskupení nákladů s ohledem na jejich charakter a funkci a vyčíslení jednotkové ceny. Ukazatelem výkonu jest kalkulační jednice, jež je jednoznačně vymezena názvem, měrnou jednotkou a kvalitativními či dodacími podmínkami, přičemž příkladem kalkulační jednice je stavební objekt či jeho část, zejména však dílčí stavební či montážní práce a konstrukce. Výsledkem individuální kalkulace nákladů jest jednotková cena nákladů zhotovitele nebo směrné ceny⁴³, respektive po započtení příslušné sazby DPH jednotková cena zhotovitele, jakožto jednotkový náklad investora (Vitásek, a další, 2018 str. 22). Podobu kalkulačního vzorce znázorňuje Obrázek 8:



Obrázek 8 Obecná podoba kalkulačního vzorce užívaného ve stavebnictví (vlastní zpracování s využitím zdrojů) (Vitásek, a další, 2018 str. 22), (ÚRS CZ, 2020), (RTS, 2008)

Přímý materiál představuje z hlediska výše nákladů zpravidla rozhodující složku jednotkové ceny, kdy je kalkulována spotřeba materiálu (dále suroviny, nakupované polotovary a polotovary vlastní výroby) na kalkulační jednici, tj. měrnou jednotku výkonu. Předpokladem vyčíslení jest stanovení nákladů v úrovni vlastních materiálových nákladů a pořizovacích nákladů. Nejprve je identifikována normová spotřeba materiálu na měrnou jednotku včetně doporučeného ztratného, s využitím dostupných

⁴² Vyhláška č. 21/1990 Sb. – vyhláška federálního ministerstva financí o kalkulaci definovala podobu a podmínky použití kalkulačního vzorce, avšak 01.01.1992 tato vyhláška pozbyla platnosti. Dodavatelským organizacím tak nevzniká povinnost sjednotit podobu kalkulačního vzorce a ty jej přizpůsobují potřebám vnitropodnikového řízení (s rozlišením stavební či montážní práce, výroby stavebních hmot, projektových prací nebo inženýrských činností. Navzdory tomuto faktu však zůstala principiální struktura oborového kalkulačního vzorce v praxi obecně zachována. (RTS, 2008), (Vitásek, a další, 2018 str. 22).

⁴³ Viz pod-kap. 5.6.

podkladů⁴⁴ a v případě zejména nových prací použitím dat zjištěných svépomocí. Skutečná spotřeba materiálu je posléze oceněna nákupní cenou⁴⁵. Pořizovací náklady zastupují dopravu na místo stavby (RTS, 2008).

Přímé mzdy, v pořadí druhá nejvýznamnější složka jednotkové ceny a rozhodující základna výpočtu režijních nákladů a zisku, vychází z vyjádření spotřeby práce výrobních dělníků na kalkulační jednici, tj. hodinu či normohodinu a ocenění úkolovou, respektive časovou mzdou⁴⁶, jež dále obsahuje rovněž příplatky a doplatky nebo prémie či odměny. Přístupy ke kalkulaci mzdových nákladů se liší s ohledem na jejího zpracovatele, zatímco soukromé organizace prezentující směrné ceny hodnotí mzdy výrobních dělníků vyjádřením tarifních tříd a stupňů, zhotovitel kalkuluje hodinové sazby ve vazbě na subjektivní potřeby (Vitásek, a další, 2018 str. 23).

Ostatní přímé náklady obsahují regulované ceny technologické energie a odpisy dlouhodobého hmotného majetku. **Náklady na provoz strojů a zařízení** je možno vyčíslit oceněním počtu hodin stroje v provozu či v klidu odpovídající hodinovou sazbou, nájemným nebo sazbou strojohodiny⁴⁷ (Vitásek, a další, 2018 str. 23). Zjištění těchto nákladů v případě potřeby rovněž přepokládá použití normativní⁴⁸, respektive dynamické⁴⁹ kalkulace (Schneiderová Heralová, 2017 stránky 118-121).

Výrobní a správní režie jsou obvykle vyčísleny přírážkovou kalkulací⁵⁰ se zohledněním nákladů v minulých obdobích, kdy základnu pro výpočet tvoří přímé zpracovací náklady, přičemž k základně režie správní je připočtena hodnota režie výrobní. Výrobní režie sleduje aktivity související s řízením, činnostmi a obsluhou procesu provádění výkonu, zatímco správní režie kalkuluje náklady ve vazbě na správu společnosti či vnitropodnikového útvaru a zároveň obsahuje organizační a obslužné náklady výrobních či nevýrobních činností, jež nelze spolehlivě na kalkulační jednici (RTS, 2008), (Vitásek, a další, 2018 str. 23).

Zisk, respektive hodnota ziskové přírážky, jest v případě zhotovitele výsledkem subjektivní úvahy plynoucí z momentální situace na trhu a ekonomické strategie stavebního podniku, kdy podobně jako v případě distributorů směrných cen základnu pro kalkulaci zisku tvoří zpracovací náklady, eventuelně subdodávky (nikoliv v případě směrných cen) (RTS, 2008), (Vitásek, a další, 2018 str. 23).

⁴⁴ Výchozím podkladem stanovení spotřeby materiálu jest Sborník potřeb a nákladů vydaný v roce 1989 Ústavem racionalizace ve stavebnictví (dnes ÚRS CZ, a.s.) či Normy spotřeby materiálů vydané v roce 1983 bývalým Ministerstvem stavebnictví (RTS, 2008).

⁴⁵ Je-li dodavatelem materiálu obchodní organizace, poté je předmětem kalkulace cena včetně obchodní marže dodavatele. Zpracovává-li kalkulaci zhotovitel, jenž je plátcem DPH, je vyčíslena cena materiálu bez DPH. Pakliže však zhotovitel není plátcem DPH, je vyčíslena cena materiálu včetně zaplacené DPH (Schneiderová Heralová, 2013 str. 23).

⁴⁶ Včetně odvodů zaměstnavatele za zaměstnance na sociální (25 %) a zdravotní pojištění (9 %), počítané ze základu hrubé mzdy.

⁴⁷ Sazba strojohodiny obvykle zahrnuje podíly odpisu stroje, nákladů na opravy, nákladů na přemístění stroje po staveništi, nákladů na převoz na jiné stavby, k opravám, nákladů na montáže a demontáže, mzdy obsluhy a provozní hmoty (Vitásek, a další, 2018 str. 23).

⁴⁸ Pracuje s principem normativu, kdy normativ představuje koeficient pro zjišťování výše neznámých složek nákladů v závislosti na známé složce nákladů (Schneiderová Heralová, 2017 str. 118).

⁴⁹ Vykazuje náklady na jednotku výkonu s ohledem na vyráběné množství, tj. výkonu jsou přiřazovány náklady v různé výši, ovlivněné využitím výrobní kapacity (Schneiderová Heralová, 2017 str. 121).

⁵⁰ Pojem přírážková kalkulace je odvozen od režijní přírážky, daní poměrem rozvrhované veličiny – režie – a rozvrhové základny, kdy vynásobením koeficientu režijní přírážky hodnotou 100 obdržíme tzv. režijní přírážku v procentech (Schneiderová Heralová, 2017 stránky 97-101).

5.5 Klasifikace ve výstavbě

Principem klasifikace jest diverzifikace objektivní reality s identifikovatelnou individualitou v postupnou hierarchii, kdy za účelem zpřehlednění cenových odhadů, nákladových analýz a stanovení cen dochází systematickému třídění opakovatelných částí stavby dle hledisek a účelů, jež umožňuje požadovanou agregaci (Hampl, 2016).

Zavedeným klasifikačním systémem ve stavební praxi v České republice je Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP)⁵¹, jehož struktura tvoří podklad pro zobrazení cenových. V oblasti oceňování a evidence pomocí objemových ukazatelů je rovněž do určité míry stále využíván třídník Jednotné klasifikace stavebních objektů (JKSO), jež byl v minulosti pro potřeby statistiky ve stavebnictví zrušen a nahrazen Klasifikací stavebních děl CZ-CC.

5.6 Podklady a software pro oceňování stavební produkce

Distributory cenových soustav v podobě oceňovacích podkladů, tj. katalogů, ceníků, sborníků a databází položek ve fyzické či elektronické podobě, jejichž uživateli jsou zainteresované strany výstavbového projektu ze soukromé⁵² či veřejné sféry, jsou zejména soukromé organizace ÚRS CZ a.s.⁵³ a RTS a.s.⁵⁴, jež rovněž zajišťují softwarové nástroje pro tvorbu kalkulací a položkových rozpočtů. Datovou základnu cenových soustav v podobě položek je možno definovat ve vazbě na úroveň detailu sjednocení (agregace) tímto způsobem:

- Položky s jednotkovými cenami – směrné ceny⁵⁵
- cenové ukazatele na měrnou jednotku funkčního prvku⁵⁶
- nákladové potažmo cenové ukazatele vztažení k měrné nebo účelové jednotce objektu⁵⁷ - agregované jednotkové ceny (Shneiderová Heralová, 2013 str. 31).

Cenovou soustavou se rozumí organizovaný a uspořádaný soubor technických, popisných a nákladových informací o stavebních a montážních pracích, materiálech a výrobcích, zavádějící jednotnou terminologii do oceňování, jež dle potřeb přebírá a přímo navazuje na principy, procesy a pravidla definovaná v kap 5. (Vitásek, a další, 2018 str. 19). Stavební praxe v České republice rozeznává tyto cenové soustavy:

- ÚRS (CS ÚRS)
- RTS DATA
- OTSKP⁵⁸

⁵¹ Viz kap. 6.

⁵² Dodavatelé bez vlastních zavedených vnitropodnikových oceňovacích procesů.

⁵³ Obchodní firma dříve nesla název ÚRS PRAHA, a.s. a vznikla v roce 1992, jakožto nástupnická organizace Ústavu racionalizace ve stavebnictví (odtud akronym ÚRS), jež vydává sborníky cen stavebních prací a materiálů od poloviny 60. let minulého století.

⁵⁴ Vznik v roce 1991.

⁵⁵ Například 1 m³ zdiva cihelného nosného z CP (cihla plná) 29x14x6,5 na MVC (malta vápenocementová) 2,5 pod omítku (Shneiderová Heralová, 2013 str. 31).

⁵⁶ Například cena za 1 m³ výkopů, 1 m² stěn atp. (Shneiderová Heralová, 2013 str. 31).

⁵⁷ Například m³ obestavěného prostoru, m² užitého prostoru (Shneiderová Heralová, 2013 str. 31). Ukazatele nacházejí uplatnění při sestavování propočtu investora.

⁵⁸ Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací (OTSKP), jež byl v minulosti vydáván v částech OTSKP-SPK (staveb pozemních komunikací) a OTSKP-ŽS (železničních staveb) (nyní sloučeně), je prezentován jako cenová databáze, nikoliv cenová soustava (Státní fond dopravní infrastruktury, 2020).

Směrné ceny podléhají vyčíslení na základě kalkulace množství potřeb stanovených k jednotlivým položkám v členění podle kalkulačního vzore⁵⁹, kdy jsou tyto ceny kalkulovány za určitých kvalitativních a kvantitativních podmínek a oceňovány sazbami, jež jsou stanovovány statistickými metodami v návaznosti na výsledky šetření pověřených organizací a predikcí vývoje z výsledků výběrového šetření u vybraných stavebních organizací⁶⁰ (ÚRS CZ, 2020), (RTS, 2013).

Cenové soustavy lze digitálně obsluhovat s využitím zejména následujícího software, jež umožňuje kalkulaci, ocenění a tvorbu položkových rozpočtů spolu s použitím nástrojů časového plánování a řízení stavební výroby (Vitásek, a další, 2018 str. 19):

- KROS 4, euroCALC, ASPE – cenová soustava ÚRS
- BuildPower, Verlag Dashöfer – cenová soustava RTS DATA
- PROCONOM – cenová databáze OTSKP

⁵⁹ Viz pod-kap. 5.4 a Obrázek 8.

⁶⁰ Směrné ceny nepokrývají veškeré náklady spojené s pořízením stavby. Jedná se zejména o náklady spojené s umístěním stavby, náklady na kompletační činnost či DPH na vstupu a výstupu (Shneiderová Heralová, 2013 str. 31).

6 Položkový stavební rozpočet

6.1 Struktura a elementy stavebního rozpočtu

Položkový stavební rozpočet⁶¹ (*construction cost estimate*), jakožto forma sestavení nákladů a ceny stavebních prací, dodávek a služeb se skladebnou strukturou, jež přímo navazuje na konstrukční nebo technologické vlastnosti stavebního díla stanovené projektovou dokumentací, zpravidla sestává z částí⁶²:

- **Rekapitulace stavby**, jež souhrnně informuje zejména o předmětu ocenění, zainteresovaných stranách a rozpočtovaných nákladech na pořízení stavby v podobě celkové ceny⁶³ a této ceny v členění na stavební objekty, inženýrské objekty, provozní soubory⁶⁴ a náklady na umístění stavby,
- **krycí list soupisu prací**, jež přebírá údaje o zainteresovaných stranách a rekapituluje náklady na pořízení stavebního objektu, inženýrského objektu či provozního souboru v rozdělení na náklady soupisu prací⁶⁵ a ostatní náklady⁶⁶,
- **soupis prací** – vlastní položkový rozpočet, včetně výkazu výměr (viz dále), sestavený zvlášť pro každý stavební objekt, inženýrský objekt a provozní soubor (Shneiderová Heralová, 2013 str. 50), (RTS, 2013), (Ministerstvo vnitra, 2017).

Soupis prací v přímé návaznosti na úroveň detailu zpracované projektové dokumentace stanovuje prostřednictvím položek v odpovídající podrobnosti a rozsahu popis předpokládaných stavebních prací, dodávek či služeb.

Položkou soupisu prací, v podrobnostech jednoznačně vymezující obsah stavebních prací, dodávek či služeb a umožňující ocenění tohoto obsahu, se rozumí popis stavebních činností, jež jednoznačně vymezuje jejich technické a kvalitativní podmínky odpovídající informační základně v podobě projektové dokumentace (Shneiderová Heralová, 2013 str. 53). Položky soupisu prací je možno kategorizovat dle následujícího klíče:

- „**Kompletní** – obsahují náklady na dodávku i montáž konstrukce,
- **montážní** – obsahují pouze náklady na montáž, případně náklady na pomocný materiál,
- **specifikace** – náklady na dodávku nosného materiálu (k montážním položkám),
- **přirážky** – obsahují související náklady s provedením stavebních prací (přesuny hmot),
- **R-položky** – doplněné do rozpočtu rozpočtářem, nejsou obsaženy v cenové soustavě,
- **agregované/skupinové položky** – položky s měrnou jednotkou v podobě souboru prací nebo dílčích konstrukcí.“ (Vitásek, a další, 2018 str. 16).

Položka soupisu prací soupisu prací zpravidla sestává z popisové (standardně vlevo) a cenové (vpravo) části položky. **Popisová část položky** je (v tomto pořadí) vymezena pořadovým číslem, označením cenové soustavy (byla-li cenová soustava použita), identifikačním prvkem⁶⁷ cenové soustavy (byla-li cenová soustava použita), názvem položky, měrnou jednotkou, množstvím a výkazem výměr k tomuto množství – s výjimkou případů, kdy výkaz výměr není pro stanovení množství potřebný (Shneiderová Heralová, 2013), (RTS, 2020). **Cenová část položky** jest kombinací jednotkové ceny

⁶¹ Princip, příčiny a možnosti sestavování položkových stavebních rozpočtů, podobně jako užitek zainteresovaných stran ze strukturální prezentace nákladů výstavbového projektu, včetně objasnění role rozpočtáře, již osvětluje pod-kap 5.2.

⁶² Podoba rozpočtu (na rozdíl od struktury v oblasti veřejných zakázek, viz kap. 1, není legislativně zakotvena, avšak v praxi je ctěna zásada, kdy rozpočet obsahuje nezbytné a přehledně řazené údaje (Shneiderová Heralová, 2013 str. 91).

⁶³ V členění základu DPH, včetně sníženého základu (je-li uplatňován) a ceny s DPH.

⁶⁴ Náklady na dodání a montáž strojů a technologických zařízení (Shneiderová Heralová, 2013 str. 28).

⁶⁵ Hlavní stavební výroba (HSV) a přidružená/pomocná stavební výroba (PSV).

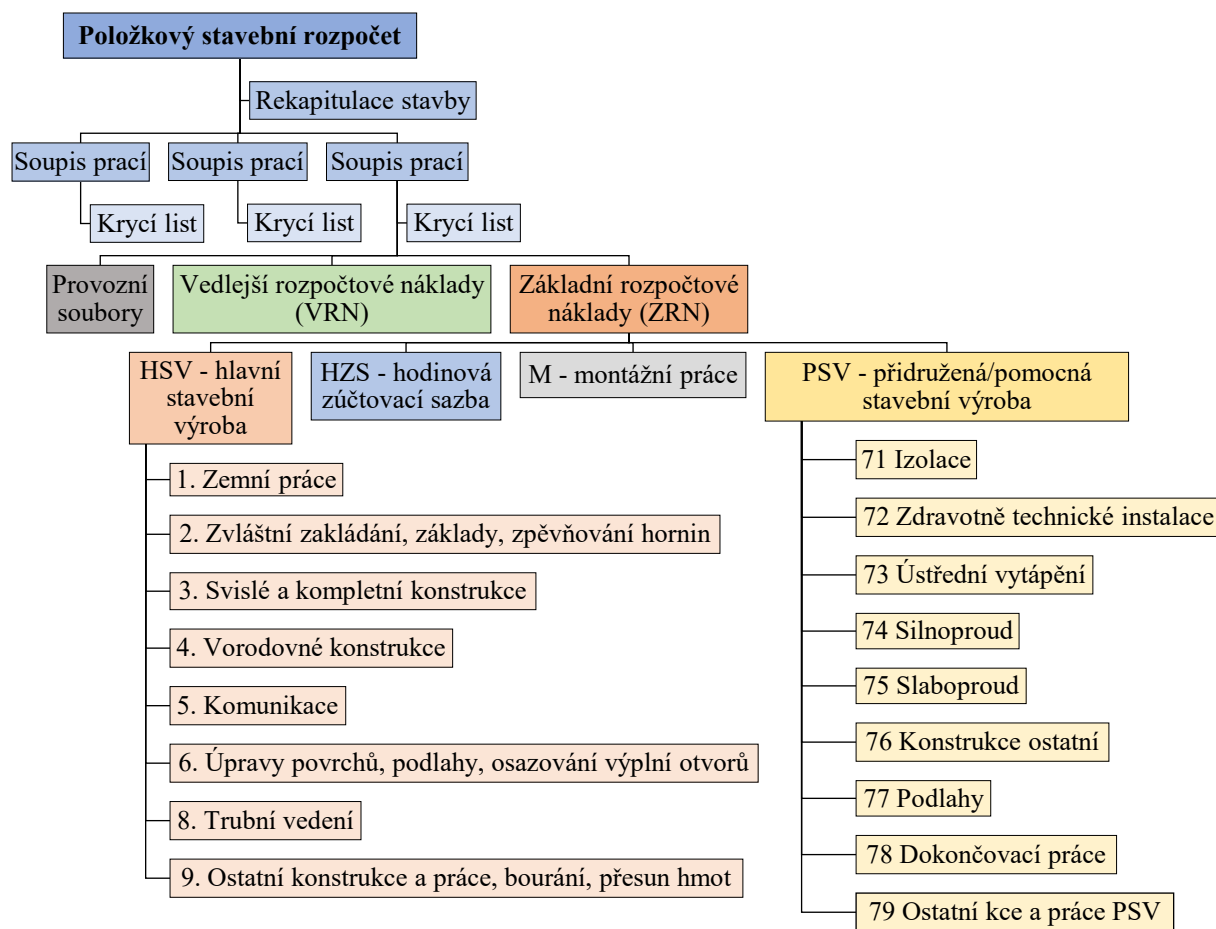
⁶⁶ Vedlejší náklady spojené s umístěním stavby.

⁶⁷ Alfnumerické číslo.

lidské či strojové práce a jednotkové ceny materiálu v podobě dodávky a montáže, přičemž celkovou cenu položku představuje násobek jejího množství s jednotkovou cenou (RTS, 2020).

Výpočet použitý při stanovení předpokládaného množství položky soupisu prací jest nazýván **výkaz výměr**, jež slouží k ocenění stavebních prací, dodávek a služeb, přičemž měrnými jednotkami tohoto ocenění jsou m³, m², m, kusy, kg, tuny, eventuelně soubory či komplety (RTS, 2020). Požadovaný výpočet zpravidla podléhá struktuře vzorce $vým\acute{e}ra = \acute{d}elka * \acute{s}irka * \acute{d}elka$ [měrná jednotka] (Vitásek, a další, 2018 str. 12).

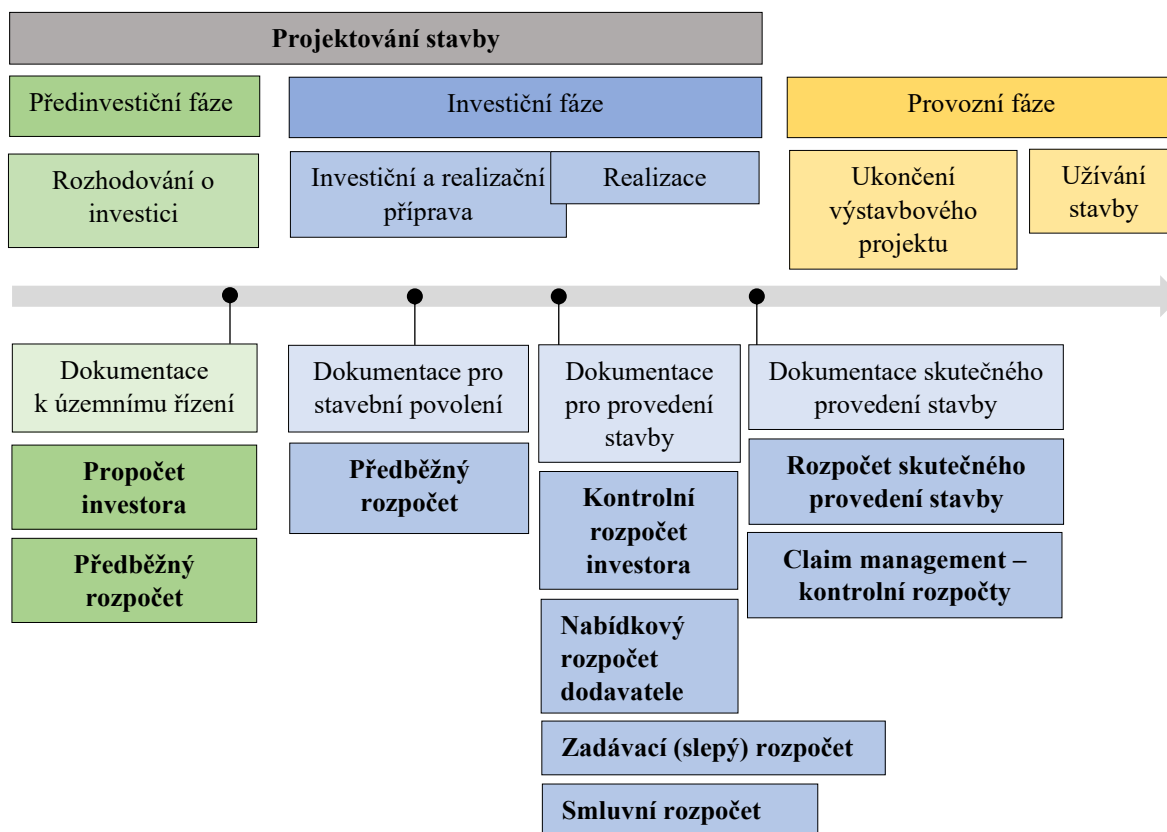
Soupis prací, respektive položkový rozpočet, je z hlediska členění na základní rozpočtové náklady, tj. hlavní stavební výrobu a přidruženou/pomocnou stavební výrobu, zpravidla organizován ve vazbě na diverzifikaci složek nákladů znázorněných v pod-kap. 5.3.2 - Obrázek 7, dle Třídníku stavebních konstrukcí a prací (TSKP), jehož skladbu v první úrovni hierarchie spolu se znázorněním příloh rozpočtu znázorňuje Obrázek 9 (Shneiderová Heralová, 2013 str. 48):



Obrázek 9 *Struktura položkového rozpočtu dle Třídníku stavebních konstrukcí a prací (vlastní zpracování s využitím zdrojů) (RTS, 2006), (Shneiderová Heralová, 2013 str. 26)*

6.2 Kategorizace a charakteristika stavebních rozpočtů

Položkové stavební rozpočty obsahují nákladové a cenové informace, jejichž datová základna v podobě projektové dokumentace podléhá v čase procesům hlubší specifikace, kdy ve vazbě na životní cyklus výstavbového a jeho fáze dochází k zpřesňování technických, kvalitních a užitných údajů projektu a tím i postupnému snižování míry agregace a nárůstu vypovídací hodnoty položkových rozpočtů⁶⁸. Stavební rozpočty je možno ve vazbě nejen na veřejné stavební zakázky⁶⁹ rozlišit ve struktuře Obrázku 10 vycházejícího z Obrázku 2:



Obrázek 10 Úrovně položkových rozpočtů ve vazbě na projektovou dokumentaci a životní cyklus stavby (vlastní zpracování s využitím zdrojů) (Vításek, a další, 2018), (Tománková, a další, 2019), (ČKAIT, 2017)

Předběžný rozpočet (*preliminary estimate*⁷⁰) jest mezistupněm mezi investorským propočtem a položkovými rozpočty, kdy dochází k odhadu nákladů na pořízení stavby ve vazbě na požadovanou informovanost investora. Datovou a informační základnu pro zpracování předběžného rozpočtu zpravidla představuje projektová dokumentace pro stavební povolení či ohlášení, ale lze jej vytvořit též dle dokumentace k územnímu rozhodnutí (ÚRS CZ, 2020 str. 8).

⁶⁸ Viz Obrázek 2 a pod-kap. 5.2.

⁶⁹ Viz. kap. 1.

⁷⁰ (Carnegie Mellon University, 2020).

Kontrolní rozpočet (*control estimate*) dodává rozpočtář projektanta investorovi⁷¹ v žádosti na vyjasnění představy zadavatele o nákladech na pořízení stavby, přičemž podkladem pro sestavení a ocenění výkazu výměr jsou projektová dokumentace pro provádění stavby a směrné ceny⁷². Nejčastěji je kontrolní rozpočet spojován s požadavkem investora na kontrolu nabídkového rozpočtu uchazeče o veřejnou zakázku⁷³ (Vitásek, a další, 2018 stránky 13-14).

Zadávací (slepý) rozpočet (*design estimate*) se strukturou odpovídající a vycházející z podoby kontrolního rozpočtu investora jest jakožto (nejen) součástí zadávací dokumentace investora výchozím podkladem pro zpracování nabídkového rozpočtu dodavatele. Úroveň detailu zadávacího rozpočtu odpovídá projektové dokumentaci pro provádění stavby.

Nabídkový rozpočet vyhotovuje uchazeč o zakázku či zvolený dodavatel v podobě oceněného návrhu na provedení stavebních prací, dodávek a služeb. Zhotovitel zároveň analyzuje a dle potřeby doplňuje a oceňuje položky rozpočtu ve vazbě na (ne)úplnost zadávací dokumentace. Cena nabídkového rozpočtu jest vodítkem ke sjednání ceny smluvního rozpočtu (Vitásek, a další, 2018 str. 14).

Smluvní rozpočet (*definitive estimate*), jakožto součástí smlouvy o dílo, představuje výsledek dohody zainteresovaných stran výstavbového projektu v osobách investora a dodavatele (ČKAIT, 2017).

Rozpočet skutečného provedení stavby zachycuje náklady na pořízení stavby ve vazbě projektovou dokumentací skutečného provedení stavby, bez ohledu na smluvní rozpočet a veškeré rozpočty nižší úrovně (ÚRS CZ, 2020 str. 11).

Zaznamenáváním smluvně relevantních příhod ovlivňujících průběh realizace projektu se zabývá management požadavků (*claim management*), jež v kontextu oceňování víceprací předkládá kvalifikované posouzení dodatečných požadavků investora či dodavatele vyvolávajících obvykle zvýšení nákladů, jež jsou v podobě dodatku ke smlouvě o dílo vyčísleny s využitím obvyklé ceny⁷⁴ (Vitásek, a další, 2018 str. 20).

⁷¹ Viz obrázek 5.

⁷² Viz pod-kap. 5.6.

⁷³ Rozpočtář se během komparace kontrolního rozpočtu s nabídkovým rozpočtem soustředí zejména na nosné položky, kdy po vzoru Paretoho principu představuje 20 % položek (nosných) 80 % nabídkové ceny uchazeče o veřejnou zakázku (Shneiderová Heralová, 2013 str. 55).

⁷⁴ Cena, jež by byla dosažena při prodeji stejného případně obdobného majetku, v obvyklém obchodním styku v tuzemsku ke dni ocenění (Vitásek, a další, 2018 str. 20).

7 Obecná problematika BIM

7.1 Definice pojmu BIM

Chuck Eastman, dnes vnímaný jako duchovní zakladatel BIM⁷⁵, definuje informační modelování staveb jako „*technologie modelování s přidruženou sestavou procesů pro účely výroby, komunikace a analýzy stavebních modelů*“ (volný překlad) (Eastman, a další, 2008 str. 13). Tyto stavební modely jsou dle slov Ch. Eastmana charakterizovány:

- „*stavebními prvky, které jsou reprezentovány inteligentními digitálními objekty obsahujícími nejen grafické a datové atributy, jež umožňují identifikaci těchto objektů softwarovými nástroji, ale také parametrická pravidla,*
- *komponenty, obsahujícími data, umožňující popis chování těchto komponentů s ohledem na potřeby analýz a pracovních procesů – např. výkaz výměr⁷⁶, specifikace nebo energetická analýza,*
- *konzistentními a neredundantními daty⁷⁷,*
- *koordinovanými daty⁷⁸“ (volný překlad) (Eastman, a další, 2008 str. 13).*

Washingtonský NIBS⁷⁹ (NATIONAL BIM STANDARD, 2019) prezentuje všeobecně přijímanou⁸⁰ definici BIM v rámci metodiky výboru NBIMS-USTM V3⁸¹ následovně: „*Informační modelování staveb (BIM) představuje digitální a funkční charakteristiku stavby. BIM je sdíleným vědomostním zdrojem informací o stavbě, utvářející spolehlivou základnu pro rozhodovací procesy během životního cyklu stavby – od počátečních konceptů po její likvidaci.*“ (volný překlad) (NATIONAL BIM STANDARD, 2019).

Akronym BIM vychází z anglického *Building Information Modeling*, praxí nejběžněji užívaného výkladu. Ve Velké Británii je uváděn přepis *Modelling*, běžněji a častěji ve světě se však používá překlad *Modeling*⁸² (Matějka, 2017 str. 15). Výklad výrazu BIM ovšem prošel a stále prochází během své dosavadní existence intenzivním procesem „zrání“, kdy například prostřední písmeno „M“ je asociováno s rozdílnými charakteristikami svého významu - „M“ jako „Model“, „Modeling“ nebo „Management“⁸³ (ACCA software S.p.A, 2017).

V českém stavebním prostředí je ustáleným ekvivalentem překlad *Informační modelování staveb*, který má v současné době již stabilní oporu jednak v právních předpisech, ustanoveních a požadavcích na Vládní úrovni prostřednictvím působnosti Ministerstva průmyslu a obchodu⁸⁴ a Ministerstva dopravy⁸⁵, a také v řešeních soukromých společností reagujících na aktuální požadavky stavební veřejnosti v oblasti oceňování a rozpočtů⁸⁶.

⁷⁵ (Matějka, 2017 str. 17)

⁷⁶ V originálním textu je použit výraz „takeoff“. Používá se rovněž zkratka QTO, tedy Quantity Take Off (PROEST, 2018). V českém stavebním prostředí je zkratka QTO, respektive termín Quantity Take Off, spojen s pojmem výkaz výměr (Hampl, 2016).

⁷⁷ Vyvolaná změna vlastností prvku a jeho dat je automaticky promítnuta do všech jeho výskytů (volný překlad) (Eastman, a další, 2008 str. 13).

⁷⁸ Jakýkoliv vyvolaný pohled na model je koordinován a prezentován v podobě jednotné formy (volný překlad) (Eastman, a další, 2008 str. 13).

⁷⁹ National Institute of Building Sciences.

⁸⁰ (Matějka, 2017 str. 19).

⁸¹ The National Building Information Model Standard Project, verze 3.

⁸² Zajímavostí je, že v České republice se v případě právní standardizace používá „Britský“ pojem *Modelling*.

⁸³ Překlad „Management“ užívá například největší stavební společnost v České republice Metrostav, a.s. (Metrostav, a.s., 2020).

⁸⁴ Koncepce zavádění metody BIM v České republice (ve spolupráci s Odbornou radou pro BIM).

⁸⁵ Státní fond dopravní infrastruktury.

⁸⁶ (ÚRS CZ, a.s., 2020).

Záměrně uvádím pouze dvě vybrané definice BIM, přestože je možno snahu o jednoznačné, věrné a komplexní vystihnutí charakteristiky pojmu BIM pozorovat ve velké míře. Tento fakt je způsoben nejen dynamickým rozvojem využívání informačního modelování staveb běžnou stavební praxí teprve až v posledním desetiletí⁸⁷, ale také konkurenčním bojem dodavatelů softwarových nástrojů a vybavení snažíc se využít trendu BIM ve svůj prospěch formou nabídky produktů klientům pod štítkem BIM, aniž by tyto produkty definicím BIM zcela odpovídaly (Matějka, 2017 str. 31).

7.2 Vymezení výkladu pojmu BIM

Vzhledem k nejednoznačnému výkladu definic informačního modelování staveb, a zejména jeho ne zcela optimálnímu vymezení, je nezbytné důsledně rozlišovat BIM jako⁸⁸:

- **Building Information Model / BIM model** (produkt, digitální reprezentace, soubor),
- **building Information Modeling (Modelling) / BIM proces**, soubor metod
- **building Information Management / Metodika dodávky výstavbových projektů**. (Matějka, 2017 str. 32)

Následuje stručný výklad charakteristik představených pojmů ve snaze o jejich doplnění a zpřesnění pro účelnější návaznost dalšího textu.

7.2.1 BIM model jako digitální prezentace (souborů) produktů

Informační model budovy (dále jen „*BIM model*“)⁸⁹ je sdílená digitální prezentace fyzikálních a funkčních vlastností kterékoliv stavby⁹⁰, jež poskytuje základ pro rozhodování (Černý, 2013 str. 69). Fyzikální a funkční vlastnosti jsou zastoupeny parametry obsaženými v modelu, kdy tyto dílčí parametry nesou informace nejen o prostorovém uspořádání objektu (prostý 3D model), ale také o nákladech a ceně, názvu a kontaktních údajích dodavatele nebo o časovém údaji (Matějka, a další, 2012 stránky 13-14).

BIM model lze z typového hlediska rozlišit následovně (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 17):

- Návrhově účelový model – dodaný od architekta nebo projektanta pro projektovou fázi
- Stavebně účelový model – od dodavatele díla
- Zhotovitelsky účelový model – pro subdodavatele
- Model skutečného provedení stavby – zachycuje stav při dokončení stavby a zahájení provozu
- FM účelový model – dodávaný pro majitele nebo provozovatele

Z tohoto členění dále vyplývá kategorizace cílů pro jednotlivé účastníky výstavbového projektu, přičemž informační modelování staveb je možno v rámci životního cyklu stavby registrovat a aplikovat napříč všemi procesy (Matějka, 2017 str. 35).

7.2.2 BIM jako proces nebo soubor metod

BIM jako proces (dále jen „*BIM proces*“) platí za proces tvorby a použití digitální reprezentace budovy, tedy virtuálního modelu budovy nebo stavby⁹¹. Výsledkem sestavení modelu je sdílená znalostní databáze podporující rozhodovací procesy – od prvotních fází návrhu, přes projekci, provádění stavby

⁸⁷ A jeho využívání tedy není zcela běžné.

⁸⁸ Rozlišení výkladu pojmů je v souladu s interpretací Odborné rady pro BIM (Černý, 2013 str. 69).

⁸⁹ Mnohdy bývá za informační model budovy mylně považován pouze samotný 3D model. S takovým názorem je možno setkat se také v odborných kruzích. Je nezbytné si uvědomit, že BIM je ve své podstatě databáze informací o stavbě a 3D model je pouze jedním z mnoha způsobů, jak tyto informace prezentovat (CzBIM, 2018).

⁹⁰ Mostu, silnice, železnice, budovy, vodohospodářské stavby atp.

⁹¹ Budovou je myšlen konkrétní objekt, zatímco stavba představuje soubor těchto objektů.

až po činnost facility managementu během užívání stavby a její případnou demolicí. (Černý, 2013 str. 69)

BIM proces je třeba chápat v kontextu multioborové spolupráce všech účastníků projektu během životního cyklu stavby, nikoliv jen jako dodávky práce jednotlivců. Jednotliví účastníci projektu musí ovládat definovaná obecná pravidla BIM, disponovat oborovými softwarovými nástroji⁹² kompatibilními s BIM a zejména musí znát benefity spolupráce doprovázené vymezenými procesy a místy, kde zúčastnění jednak naleznou podklady pro práci a kam posléze dodají zpracovanou část projektu (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 stránky 18-19).

7.2.3 BIM jako metodika dodávky výstavbových projektů

BIM (dále jen „*metodika BIM*“) ovlivňuje všechny účastníky stavebního procesu – ať už přímo či nepřímo. Metodika BIM je digitální systém měnící tvorbu, využití a proces sdílení informací o stavebním díle a nástroj podporující spolupráci prostřednictvím sady otevřených standardů po celou dobu životnosti stavby (Černý, 2013 str. 69). Tradiční postup⁹³ realizace výstavbových projektů z pohledu organizačního zajištění výstavby a smluvních vztahů je ovšem z hlediska aplikace informačního modelování staveb limitující (E. Jernigan, 2008 str. 121).

Vhodným dodavatelským systémem pro optimální a efektivní využití metodiky BIM je systém tzv. integrované dodávky projektů (IPD) (Matějka, 2017 str. 38). Tehdy objednatel, projektant a dodavatel vstupují do vzájemného smluvního vztahu s předem jednoznačně vymezenými cíli a formami spolupráce (Benarroche, 2020). V konečném důsledku této formy spolupráce lze na rozdíl od tradičních dodavatelských systémů očekávat efektivní komunikaci v raných fázích výstavbového projektu, v jejímž důsledku je možno pozorovat významnou úsporu nákladů a vysokou míru ovlivnitelnosti výše těchto nákladů v případě neočekávaných změn. Tento jev znázorňuje MacLeamyho křivka, viz Obrázek 11.

Významnou metodickou stránkou implementace BIM do procesů výstavbových projektů je zajištění a volba metod interoperability⁹⁴. Při chybném výkladu nebo neznalosti BIM jako metodiky je BIM vnímán pouze jako nástroj pro tvorbu a operace s projektovou dokumentací⁹⁵ – protipólem jest zcela kolaborativní prostředí, v jehož centru stojí BIM model⁹⁶. Kompromisní řešení ve vazbě na budoucí vývoj může přinést existence většího množství BIM modelů distribuovaných v kolaborativním prostředí, včetně standardizované předávky dat⁹⁷ (Matějka, 2017 stránky 35-37).

⁹² Základní softwarové BIM nástroje pro navrhování (Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, ...), udržitelný rozvoj (Autodesk Ecotect Analysis, Autodesk Green Building Studio, ...), statické návrhy a posudky (Autodesk Revit Structure, Bentley Structural Modeler, ...), pro technická zařízení budov (Autodesk Revit MEP, Bentley Hevacomp Mechanical Designer, ...), simulace, odhady a analýzy (Autodesk Navisworks, Solibri Model Checker, ...) nebo facility management (Bentley Facilities, FM:Systems FM:Interact, ...) (Matějka, a další, 2012 stránky 38-39)

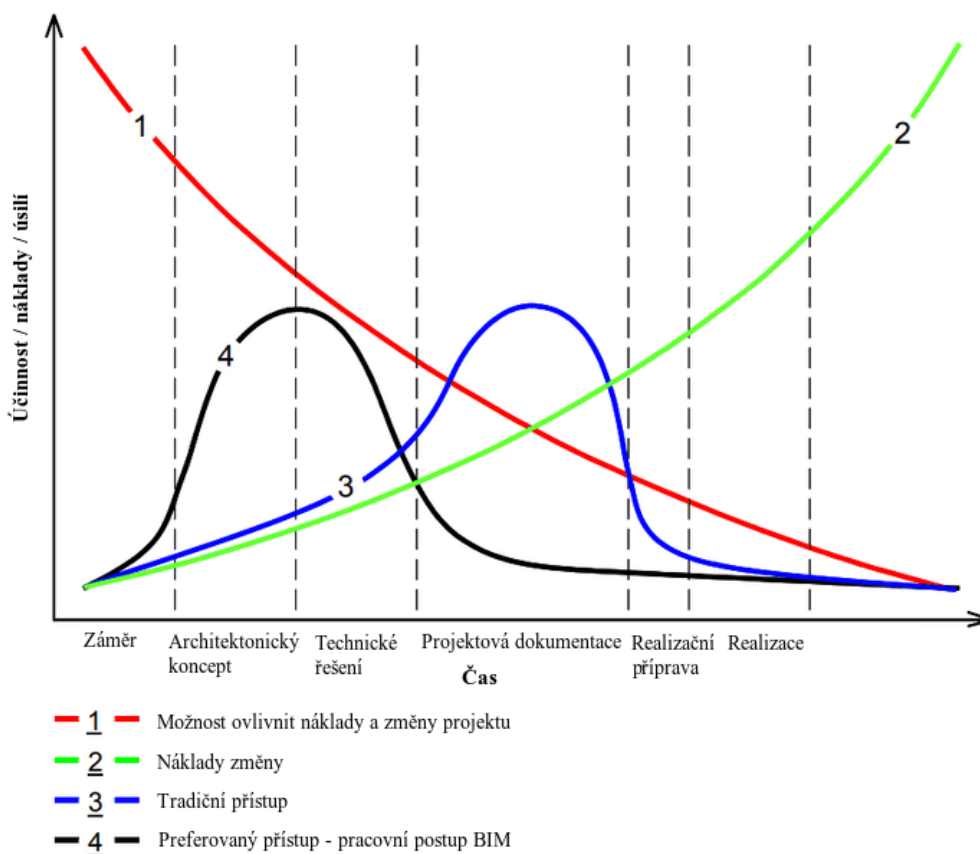
⁹³ Dodavatelské systémy, viz kapitola 3.6, nebo procesy spolupráce jednotlivých a procesy výkonů dílčích profesí v rámci výstavbového projektu (Matějka, 2017).

⁹⁴ Interakce mezi nástroji a procesy, mezi které patří softwarové nástroje, zařízení, standardizace, kolaborace, kvalifikace, smluvní zajištění a trh a pracovní postupy.

⁹⁵ Nevýhoda tohoto přístupu spočívá v nepružném přístupu k práci s informacemi nebo ve ztížení procesu zapojování účastníků výstavbového projektu do jeho již proběhlých fází (Matějka, 2017 str. 36).

⁹⁶ Ačkoliv se systém jeví jako optimální z pohledu přidané hodnoty při práci s daty, v praxi poukázala na překážky zejména z hledisek technického zajištění, obtížné implementace metod BIM a nastavení BIM prostředí nebo nedostatečné standardizace (Matějka, 2017 str. 37).

⁹⁷ IFC (Matějka, 2017 str. 36) viz pod-kap. 8.4.



Obrázek 11 MacLeamyho křivka
(volný překlad s využitím zdroje) (CURT, 2004).

7.3 Shrnutí – metodika BIM ve vazbě na životní cyklus stavby

Informační modelování staveb představuje moderní, dynamický a inteligentní proces pro navrhování a správu stavebního projektu vycházející z BIM modelu. V rámci multioborové spolupráce umožňuje a usnadňuje účastníkům nejen výstavbového projektu systematické sdílení informací mezi jednotlivými projekčními nástroji a přístup ke kompletním datům po dobu životního cyklu stavby. Metodika BIM poskytuje prostor pro vytváření a správu projektů nejen pozemních a inženýrských staveb infrastruktury – s úsporou času, nákladů a pozitivním dopadem na životní prostředí (CAD Studio s.r.o., Casua s.r.o., 2020).

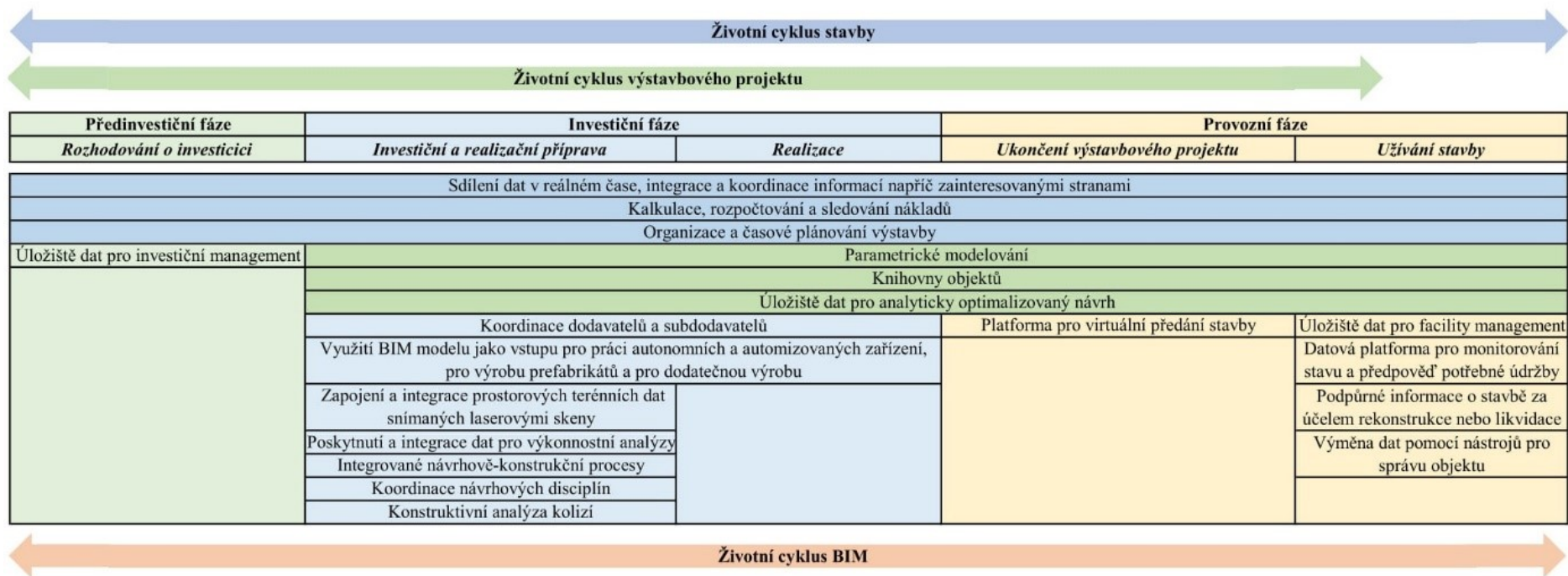
Pro účely návaznosti dalšího textu a demonstrace vlivu procesního uplatňování informačního modelování staveb na kompletní životní cyklus stavby⁹⁸, jest uvedeno grafické znázornění životního cyklu BIM⁹⁹ ve vazbě právě na životný cyklus stavby, viz Obrázek 12. BIM je svým dopadem a využitím úzce spojen s každou z dílčích fází¹⁰⁰ životního cyklu stavby a vybranými nástroji v rámci metodiky BIM ovlivňuje nejen výstavbový projekt, ale zejména fázi užívání stavby, během které vzniká největší množství nákladů¹⁰¹ (Tománková , a další, 2019 str. 12). Schéma rovněž demonstruje a poukazuje na důležitý fakt v kontextu této práce – a sice existenci potřeby kalkulovat a rozpočtovat ve všech fázích životního cyklu stavby (Matějka, a další, 2013 str. 10).

⁹⁸ (Tománková , a další, 2019 str. 29).

⁹⁹ Life-cycle BIM.

¹⁰⁰ Předinvestiční, investiční a provozní fáze (Tománková , a další, 2019 str. 29).

¹⁰¹ Viz pod-kap. 5.1.



Obrázek 12 Životní cyklus BIM ve vazbě na životní cyklus stavby

(vlastní zpracování a překlad s využitím zdrojů) (Castagnino, a další, 2016) (Matějka, a další, 2013 str. 10) (Tománková , a další, 2019 str. 29)

8 Důležité aspekty metodiky BIM s vazbou na projekci a tvorbu položkových rozpočtů

8.1 Datový standard stavebnictví (DSS)

V souvislosti s obecnou snahou digitalizovat stavební průmysl (nejen v oblasti veřejných zakázek) prostřednictvím strojově čitelných strukturovaných informací ve vazbě na elementy a požadavky životního cyklu stavby, je zaveden pojem Datový standard stavebnictví, jakožto jednotný jazyk, jež přesahuje problematiku BIM a sestává z dílčích navazujících standardů v podobě dokumentů a databází - příkladem jest Datový standard informačního modelu stavby (DSIMS), přičemž v budoucnu je plánován vznik datového standardu pro obecný rozpočtový formát. DSS je členěn do následujících částí:

- **Architektura** – definice a terminologie pojmů s popisem principů fungování zejména DSIMS¹⁰²,
- **obsah** – podoba grafických a ne-grafických dat
- **správa** – pravidla a procesy změn při zásazích do DSIMS (Nechyba, a další, 2020)¹⁰³.

8.1.1 Databáze datového standardu ve stavebnictví (DDSS)

Vlastnosti databáze datového standardu ve stavebnictví ovlivňují následující nezbytně nutné podmínky:

- **Fáze** – seznam a charakter požadovaných informací závisí na stupni projektové dokumentace¹⁰⁴
- **klasifikace**¹⁰⁵,
- **role** – DSS stanovuje požadavky na data v závislosti na jejich poskytování či vyžadování zainteresovanými stranami výstavbového projektu¹⁰⁶,
- **užití** – předepisuje účel využití dat, tj. například položkový rozpočet, výkaz výměr, harmonogram, simulace výroby či certifikace¹⁰⁷ (Nechyba, a další, 2020).

8.1.2 Aplikace DSS

Použití Datového standardu ve stavebnictví lze specifikovat ve dvou rovinách – v rovině technické, jež navazuje na definici vstupů v podobě podmínek v rámci vlastností databáze DSS a v rovině právní, která nalezne uplatnění ve smluvních dokumentech jakožto příloh ke smlouvě o dílo v podobě BIM protokolu¹⁰⁸, jež mimo jiné specifikuje požadavky na Datový standard stavebnictví, BIM Execution Plan (BEP)¹⁰⁹ a Common data environment (CDE)¹¹⁰. Schéma smluvního standardu zobrazuje Obrázek 13:

¹⁰² Jakožto první vydané části DSS.

¹⁰³ Architekturu a správu DSS popisují dokumenty¹⁰³, zatímco obsah DSIMS definují databáze.

¹⁰⁴ Z aktuálně platných vyhlášek a stavební praxe vyplývá existence 11 projektových fází (Nechyba, a další, 2020).

¹⁰⁵ Viz pod-kap. 5.5., pod-kap. 9.2, pod-kap. 13.6.

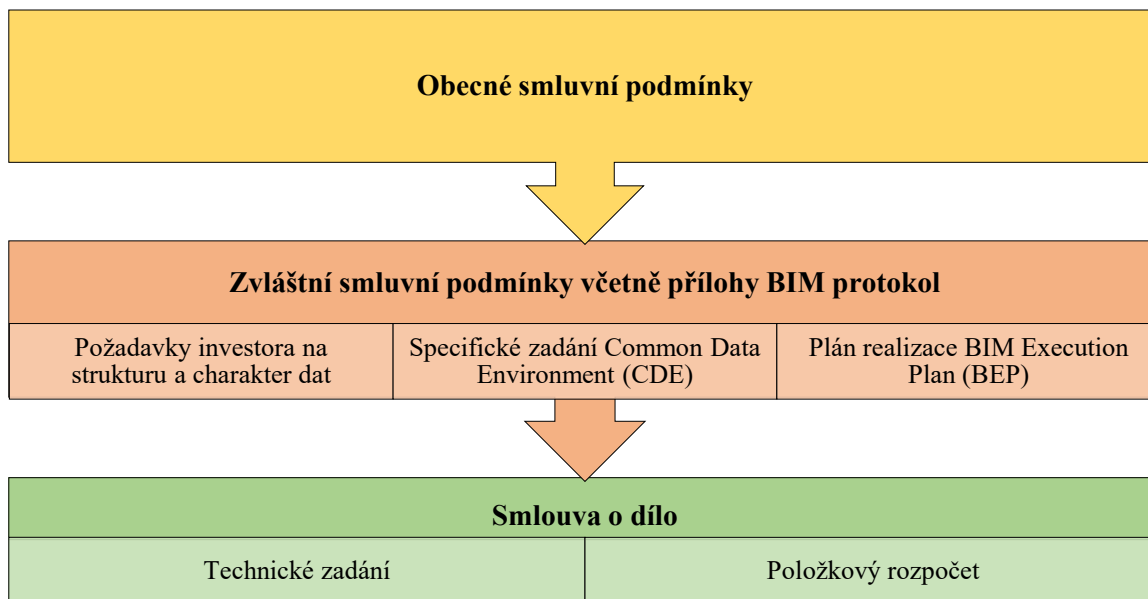
¹⁰⁶ Viz pod-kap. 3.4.

¹⁰⁷ Analýza užití metodiky BIM popisuje 62 různých způsobů použití dat DDSS (Nechyba, a další, 2020).

¹⁰⁸ Účelem protokolu jest podpoření spolupráce v rámci projektových týmů v rámci zadání specifických povinností, závazků a omezení souvisejících s používáním BIM modelů (Klee, 2018).

¹⁰⁹ Viz pod-kap. 8.2.

¹¹⁰ Viz pod-kap. 8.3.



Obrázek 13 Schéma procesu smluvního standardu v rámci Datového standardu stavebnictví (DSS) (vlastní zpracování s využitím zdroje) (Nechyba, a další, 2020)

8.2 BIM Execution Plan (BEP)

Plán výkonu BIM (*BIM Execution Plan*) jednoznačně a systematicky vymezuje a definuje činnosti a operace v organizačním schématu životního cyklu konkrétního výstavbového projektu, podle přijatého postupu a specifických zvyklostí tak, aby byly zejména ve fázích přípravy a realizace předem definovány a později zajištěny výstupy¹¹¹ potřebné k BIM procesům (Synek, 2018).

Ve vazbě na naplnění účelu a požadavku na kompetentní, koordinované a včasné procesní informace uzavírá BEP generální zhotovitel s projektantem, jako součást smlouvy o dílo. Dokument obsahuje základní identifikační údaje stavby, matici osob, odpovědnosti a kontaktů, včetně identifikace a popisu rolí, popis pravidel pro sdílení dat projektu základní technické dohody¹¹², zásady pro členění, spojování modelu¹¹³, vyhledávání a odstraňování kolizí, zásady tvorby modelu¹¹⁴, definici grafické podrobnosti modelu¹¹⁵ a zásady pro uvádění negrafických informací modelu (Kupsa, 2019).

8.3 Common Data Environment (CDE)

Společné datové prostředí (*Common Data Environment*) představuje formu digitálního úložiště¹¹⁶ jakožto zdroje grafických a ne-grafických informací, jež umožňuje neomezené shromažďování, obsluhu a distribuci dat. Existence dat v podobě výstupů BIM procesu či 2D projektové dokumentace, textových, tabulkových, naskenovaných dokumentů nebo fotografií usnadňuje ve společném prostředí spolupráci mezi zainteresovanými stranami výstavbového projektu a napomáhá předcházet duplicitě, nedorozuměním a chybám (Designing Buildings Ltd., 2020).

¹¹¹ Dokumenty, podklady či procesy.

¹¹² Použitý systém souřadnic či fyzikálních jednotek (metrický systém) (Kupsa, 2019).

¹¹³ Prostorové členění projektu dle funkčních částí budovy či diverzifikace dle jednotlivých profesí. Samostatně se zpracovávají například části konstrukční – statická, stavební či TZB (Kupsa, 2019).

¹¹⁴ Zásady pro modelování stěn, střech, podlah, pohledů, trámů atp. (Kupsa, 2019).

¹¹⁵ Viz pod-kap. 8.6.

¹¹⁶ V podobě FTP serveru či specializované komerční aplikace (Kupsa, 2019).

Zadáním zhotovitele v předinvestiční fázi životního cyklu výstavbového projektu jest na základě definovaných požadavků pořízení software pro správu a obsluhu společného datového prostředí, včetně jeho smluvního zajištění a přístupovými právy umožnit projektovému týmu sdílení dat (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 77).

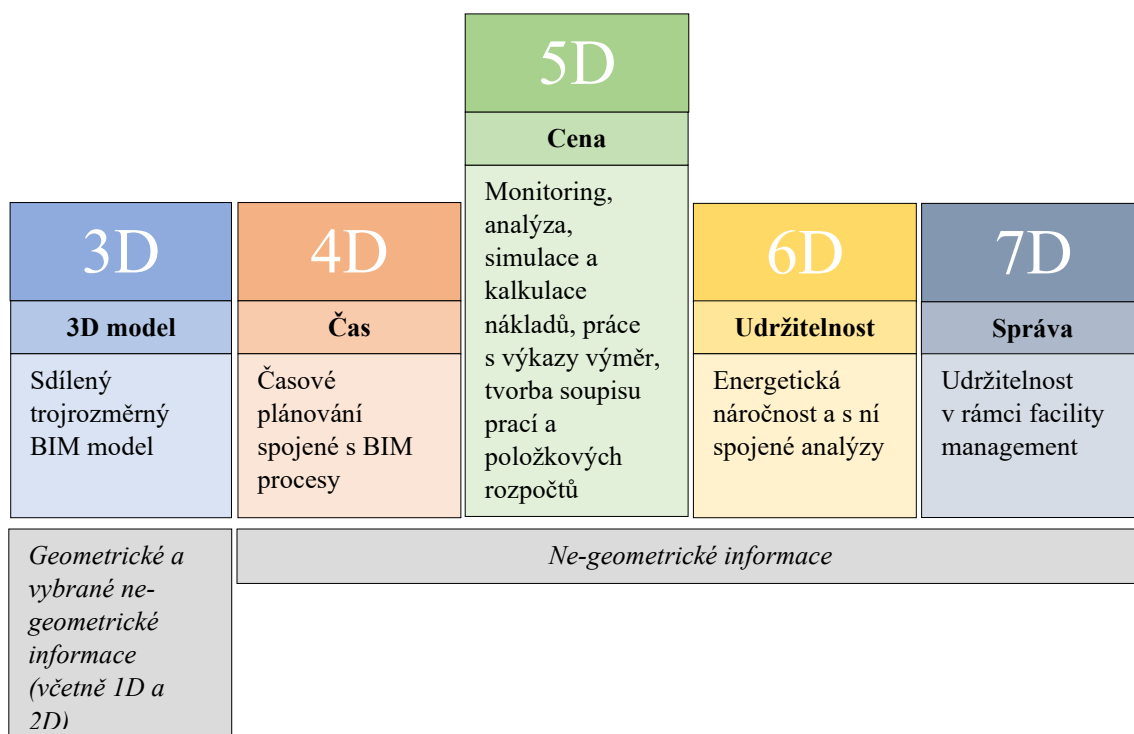
8.4 Industrial Foundation Classes (IFC)

Standardizovaný digitální popis zastavěného prostředí spolu s budovami a civilní infrastrukturou reprezentuje otevřený mezinárodně uznávaný standard¹¹⁷ v podobě formátu souboru s příponou .ifc, jež je jako výměnná platforma v široké míře použitelný v hardwarových zařízeních, softwarových platformách a rozhraní v souvislosti s BIM procesy¹¹⁸ (buildingSMART International, Ltd., 2020).

„Schéma IFC jest datový model, jež logicky kodifikuje identitu a sémantiku (jméno, identifikátor, typ objektu nebo jeho funkce), vlastnosti nebo atributy (materiál, barva, tepelné vlastnosti), vztahy (umístění, spojení), mezi objekty (sloupy, desky), abstraktní pojmy (výkony, kalkulace a rozpočty), procesy a zainteresované strany výstavbového projektu (investor, projektant, zhotovitel, subdodavatelé)“ (volný překlad) (buildingSMART International, Ltd., 2020).

8.5 Dimenze informací

BIM model lze použít k předem definovaným účelům, kdy tyto definice v závislosti na požadavcích dílčích fází životního cyklu výstavbového projektu ve vazbě na jeho složitost a komplexitu představují prvky parametrické inteligence (parametrické modelování)¹¹⁹, jež lze dále dle účelu třídit a kategorizovat v rámci jednotlivých dimenzí BIM znázorňující Obrázek 14 (UNITED-BIM, 2020):



Obrázek 14 Dimenze informací BIM

(vlastní zpracování a volný překlad s využitím zdrojů) (Building the digital, 2018), (Michl, 2016),

¹¹⁷ ISO 16739-1:2018

¹¹⁸ Specifika schématu IFC je primárním technickým výstupem organizace buildingSMART International.

¹¹⁹ Viz pod-kap. 7.2.1.

8.6 Level of development (LOD)

Specifikaci a formulaci implementovaných požadavků na grafickou a informační podrobnost elementů BIM modelu v různých fázích návrhu, tj. úrovni detailu projektové dokumentace, umožňuje s využitím úrovní posoudit, změřit a hierarchicky zatřídit označení Level of development¹²⁰ (Tunka, 2020). Tyto požadavky definuje a specifikuje investor během sestavování BEP a v rámci BIM protokolu¹²¹.

Grafickou podrobnost modelu vymezuje akronym GOD (*Grade of Detail*) či LOG¹²² (*Level of Geometry*), kdy úroveň LOG 100 odráží schématické či symbolické znázornění modelovaného prvku a LOG 500 zobrazuje detailně specifikovanou podobu prvku vhodnou jako podklad pro výrobu (Trimble Inc., 2019). Vypovídající hodnotu zimplementovaných informací definuje pojem LOI (*Level of Information*), jež ve vazbě na úroveň detailu vymezuje množství a typ parametrických dat, které by jednotlivé prvky modelu měly obsahovat. Problematiku názorně objasňuje Tabulka 2:

Terminologie		Fáze projektu	Způsob ocenění	Popis
UK	US			
LOD 1	LOD 100	Studie stavby	Rozpočtové ukazatele stavebních objektů	Prvek je definován 2D plochou
LOD 2	LOD 200	Dokumentace k územnímu rozhodnutí	Agregované položky	Zde se nachází prvek
LOD 3	LOD 300	Dokumentace pro stavební povolení	Položkový rozpočet	Zde se nachází prvek o konkrétních rozměrech
LOD 4	LOD 350	Dokumentace k provádění stavby	Nabídkové a výrobní kalkulace	Zde se nachází prvek o konkrétních rozměrech a s těmito funkcemi a vlastnostmi
LOD 5	LOD 400			Jedná se o tento konkrétní prvek
LOD 6	LOD 500	Dokumentace skutečného provedení stavby		Tento prvek má tyto rozměry, funkce, vlastnosti, výrobce, dodavatele
LOD 7	Prvek je nástrojem pro facility management, přiřazují se k němu doplňující data a dokumenty (revize, fotografie, technické listy)			

Tabulka 2 Schéma struktury *Level of development* (vlastní zpracování s využitím zdrojů) (Špalek, 2020), (UNITED BIM, 2020)

¹²⁰ Technické normy ve světě rozlišují terminologii v různých podobách. Spojené státy americké akronym LOD vykládají jako Level of Development se stupnicí LOD 100 – LOD 500, zatímco Velká Británie rozeznává pojem Level of Definition se stupnicí LOD 100 – LOD 700 (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 89).

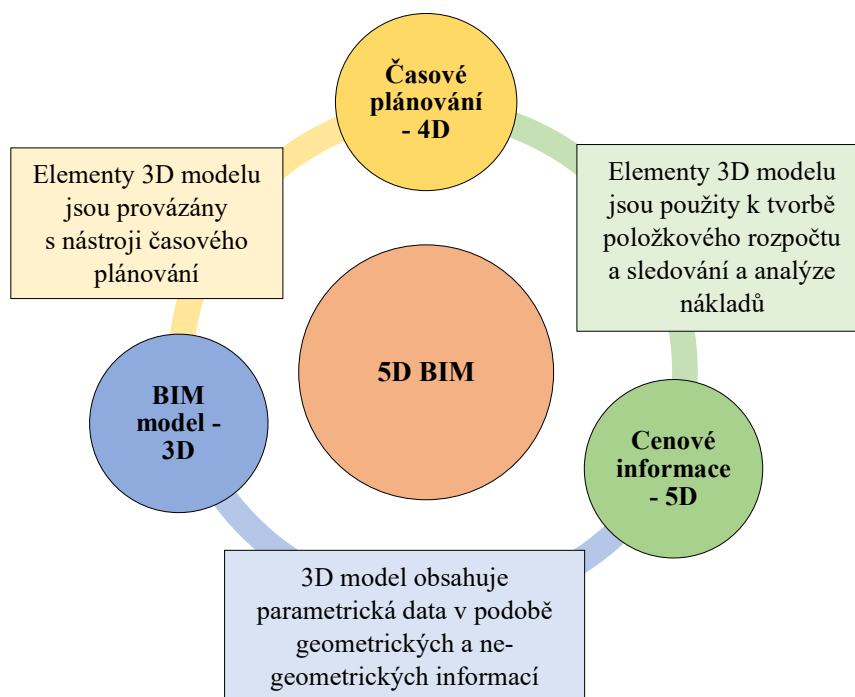
¹²¹ Účelem protokolu jest podpoření spolupráce v rámci projektových týmů v rámci zadání specifických povinností, závazků a omezení souvisejících s používáním BIM modelů (Klee, 2018).

¹²² Původně byla používána zkratka LOD (Level of Detail) (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 88).

9 Cost management – BIM 5D

9.1 Problematika cenových informací

Technologie BIM 5D, jakožto zástupce agendy cenotvorb, kalkulace, sledování a analýzy nákladů a tvorby propočtů a položkových stavebních rozpočtů, umožňuje ve vzájemné symbióze s dimenzemi informací třetího a čtvrtého řádu využití geometrických a ne-geometrických parametrických dat BIM modelu v podobě prostorových, časových, cenových (technických) a nákladových informací, kdy výsledkem tohoto mechanismu sdílení jest efektivní řízení a obsluha procesů cost managementu (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 68), (Lipman, 2020). Situaci znázorňuje Obrázek 15:



Obrázek 15 Princip sdílení informací v rámci BIM 5D
(vlastní zpracování s využitím zdroje) (Lipman, 2020)

Předpokladem plnohodnotné a požadované využitelnosti BIM 5D jest vhodně nastavená smluvní dokumentace mezi zadavatelem a projektantem BIM modelu, zejména z pohledu BIM Execution plan (BEP), jež mimo jiné definuje požadavky na grafická data prostřednictvím metodiky Level of Development (LOD) a podobu ne-geometrických informací skrze tabulku¹²³ parametrů (Vitásek, 2019).

9.2 Tvorba soupisu prací s výkazem výměr a potřeba klasifikace

Sestavování soupisu prací¹²⁴ včetně tvorby výkazu výměr zpravidla předpokládá využití podkladu v podobě 2D formátu projektové dokumentace, jež představuje nevídaný prostor pro neúplnost, nedostatečnou názornou návaznost a podrobnost v podobě specifikací či technologie provádění (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 68). BIM 5D poskytuje příležitost pro automatizovaný, plnohodnotný a flexibilní přenos a export ne-geometrických dat z BIM modelu způsobem, jež umožní

¹²³ Také seznam či soupis (Vitásek, 2019).

¹²⁴ Viz pod-kap. 6.1.

produkovat věrohodná a úplná data o plochách, objemech a počtech rozličných typů stavebních konstrukcí a prací (Vitásek, 2019).

Podmínku použití automatizovaného generování ne-geometrických dat do podoby strukturovaného soupisu prací s odpovídajícím výkazem výměr představuje splnění a vyjasnění předpokladů funkčně vymezené metodiky Level Of Development (LOD) na národní úrovni, jež spolupracuje s platnými cenovými soustavami¹²⁵ a zejména existenci identifikátoru jednoznačně definujícího funkci a vlastnosti identifikovaného elementu BIM modelu, v podobě klasifikačního systému¹²⁶ (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 68), (Vitásek, 2019).

Česká agentura pro standardizaci (ČAS)¹²⁷ definovala a stanovila ve vazbě na výstup¹²⁸ pracovní skupiny 03¹²⁹, jež zajišťuje metodické výstupy datových a informačních standardů, jako klasifikační systém datového standardu ne-geometrických informací CoClass (Erhart, 2020). CoClass jest švédským standardizovaným digitálním klasifikačním systémem zajišťujícím jednotnou koncepci a terminologii strukturovaných strojově a člověkem čitelných dat (Jansa, 2019). Ukázkou struktury klasifikačního systému CoClass na příkladu zatřídění konstrukce stěny dle ČAS a nutnosti adaptace klasifikačního systému pro účely BIM 5D znázorňuje Obrázek 16.

9.3 Přínosy spojené s BIM 5D a požadavky na profesi rozpočtáře

BIM jako metodika dodávky výstavbových projektů poskytuje prostor pro vysokou míru ovlivnitelnosti a tím též úsporu výše budoucích nákladů¹³⁰, vznikajících zejména v provozní fázi životního cyklu stavby¹³¹, vlivem technologické a ekonomické optimalizace variant v předinvestiční fázi životního cyklu stavby a včasné identifikace, zpracování a minimalizace změn (*claims*) a víceprací (méněprací) v okamžiku, kdy již znamenají dodatečné náklady (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 66). Přínosy metodiky BIM 5D představují zejména:

- Úspora času vlivem automatizace tvorby výkazu výměr,
- efektivní klasifikace odpovídajících stavebních prvků s využitím vizualizace, již poskytuje BIM model¹³²,
- nepřetržitý přístup k aktuálním a úplným verzím požadovaných podkladů v podobě nejen projektové dokumentace,
- okamžitá reakce na projektové změny spojená s účinnou tvorbou a klasifikací dodatečných nákladů,
- plnohodnotný a věrný odhad nákladových variant v předinvestiční fázi životního cyklu stavby,
- přehledná a kompletní evidence dat jako nástroj pro controlling¹³³ (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 66).

Požadavky na zástupce cost managementu v osobě nejen rozpočtáře představují schopnosti definovat modelové postupy, jejichž výstupem jest generovaný výkaz výměr, identifikovat požadovanou podrobnost BIM modelu s tím spojené množství v souvislosti s úrovní ocenění a efektivně manipulovat s BIM modelem způsobem, jež umožní odpovídající tvorbu položkového rozpočtu či propočtu (Černý, 2013 str. 50)

¹²⁵ Viz pod-kap 5.5

¹²⁶ Na klasifikačním systému v tuto chvíli již pracuje pracovní skupina 05, viz pod-kap. 10.3

¹²⁷ Více viz pod-kap. 10.3.

¹²⁸ Rešerše a srovnání klasifikačních systémů zpráva ze dne 17.04.2019. (Česká agentura pro standardizaci, 2020)

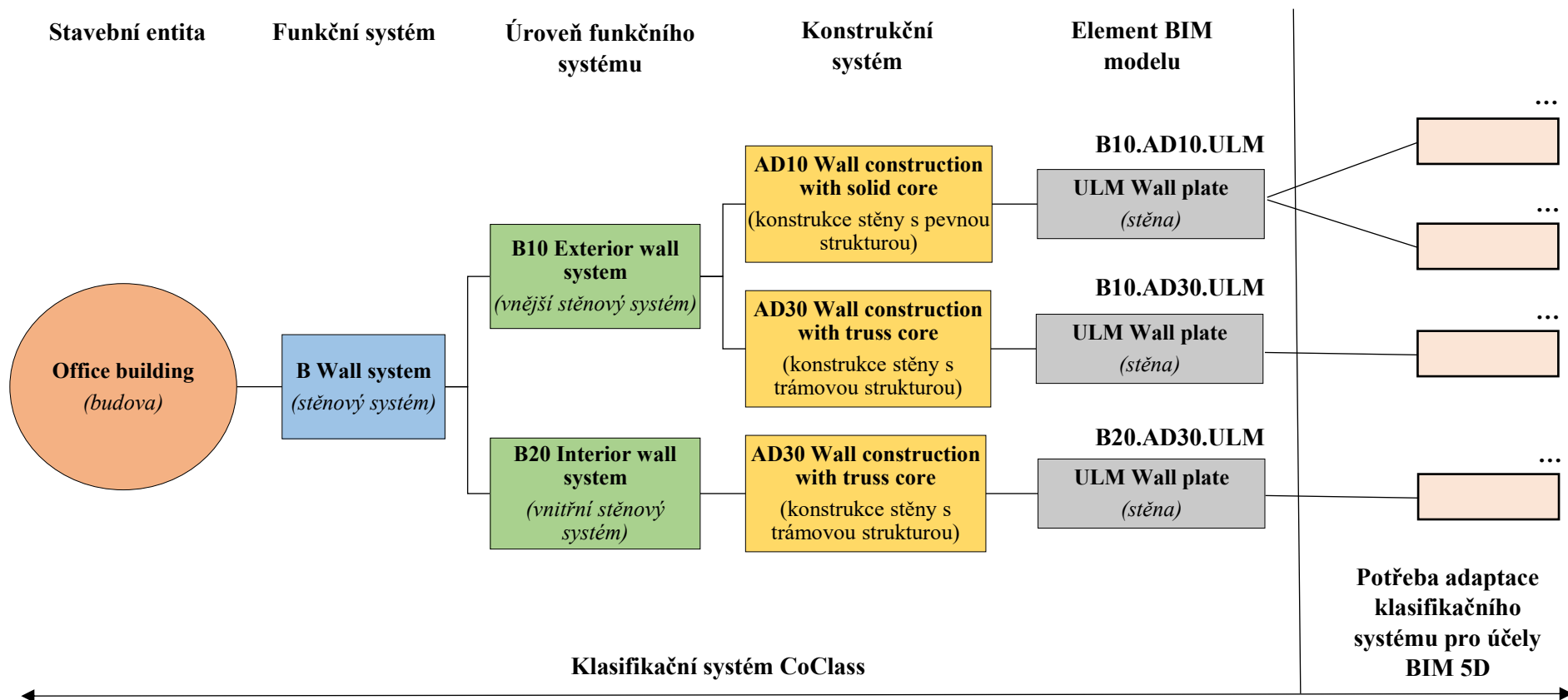
¹²⁹ Více pod-kap. 10.3.

¹³⁰ Viz pod-kap. 7.2.3 a Obrázek 11

¹³¹ Viz pod-kap. 5.1 a Obrázek 3

¹³² Viz pod-kap. 9.3.

¹³³ Nástroj operativního řízení realizace stavby pracující na principu porovnání dat z plánování a skutečného stavu (Tománková , a další, 2019 str. 117).



Obrázek 16 Ukázka zatřídění konstrukce stěny v klasifikačním systému CoClass dle ČAS (vlastní zpracování a volný překlad s využitím zdrojů) (Svensk Byggtjänst AB , 2020) (Erhart, 2020)

10 Implementace BIM 5D v České republice

10.1 Lidský faktor

Komplexním, komplikovaným a složitě adaptovatelným zástupcem prosazování nástrojů cenové dimenze metodiky BIM jest lidský faktor, kdy obava ze změny, inklinace k zavedeným a zažitým postupům, návyk na mechanickou a setrvačnou činnost a obecná rezistence představuje pochopitelnou a adekvátní odezvu, avšak ne zcela pro zavádění BIM 5D (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 72).

Nástrojem efektivního uplatňování vlivu páté dimenze BIM jest postupné a srozumitelné vzdělávání s podporou sdílení a spolupráce, jehož základ představuje uměřená a promyšlená strategie v podobě neformálního, avšak důsledného informování a přesvědčování na úrovni vzdělávacích institucí a organizačních procesů firem, jakožto nástrojů managementu (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 72).

10.2 Software nástroje

Metodika BIM poskytuje potenciál disponovat neomezeným množstvím vzájemně se doplňujících a spolupracujících sofistikovaných programů a aplikací v podobě nástrojů jejího řízení, manipulace a uplatňování, kdy nezbytným kritériem pro účelné využití těchto software jest kapacitní a ekonomická schopnost a vize tvůrce software reflektovat dynamicky se rozvíjející oblast standardizace zároveň s ochotou sledovat, vyhodnocovat a aplikovat požadavky uživatelů (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 stránky 72-73).

10.3 Právní předpisy a technické normy

Klíčovou a rozhodující úlohu v procesu standardizace (nejen) BIM 5D v prostředí České republiky zaujímá instituce státu, jež prostřednictvím státní, respektive veřejné moci disponuje schopností vnútit svou vůli subjektům, jež jsou v dosahu právního řádu.

Dne 25. září 2017 vláda České republiky schválila materiál *Koncepce zavádění metodiky BIM v České republice* (dále jen „*Koncepce*“) zpracovaný Ministerstvem průmyslu a obchodu jakožto gestora pro zavádění BIM, kdy tato *Koncepce* ukládá MPO povinnost postupné a důsledné aplikace inovativních možností informačních technologií do sektoru stavebního průmyslu (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017). Významnou informací *Koncepce* a příčinou motivace jest uložení povinnosti od 01.01.2022 použití BIM pro nadlimitní veřejné zakázky¹³⁴ na stavební práce financované z veřejných rozpočtů¹³⁵ (Kolektiv autorů CzBIM, 2018 str. 73).

Pověřením MPO ze dne 7. prosince 2017 jest Odbor koncepce BIM, jakožto útvar státní příspěvkové organizace České agentury pro standardizaci¹³⁶ (ČAS), zodpovědný realizací významného množství opatření specifikovaných vládou České republiky v *Koncepci*. Základními činnostmi Odboru koncepce BIM jest spolupráce a vzdělávání veřejného, soukromého a akademického sektoru, monitoring pilotních projektů¹³⁷, avšak zejména koordinace expertních pracovních skupin, jakožto základního stavebního kamene digitalizace v podobě odborné diskuze a metodických výstupů (Česká agentura pro standardizaci, a další, 2020).

¹³⁴ Finanční limit pro nadlimitní zakázky stanovuje Evropská komise a činí 5 mil. EUR na stavební práce (Tománková, a další, 2019 str. 71).

¹³⁵ Se zohledněním závěrů z vyhodnocení pilotních projektů a s přihlédnutím ke specifikům jednotlivých druhů staveb (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017).

¹³⁶ Jež od 01.01.2018 převzala od Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) veškeré činnosti související s tvorbou, vydáváním a distribucí technických norem (Česká agentura pro standardizaci, 2020).

¹³⁷ Jež předchází plošné implementaci a poskytují potřebné informace pro budoucí plánování a řízení (Česká agentura pro standardizaci, a další, 2020).

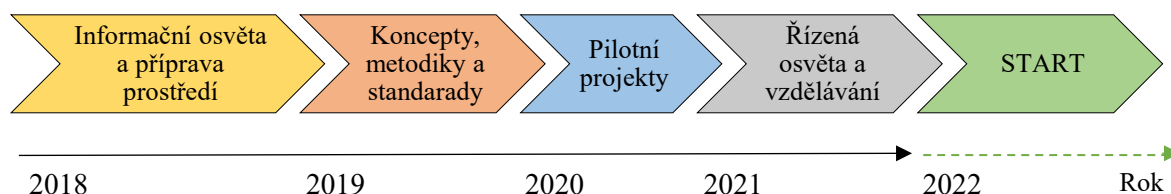
Skupinou pověřenou tvorbou standardizovaných metodických pravidel v oblasti oceňování jest pracovní skupina 04, kdy respektovaní odborníci pracují zejména na následujících výstupech:

- Úprava a doplnění definic slovníku BIM s ohledem na potřeby oceňování,
- definice standardu a metodiky pro ostatní informace nutné pro ocenění stavby, které není možné v současné době efektivně vložit do datového modelu stavby,
- adaptace klasifikačního systému pro oceňování,
- náplň základních konstrukčních prvků a výrobků z pohledu oceňování,
- pravidla pro tvorbu BIM modelu ve vztahu k oceňování,
- rozsah grafických i negrafických (ne-geometrických) informací potřebných pro oceňování,
- základní pravidla pro časové plánování,
- definice a metodika změn Otevřeného rozpočtového formátu ORF¹³⁸ (Česká agentura pro standardizaci, a další, 2020).

Prvním zákonem zmiňujícím metodiku BIM v prostředí České republiky jest zákon č. 134/2016 Sb., Zákon o zadávání veřejných zakázek ze dne 19.04.2016, konkrétně § 103 Podmínky pro sestavení a podání nabídek, odstavec 3), jež v případě veřejných zakázek na stavební práce či projektové činnosti nebo v soutěžích o návrh umožňuje zadavateli uvedení závazného požadavku na použití zvláštních elektronických formátů včetně nástrojů informačního modelování staveb, včetně požadavků na obsah, strukturu nebo formát dat (Ministerstvo vnitra, 2016).

10.4 Budoucí plán implementace BIM 5D v České republice

Vládou České republiky schválená *Koncepce zavádění metodiky BIM v České republice* poskytuje prostor pro postupnou standardizaci BIM v rámci čtyřletého období¹³⁹, jehož milníky a ústřední témata, jež se navzájem a kombinovaně v různé míře prolínají, lze strategicky plánovat, fázovat a pojmenovat ve vazbě na klíčové okruhy zájmu postupně realizovaných aktivit. Schématický proces posloupnosti dominantních aktivit v rámci normování a prosazování metodiky BIM ve stavebním průmyslu České republiky ve vazbě na vymezené období znázorňuje Obrázek 17:



Obrázek 17 Postupný proces zavádění metodiky BIM v české republice (vlastní zpracování s využitím zdroje) (Česká agentura pro standardizaci, 2018)

¹³⁸ Formát je připravován v kontextu BIM modelu a DSS a umožňuje transparentní, adaptabilní, efektivní a spolehlivé strojové a automatizované zpracování a přenos informací mezi investorem a zhotovitelem v procesu nabídka/poptávka a následně při provádění stavby pro dodatky a výkazy provedených prací (Česká agentura pro standardizaci, a další, 2020).

¹³⁹ Neboť ukládá zmíněnou povinnost použití BIM pro nadlimitní veřejné zakázky od 01.01.2022.

PRAKTICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

11 Vymezení přístupu, zadání a představení dostupných nástrojů BIM 5D

11.1 Úvod do problematiky záměru

Potenciál sofistikovaného nástroje digitalizace ve stavebnictví s komplexním využitím v podobě metodiky BIM, jakožto procesu umožňujícího efektivní obsluhu dodávky a správy výstavbového projektu, jest z pohledu páté dimenze BIM nepopíratelný. Důležitost, aktuálnost a značnou míru přínosu BIM 5D coby cost managementu reflektují na jedné straně státní instituce České republiky¹⁴⁰, jež disponují klíčovým vlivem v podobě možnosti metodické standardizace potřebných podkladů a procesů a jejich další koordinace a na straně druhé distributoři oceňovacích podkladů a software pro tvorbu a správu položkových rozpočtů, nákladů a jejich kalkulací, jež zastupují zavedené soukromé organizace¹⁴¹.

Celospolečenskou diskuzi o potřebě vymezení, definici postupů a klasifikaci podkladů v oblasti cost managementu na úrovni státních schvalovacích procesů¹⁴² registrují, podporují a svými přístupy obohacují společnosti ÚRS CZ a.s. a RTS a.s., jež v různé míře a s odlišnou strategií reagují na situaci zavádění BIM 5D ve stavebnictví. Soukromá organizace RTS a.s. ve spolupráci s CAD Studio s.r.o. prezentuje myšlenku a ukázkou možnosti tvorby 3D modelu s využitím systému RTS, jež prostřednictvím pluginu implementovaného do projekčního software a ve spolupráci s pro tyto účely vzniklým datovým standardem a klasifikačním systémem umožní ocenění prvku modelu, tvorbu soupisu prací a položkového stavebního rozpočtu (RTS a.s., 2020). V současné chvíli¹⁴³ se systém RTS nachází ve fázi vývoje a není jej možno aplikovat v praxi.

Cost management ve spojení s metodikou BIM jest rovněž jedním z opodstatněných předmětů zájmu firmy ÚRS CZ, a.s., jež aktivně participuje na implementačních procesech cenových informací v podobě publikační činnosti, podpory právních a technických norem a spolupráce se zájmovými organizacemi¹⁴⁴ (ÚRS CZ, a.s., 2020). Řádná valná hromada společnosti ÚRS CZ, a.s. přijala dne 08.06.2018 opatření, kdy došlo k určení hlavního akcionáře akciové společnosti, jímž se stala společnost DEK a.s. – ta jest vlastníkem akcií, jejichž souhrnná jmenovitá hodnota převyšuje 90 % základního kapitálu¹⁴⁵ společnosti ÚRS CZ a.s. a je s nimi spojen více než 90 % podíl na hlasovacích právech¹⁴⁶.

Výsledkem vzniklé spolupráce firem ÚRS CZ, a.s. a DEK a.s. jest zázemí, jež poskytlo prostor pro dlouhodobý inovační vývoj komplexní platformy pro oceňování stavební produkce s využitím BIM modelu, kdy je možno v kombinaci možností specializovaných aplikací disponujících databází kompletních skladeb a systémů, prvků či stavebních materiálů a podkladů pro oceňování v podobě cenové soustavy výrazně transformovat proces komunikace zainteresovaných stran výstavbového projektu a tvorby položkových rozpočtů, ve spolupráci s výstupy projekční činnosti. V současné chvíli lze v omezené míře a s limitovanou funkcionalitou tento nástroj využívat v praxi.

¹⁴⁰ Viz pod-kap. 10.3.

¹⁴¹ Viz pod-kap. 5.6.

¹⁴² Viz pod-kap. 10.3.

¹⁴³ 21.04.2020

¹⁴⁴ ÚRS CZ a.s. jest zástupcem České republiky na mezinárodních konferencích pro akademiky a výzkumně-zájmové skupiny v prostředí informačních systémů – ICIS (International Conference on Information Systems), a rovněž sponzorským členem Odborné rady pro BIM (BIM Příručka, BIM Příručka pro investory) a spoluautorem publikace BIM Příručka.

¹⁴⁵ 12 159 000,00 Kč

¹⁴⁶ Informace z úplného výpisu z obchodního rejstříku ÚRS CZ, a.s.

11.2 Princip použití a fungování nástrojů BIM 5D

Systém pracuje s kombinací a vzájemnou automatizovanou interakcí produktů společností ÚRS CZ, a.s. a DEK a.s., kdy požadovaný výstup v podobě oceněného BIM modelu, respektive položkového stavebního rozpočtu s respektováním odpovídající úrovně detailu¹⁴⁷, předpokládá zajištění, schopnost manipulace a vyjasnění funkcionality následujících aplikací a software:

- **BIM platforma,**
- **Software nástroj pro BIM navrhování – Autodesk Revit¹⁴⁸,**
- **Stavební knihovna DEK,**
- **doplňek BIM DEKSOFT,**
- **specializovaný software s oceňovacími podklady – KROS 4¹⁴⁹ (DEK, a.s., 2020).**

Výchozím bodem a domovským prostředím pro komplexní řízení, manipulaci a správu projektu ve všech fázích životního cyklu stavby, jest **BIM platforma**, jež zároveň zastupuje a vytváří podobu společného datového prostředí (*Common Data Environment*)¹⁵⁰, kdy je realizován společný digitální prostor pro neomezené shromažďování, obsluhu a distribuci dat napříč zainteresovanými stranami výstavbového projektu.

Srdcem řešení jest interaktivní informační základna v podobě databáze stavebních materiálů, výrobků, kompletních skladeb a systémů a souvisejících cenových informací – **Stavební knihovna DEK**. Ta umožňuje projektantovi stavební části přisuzovat vybraným elementům BIM modelu parametrická data nesoucí geometrické¹⁵¹ a ne-geometrické technické¹⁵² a cenové informace¹⁵³ o příslušné konstrukci, přičemž manipulaci s databázovými údaji usnadňuje webové rozhraní knihovny a zejména **doplňek BIM DEKSOFT**, kdy lze stavební knihovnu DEK obsluhovat přímo v software pro BIM navrhování.

Tvorba ocenění BIM modelu jest posléze realizována v zavedeném a ověřeném software pro oceňování stavební produkce KROS 4, jež umožňuje prostřednictvím vzdáleného napojení na BIM model neomezený a okamžitý import požadovaných projektovaných konstrukcí a jejich cenových informací do podoby odpovídajících položek tak, jak je registruje a rozeznává software KROS 4. Schéma širšího využití¹⁵⁴ a objasnění principu aplikace nástrojů BIM 5D ve vazbě na zapojení zainteresovaných stran výstavbového projektu znázorňuje Obrázek 18.

Představené prostředky umožňující přiblížení se k bodu realizace BIM procesů v souvislosti s pátou dimenzí, na jejímž vrcholu stojí automatizovaná dostupnost cenových informací a vznik prostoru pro jejich efektivní praktické využití, lze pro účely simulace identifikovat a rozlišovat ve vazbě na grafickou úroveň detailu, tj. Level of geometry (LOG) a charakter a typ ne-geometrických informací, tj. Level of Information (LOI)¹⁵⁵. Údaje o materiálech, výrobcích, skladbách a systémech Stavební knihovny DEK odpovídají LOD 350, kdy jsou známy funkce, vlastnosti a úplná materiálová skladba konstrukce.

¹⁴⁷ Level of Development, viz pod-kap.8.6

¹⁴⁸ Dále je možno použít aplikace Allplan, ArchiCAD či CADKON+.

¹⁴⁹ Rovněž software pro správu a návrh řešení v oblasti energetiky, tepelné techniky, akustiky, hydroizolací či technického zařízení budov (DEK, a.s., 2020).

¹⁵⁰ Viz pod-kap. 8.3.

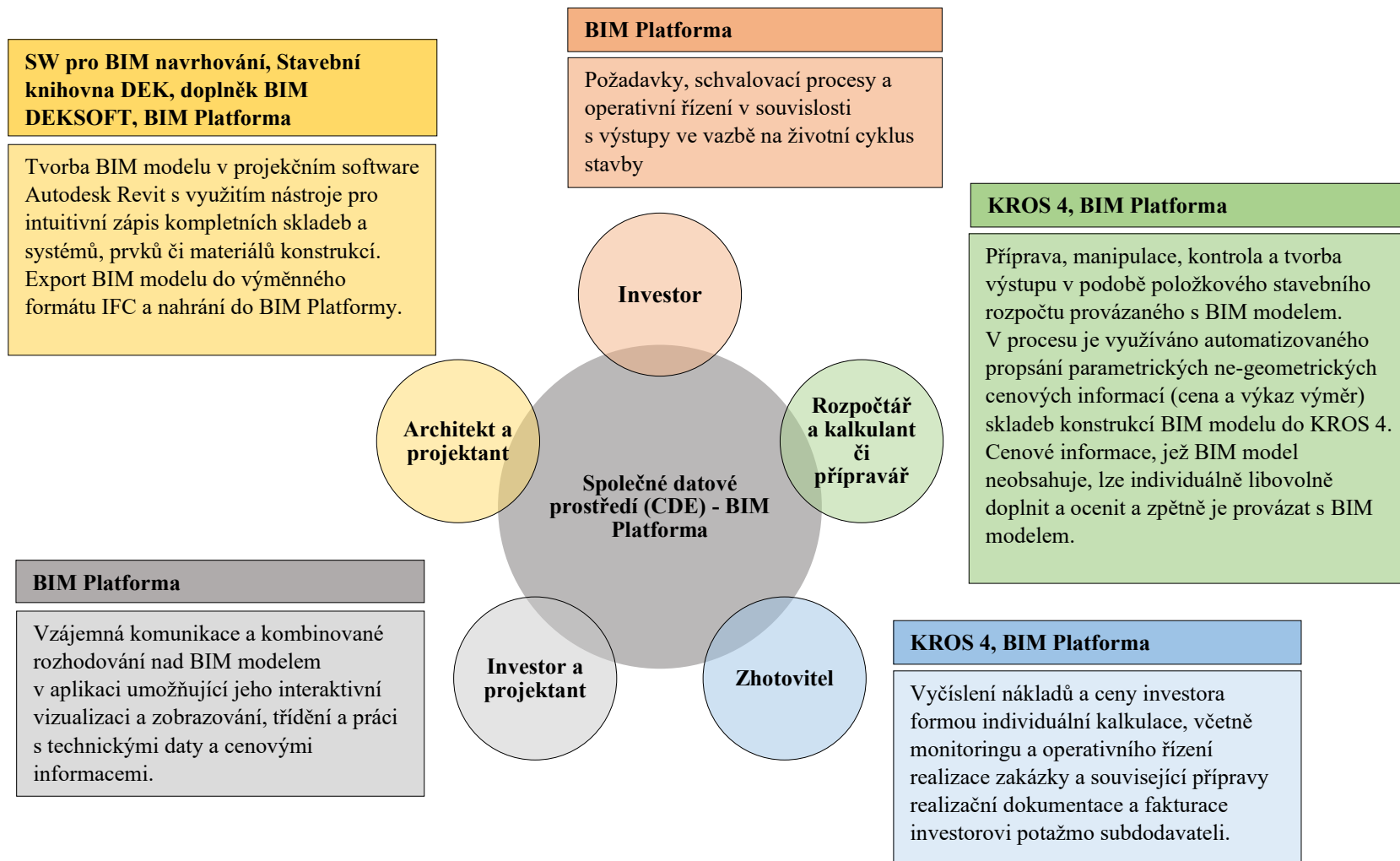
¹⁵¹ Zabarvení elementu.

¹⁵² Kompletní materiálová skladba elementu.

¹⁵³ S využitím cenové soustavy ÚRS.

¹⁵⁴ S výjimkou architekta, resp. projektanta a rozpočtáře (přípraváře/kalkulanta) také investorem či zhotovitelem.

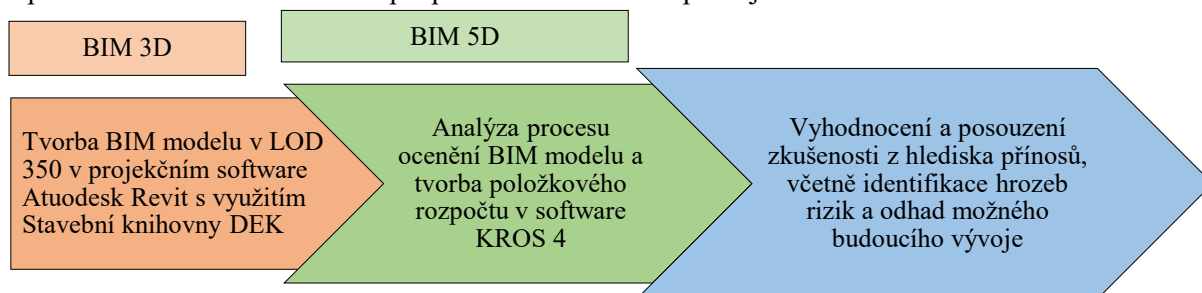
¹⁵⁵ Viz pod-kap. 8.6.



Obrázek 18 Procesní schéma a využití nástrojů BIM 5D ve vazbě na zainteresované strany výstavbového projektu (vlastní zpracování s využitím zdroje) (ÚRS CZ, a.s., 2020)

11.3 Formulace záměru – simulace procesů BIM 5D

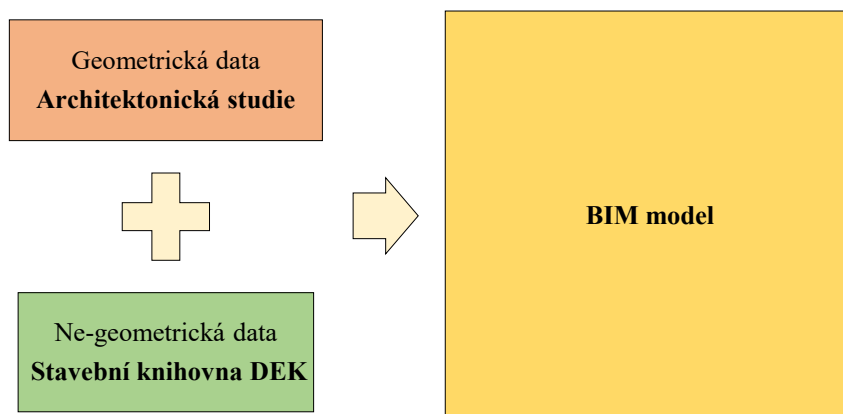
Předmětem obsahu záměru jest simulace a analýza procesu tvorby digitálního modelu stavby s využitím zápisu kompletních skladeb konstrukcí¹⁵⁶ v úrovni podrobnosti LOD 350 a navazujícího automatizovaného sestavení položkového stavebního rozpočtu, s respektováním stanovených základních a okrajových podmínek. Použity budou představené dostupné nástroje BIM 5D¹⁵⁷. Názorná ukázka simulace jest omezena na element obvodového zdiva¹⁵⁸. Na výstupy obou procesů naváže komplexní vyhodnocení zkušenosti, vytipování a pojmenování existujících a potenciálních komplikací a rizik, identifikace a popis užitků a naplánování možného budoucího vývoje v souvislosti s problematikou BIM 5D. Princip a podstatu záměru rekapituluje schéma Obrázku 19:



Obrázek 19 Pracovní postup analýzy využitelnosti nástrojů BIM 5D (vlastní zpracování)

11.4 Základní podmínky simulace – rozsah geometrických a ne-geometrických parametrických informací BIM modelu

Možnosti zkoumání potenciálu praktické aplikace prostředků umožňujících čerpání výhod BIM metodiky v oblasti cost managementu nejsou podstatně limitovány, avšak pro účely optimální názorné demonstrace principu funkcionality, procesů a práce s nástroji BIM 5D v souvislosti s uvažovaným záměrem je nezbytné vymezit a stanovit v adekvátní míře rozsah simulace. Struktura zadání rozsahu simulace jest dvojího charakteru a vychází ze zavedené terminologie¹⁵⁹ rozlišení povahy vzájemně provázaných parametrických informací – geometrických a ne-geometrických dat. Z jakých zdrojů budou tato data v simulovaném procesu čerpána, znázorňuje Obrázek 20:



Obrázek 20 Zdroj geometrických a ne-geometrických parametrických dat v rámci simulace (vlastní zpracování)

¹⁵⁶ Viz pod-kap. 12.2 a 12.3.

¹⁵⁷ BIM Platforma, Stavební knihovna DEK (doplněk BIM DEKSOFT), Autodesk Revit, viz pod-kap. 11.2.

¹⁵⁸ Viz pod-kap. 12.5, respektive pod-kap. 13.2.

¹⁵⁹ Viz pod-kap. 7.2.1 a pod-kap. 9.1.

11.4.1 Geometrické parametry

V důsledku potřeby definice prostorového uspořádání, množství a rozměrů elementů, tj. konstrukcí BIM modelu, vzniká požadavek na plán vymezení a vyjasnění geometrických informací. Zadání těchto dat spolehlivě formuluje a stanovuje rozsah udávaný vizualizací objektu architektonické studie, viz pod-kap. 12.2.

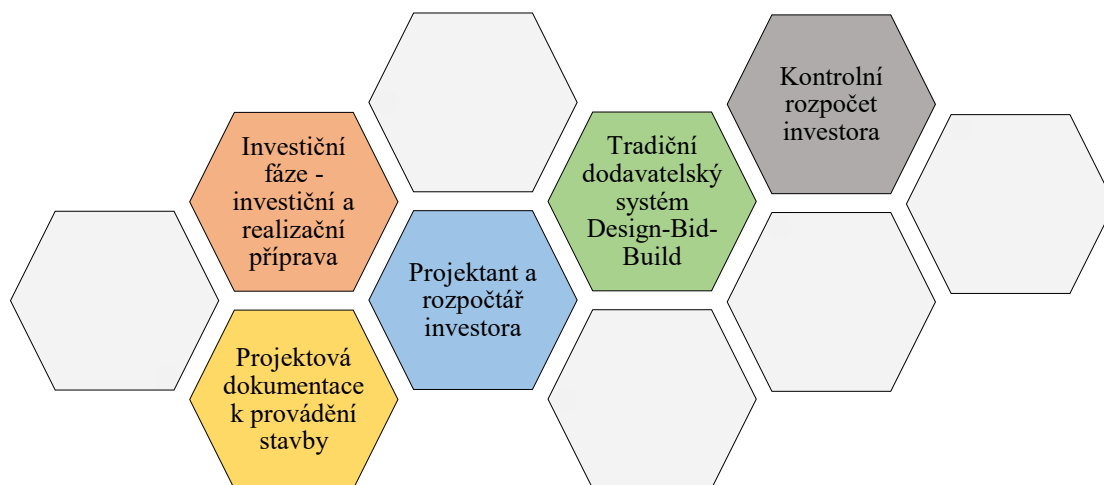
11.4.2 Ne-geometrické parametry

Požadavky na rozsah a charakter ne-geometrických dat popisujících konstrukční řešení BIM modelu, splňujících projektové parametry a obsahujících zejména cenovou informaci, jež je pomyslným digitálním mostem mezi BIM modelem a položkovým stavebním rozpočtem, plynou z povahy elementů, jejichž množství a prostorové parametry vymezuje uvažovaný projekt architektonické studie. Podrobně viz pod-kap. 12.2.

11.5 Okrajové podmínky simulace – stanovení širšího kontextového rámce

Předpokládaná simulace modelového procesu praktického uplatňování BIM 5D jest ve snaze o zasazení do vymezeného kontextového rámce a tím podpoření a vyjasnění souvislostí opatřena skupinou okrajových podmínek, jež tvoří následující vzájemně se ovlivňující hlediska, které rovněž znázorňuje Obrázek 21:

- Fáze životního cyklu stavby¹⁶⁰,
- organizační zajištění výstavby¹⁶¹,
- spolupráce zainteresovaných stran výstavbového projektu¹⁶²,
- projektová příprava – úroveň detailu projektové dokumentace¹⁶³,
- charakter položkového stavebního rozpočtu¹⁶⁴.



Obrázek 21 Okrajové podmínky praktické simulace procesů BIM 5D
(vlastní zpracování)

¹⁶⁰ Viz pod-kap. 3.2.

¹⁶¹ Viz pod-kap. 3.6.

¹⁶² Viz pod-kap. 3.4.

¹⁶³ Viz-pod-kap. 3.3. Ačkoliv simulovaný proces uvažuje zadání geometrických parametrů podkladem v podobě architektonické studie, nikoliv v podobě dokumentace nižší úrovně v přímém sledu (v tomto případě dokumentace ke stavebnímu povolení), okrajová podmínka zavádí okolnosti projektového ráme dané dokumentací k provádění stavby. Vysvětlení viz pod-kap. 12.1.

¹⁶⁴ Viz Obrázek 10.

12 Realizace BIM modelu

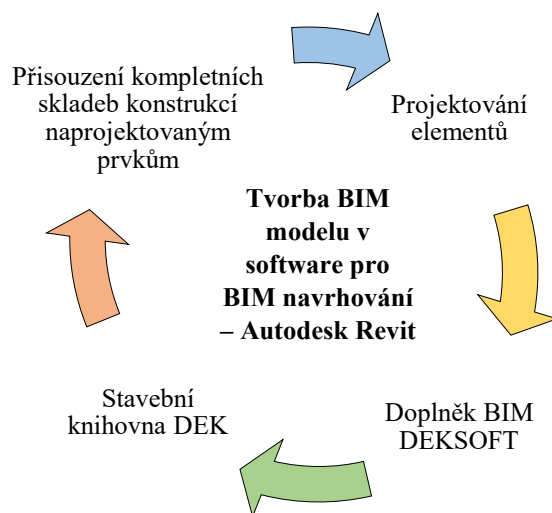
12.1 Přiblížení přístupu k projekční činnosti

Mapování úplného a plnohodnotného procesu zhodnocení efektivity představeného komplexního nástroje BIM 5D musí v rámci snahy o nastavení optimálního výchozího bodu zohledňovat analýzu postupu tvorby BIM modelu disponujícího nepostradatelnou databází geometrických a ne-geometrických parametrických dat v podobě prostorových, technických a cenových informací, jež je možno navazujícím automatizovaným procesem transformovat do zavedené a částečně standardizované¹⁶⁵ podoby ocenění - položkového stavebního rozpočtu .

Hlediska a multidisciplinární požadavky kladené na parametrické 3D modelování ve vazbě na metodiku BIM a dostupná řešení BIM 5D splňuje produkt Autodesk Revit, vyvíjený a spravovaný americkou společností Autodesk Inc. Pro účely tvorby konzistentního a kompatibilního BIM modelu s nutnou podporou aplikačního doplňku BIM DEKSOFT použijí produktovou řadu Revit Architecture, jež slouží jako pracovní nástroj zejména stavebním inženýrům – projektantům a architektům.

Vstupním předpokladem pohodlné realizace stavební části projektové dokumentace pro provádění stavby jest tradičně existence projektové dokumentace nižší úrovně, tj. podkladů pro stavební povolení, avšak v uvažované simulaci projektové činnosti tento fakt vědomě opomím a vycházím z ilustrativního podkladu pro tvorbu BIM modelu v podobě architektonické studie¹⁶⁶. Důvodem jest odpovídající časová náročnost, čitelnost výkladu základních geometrických podmínek¹⁶⁷, omezení výskytu technologicky komplikovaných detailů v procesu modelování a zejména zajištění plynulé manipulace s kompletními skladbami konstrukcí Stavební knihovny DEK.

Stavební knihovna DEK disponuje a pracuje s databází samostatných prvků, materiálů, a především kompletních skladeb konstrukcí, jež lze dle potřeby libovolně modifikovat, přičemž v modelové situaci pracuji s možností použití kompletovaných skladeb konstrukcí¹⁶⁸. Důvodem jest zacílení na podstatu problematiky, tj. především transfer množství a využitelnosti času rozpočtáře. Struktura postupu procesu tvorby BIM modelu odpovídá souvislé sekvenci dílčích fází v cyklickém toku, viz Obrázek 22:



Obrázek 22 Postup tvorby BIM modelu z hlediska použití nástrojů BIM 5D
(vlastní zpracování)

¹⁶⁵ Viz kap. 2.

¹⁶⁶ Viz pod-kap. 11.2.

¹⁶⁷ Viz pod-kap. 11.4.1.

¹⁶⁸ Viz pod-kap. 11.3.

Funkcionalita aplikace Stavební knihovny DEK je z pohledu rozsahu nabídky kompletních materiálových skladeb konstrukcí a výskytu požadované informace o ceně za materiál a práci¹⁶⁹ v současné fázi vývoje zčásti omezena. Z tohoto důvodu jsou v simulaci uvažovány takové elementy, jež mají své zastoupení nejen v geometrii BIM modelu, ale také v databázi Stavební knihovny DEK.

12.2 Zadání geometrie BIM modelu – architektonická studie

Podkladem pro zpracování grafické podoby konstrukcí BIM modelu, v úrovni detailu odpovídajícímu výkresové dokumentaci pro provádění stavby, tj. LOD 350, je k prohlížení volně dostupná vizualizace objektu architektonické studie ateliéru DJS Architecture s.r.o.¹⁷⁰. Ta předpokládá návrh moderní lehké obytné stavby pravidelného půdorysu o jednom podlaží na jedné výškové úrovni – bungalovu s plochou střechou, doplněného o vstupní a zahradní zastřešenou verandu. Příklad vizualizace exteriéru v podobě západního a východního pohledu znázorňuje Obrázek 23:



Obrázek 23 Zadání geometrie exteriéru BIM modelu v podobě západního a východního pohledu projektu rodinného domu architektonické studie (DJS Architecture, s.r.o., 2019)

Podobu interiérových a exteriérových prostor formou vizualizace podélného půdorysného řezu, zobrazuje Obrázek 24:



Obrázek 24 Zadání geometrie interiéru v podobě půdorysu rodinného domu jako podkladu pro zpracování BIM modelu (DJS Architecture, s.r.o., 2019)

¹⁶⁹ Údaj pocházející z cenové soustavy ÚRS.

¹⁷⁰ (DJS Architecture, s.r.o., 2019).

Limitované možnosti Stavební knihovny DEK¹⁷¹ umožňují v procesu simulace uplatňování nástrojů BIM 5D zohlednit pouze vybrané konstrukce BIM modelu. Rozsah modelovaných elementů BIM modelu je proto nutno rozdělit na dvě skupiny prvků – uvažované elementy a ty, jež přispívají ke geometrické úplnosti BIM modelu a nemají žádnou další úlohu. Tyto prvky zároveň poukazují na míru momentální omezené použitelnosti prostředků k dosažení BIM 5D. Problematiku zohledněných a nezohledněných elementů BIM modelu jednoznačně vymezuje Tabulka 3:

Č.	Zohledněné elementy BIM modelu	Nezohledněné elementy BIM modelu
1	Základová monolitická deska	Zastřešení vstupní a zahradní verandy
2	Těžká plovoucí podlaha laminátovou nášlapnou vrstvou na roznášecí betonové vrstvě ¹⁷²	Sloup podpírající zastřešení zahradní verandy
3	Terasa z dřevěných prken na terčích	Obložení stěn u vstupní a zahradní verandy
4	Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem	Výplně otvorů a překlady, detail soklu
5	Příčkové keramické zdivo	Komín
6	Jednoplášťová plochá střecha bez provozu s nosnou železobetonovou konstrukcí	Atika ploché střechy

Tabulka 3 Přehled v simulaci uvažovaných, respektive neuvažovaných konstrukcí BIM modelu (vlastní zpracování)

12.3 Zadání kompletních skladeb konstrukcí – Stavební knihovna DEK

Charakter ne-geometrických technických dat a s nimi spojených cenových informací odráží použití zohledněné geometrie, tj. elementů BIM modelu, neboť obě kategorie parametrického vyjádření vlastností prvků spolu vzájemně a kombinovaně komunikují. Tabulka 4 přejímá množství a charakter prvků BIM modelu z pohledu geometrických informací a doplňuje související označení odpovídajících elementů z pohledu terminologie Stavební knihovny DEK.

Č.	Zohledněné elementy BIM modelu	Označení skladby ve Stavební knihovně DEK
1	Základová monolitická deska	DEK Základ ZD.3002A
2	Těžká plovoucí podlaha laminátovou nášlapnou vrstvou na roznášecí betonové vrstvě	DEK Podlaha PD.2010A (DEKFLOOR 37)
3	Terasa z dřevěných prken na terčích	DEK Terasa TE.4400A
4	Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem	DEK Obvodová stěna Tl.1401A
5	Příčkové keramické zdivo	DEK Příčka SN.4004A
6	Jednoplášťová plochá střecha bez provozu a bez atiky	DEK Střecha ST.2001C

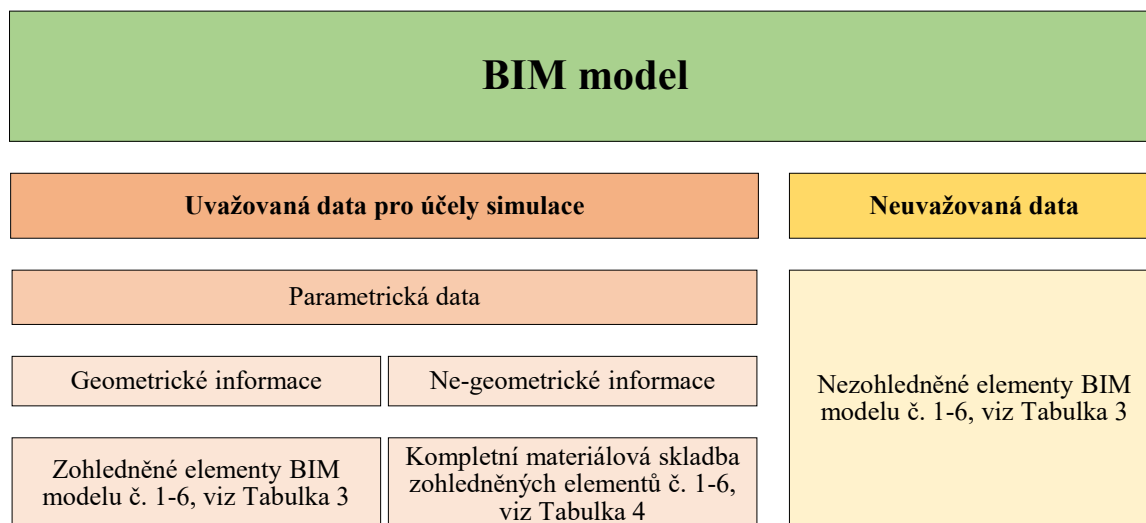
Tabulka 4 Přehled v simulaci uvažovaných konstrukcí BIM modelu a odpovídajících označení těchto prvků terminologií Stavební knihovny DEK (vlastní zpracování s využitím zdroje) (DEK, a.s., 2020)

¹⁷¹ Viz pod-kap. 12.1.

¹⁷² V rámci požadovaného zjednodušení modelová situace uvažuje použití jednoho typu podlahy s charakteristickým konstrukčním a materiálovým řešením vhodným pro obytné místnost.

12.4 Shrnutí zadání parametrických dat BIM modelu

Sjednocení problematiky skupin elementů BIM modelu z hlediska jejich zohledněných pro účely simulace a navazující automatizované tvorby položkového stavebního rozpočtu, respektive nezohlednění, zobrazuje Obrázek 25:



Obrázek 25 Sumarizace problematiky uvažovaných a neuvažovaných elementů BIM modelu (vlastní zpracování)

12.5 Mapování a analýza principu tvorby BIM modelu

Proces realizace BIM modelu postupným modelováním definované geometrie elementů s využitím podkladu v podobě architektonické studie a přisouzení ne-geometrických technických a cenových informací těmto prvkům, jež umožňuje Stavební knihovna DEK, jest velmi komplexní záležitostí. **Pro účely optimální a srozumitelné demonstrace principu, souvislostí a funkcionalit použitých nástrojů ve vazbě na průběh tvorby BIM modelu, jest simulace v případě analýzy omezeně zmapována na příkladu konstrukce elementu nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS.** Ukázky konečné vizualizace BIM modelu¹⁷³ obsahují úplné simulované řešení.

12.5.1 Problematika konstrukčního označení a skladby elementu č. 4

Element č. 4¹⁷⁴ popisující úplnou konstrukci obvodové stěny, Stavební knihovnou DEK označený jako DEK Obvodová stěna Tl.1401A, jest stejně jako zbylé prvky ze skupiny sedmi zohledněných elementů BIM modelu v okamžiku převzetí z databáze Stavební knihovny DEK charakteristický úplnou a individuálně stanovenou skladebnou materiálovou specifikací a cenovou informací¹⁷⁵. Konstrukci a jednotlivé materiály tvořící její komplexní skladbu je možno z hlediska označení rozlišovat ve dvou rovinách.

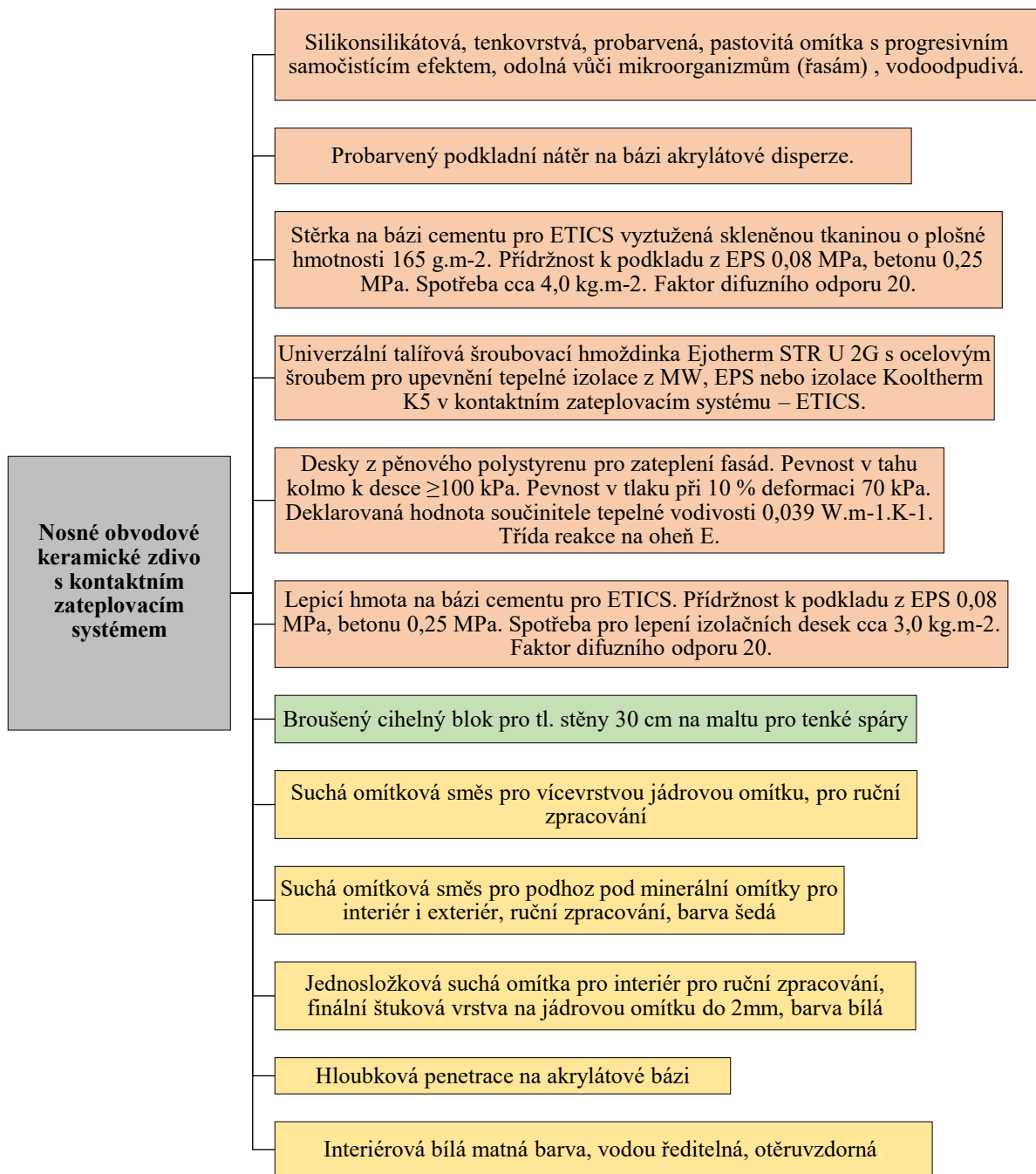
První rovinou jest pojmenování elementu s důrazem kladeným na obecně přijatelnou srozumitelnost a úplný popis konstrukce a její materiálové skladby tak, jak je rozeznává, vnímá a jak s nimi pracuje laická a zejména odborná veřejnost. Tento typ označení v případě prvku nosného obvodového k zdiva, v řazení od exteriéru do interiéru¹⁷⁶, znázorňuje Obrázek 26:

¹⁷³ Viz Obrázek 36 a Obrázek 37.

¹⁷⁴ Viz Tabulka 3, respektive Tabulka 4.

¹⁷⁵ Více v pod-kap. 13.5.

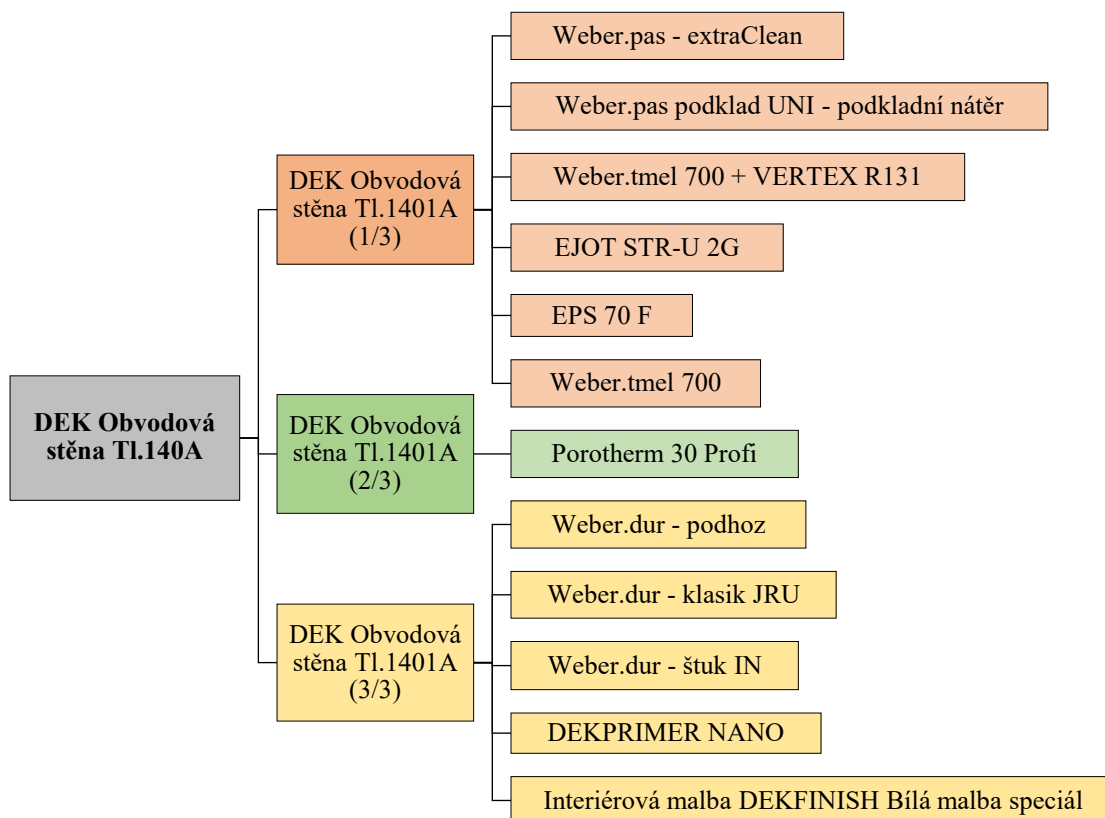
¹⁷⁶ Barevné označení struktury skladby materiálových prvků kategorizuje materiály spojené s úpravou interiéru (žlutá), nosným keramickým zdivem (zelená) a vnější tepelnou izolací včetně konstrukce fasády (oranžová).



Obrázek 26 Materiálová skladba konstrukce elementu BIM modelu ze Stavební knihovny DEK (vlastní zpracování s využitím zdroje) (DEK, a.s., 2020)

Druhou pomyslnou rovinou označení elementu obvodové stěny včetně skladebného materiálového složení její konstrukce jest pojmenování použité pro účely adekvátní kategorizace, identifikace a definice v rámci přenášených ne-geometrických parametrů v principu vzdálené interaktivní komunikace mezi aplikací Stavební knihovny DEK a software Autodesk Revit. Stavební knihovna DEK využívá k pojmenování konstrukcí a skladeb obchodní názvy výrobců, jež slouží ke konečnému rozlišení a diferenciaci elementu v software Autodesk Revit. Princip označení v řazení od exteriéru do interiéru¹⁷⁷ popisuje Obrázek 27:

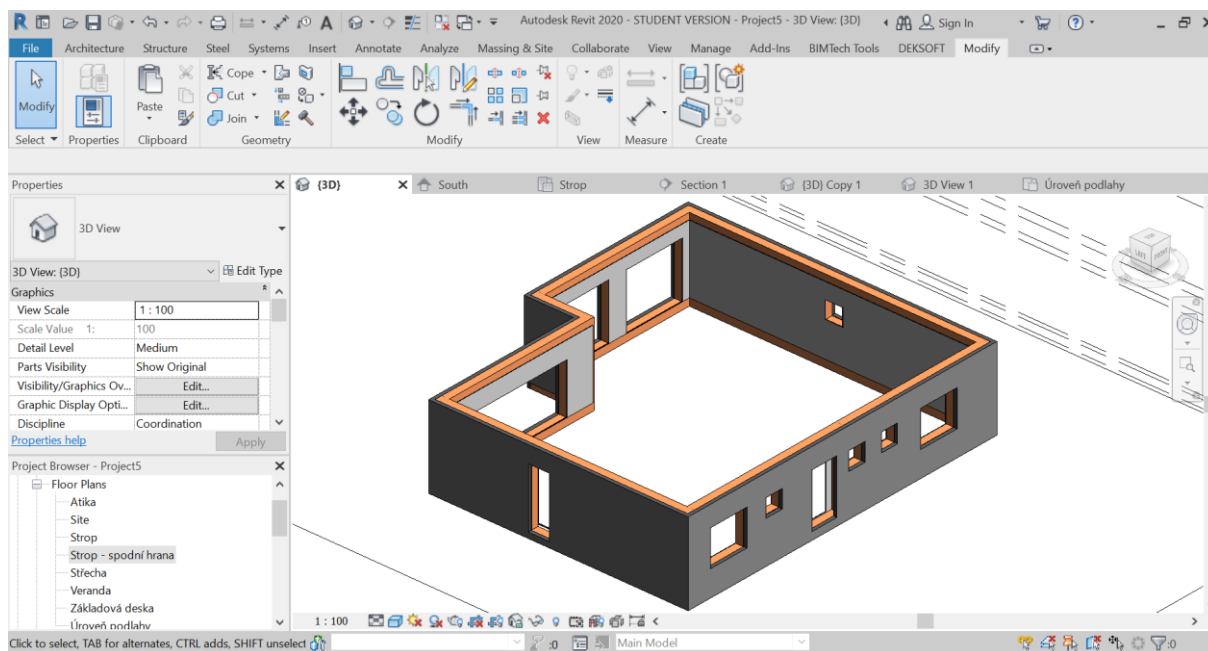
¹⁷⁷ Barevné označení struktury skladby materiálových prvků kategorizuje materiály spojené s úpravou interiéru (žlutá), nosným keramickým zdivem (zelená) a vnější tepelnou izolací včetně konstrukce fasády (oranžová).



Obrázek 27 Značení materiálů konstrukce elementu BIM modelu ze Stavební knihovny DEK (vlastní zpracování s využitím zdroje) (DEK, a.s., 2020)

12.5.2 Principy projektování a podstata diferenciacce elementu č. 4

Prostorové uspořádání projektovaného elementu nosné stěny v BIM modelu v prostředí software Autodesk, se zohledněním předpokládaných stavebních otvorů pro osazení kompletačních konstrukcí dveří a oken, znázorňuje Obrázek 28:



Obrázek 28 Pohled na element nosného zdiva BIM modelu v software Autodesk Revit (vlastní zpracování)

Prvek obvodové stěny jest v prostředí aplikace Stavební knihovny DEK vyhrazen nejen omezeně modifikovatelnou materiálovou charakteristikou, ale rovněž parametry vymezujícími technické vlastnosti a technologické podmínky návrhu a provádění, a především informací o orientační ceně za materiál a práci na měrnou jednotku¹⁷⁸. Znázornění výsledku automatizovaného přenosu technických charakteristických dat mezi prvkem konstrukce obvodové stěny a Stavební knihovnou DEK, zobrazují Obrázek 30 a Obrázek 31.

Obrázek 30 znázorňuje uživatelské rozhraní obsluhy databáze aplikace Stavební knihovny DEK v okamžiku, kdy je zvolen element nosného keramického obvodového zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS. V levém sloupci je možno volit mezi nabídkou odlišných konstrukčních řešení s vazbou na označený prvek obvodové stěny v řazení dle automatického výběru nejpoužívanějších typů skladeb a méně oblíbených a obvyklých konstrukčních řešení. Komplexní technická, kontextová a vizuální charakteristika zvoleného prvku jest zobrazena v prostředním a pravém sloupci.

Prostřední pole zobrazuje informace o kompletních skladebných materiálových parametrech prvku tak, jak je definuje struktura Obrázku 27, včetně možnosti modifikace tloušťky materiálu ve vybraných případech. Při najetí kurzorem myši na číselné označení příslušného materiálu je poskytnut náhled na funkce vrstvy a základní specifikace materiálu¹⁷⁹ tak, jak ji schématicky rozlišuje Obrázek 26. Vrchní třetina středního pruhu nabízí pohled grafickou vizualizaci skladebného řešení zvoleného elementu¹⁸⁰.

Pravý sloupec poskytuje postupně od shora možnost export vybraných parametrů¹⁸¹ standardů materiálů označené konstrukce, kalkulaci konkrétní a aktuální ceny výrobce skladeb zvolené konstrukce¹⁸², posouzení tepelné technických vlastností konstrukce¹⁸³ či odborné rady pro investora, projektanta a realizační firmu vyplývající ze zkušenosti z hlediska technologie provádění. Následuje stručný popis konstrukce a výčet dílčích parametrů – zejména ceny za materiál a práci.

Spodní pruh uživatelského prostředí aplikace Stavební knihovny DEK umožňuje volbu zanedbání vrstev materiálů s takovou tloušťkou, jež je menší, než uživatelem zvolený rozměr a vložení skladby elementu do BIM modelu v software Autodesk Revit. Velmi důležitou funkcí z hlediska navazujícího optimálního ocenění jest možnost přisoudit skladbu konstrukce zvolenému elementu v BIM modelu odděleně způsobem, který umožní separovaně modelovat skladby prvku spojené s vnitřní omítkou, zdivem a vnější izolační vrstvou včetně konstrukce fasády, viz **Obrázek 29**¹⁸⁴:



Obrázek 29 Princip dělení kompletní skladby elementu nosné stěny pro účely navazujícího ocenění (vlastní zpracování)

¹⁷⁸ Více viz pod-kap. 13.5.

¹⁷⁹ V případě materiálu tepelného izolantu EPS 70 F je poskytnuta rovněž informace k technologickému provádění montáže prvku.

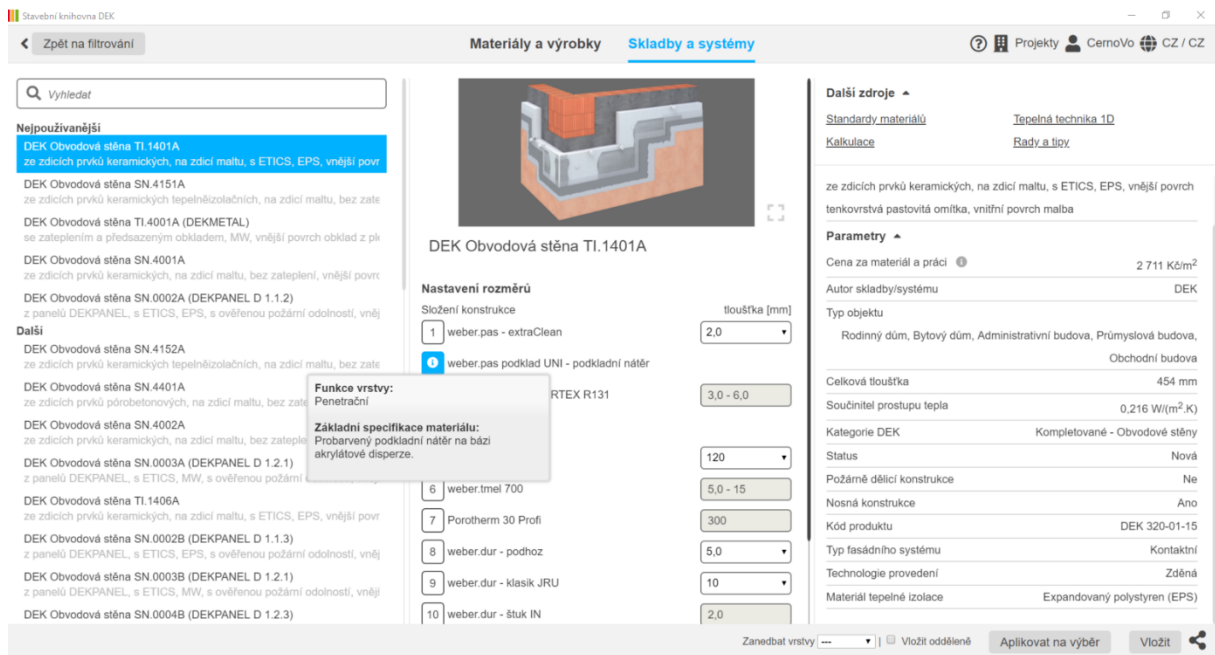
¹⁸⁰ Náhled je možno dostatečně zvětšit použitím ikony rámečku.

¹⁸¹ Například číslo technického standardu, funkce vrstvy, základní specifikace materiálu, tloušťka vrstvy nebo referenční výrobek. Parametry je možno libovolně přidávat a odebrat.

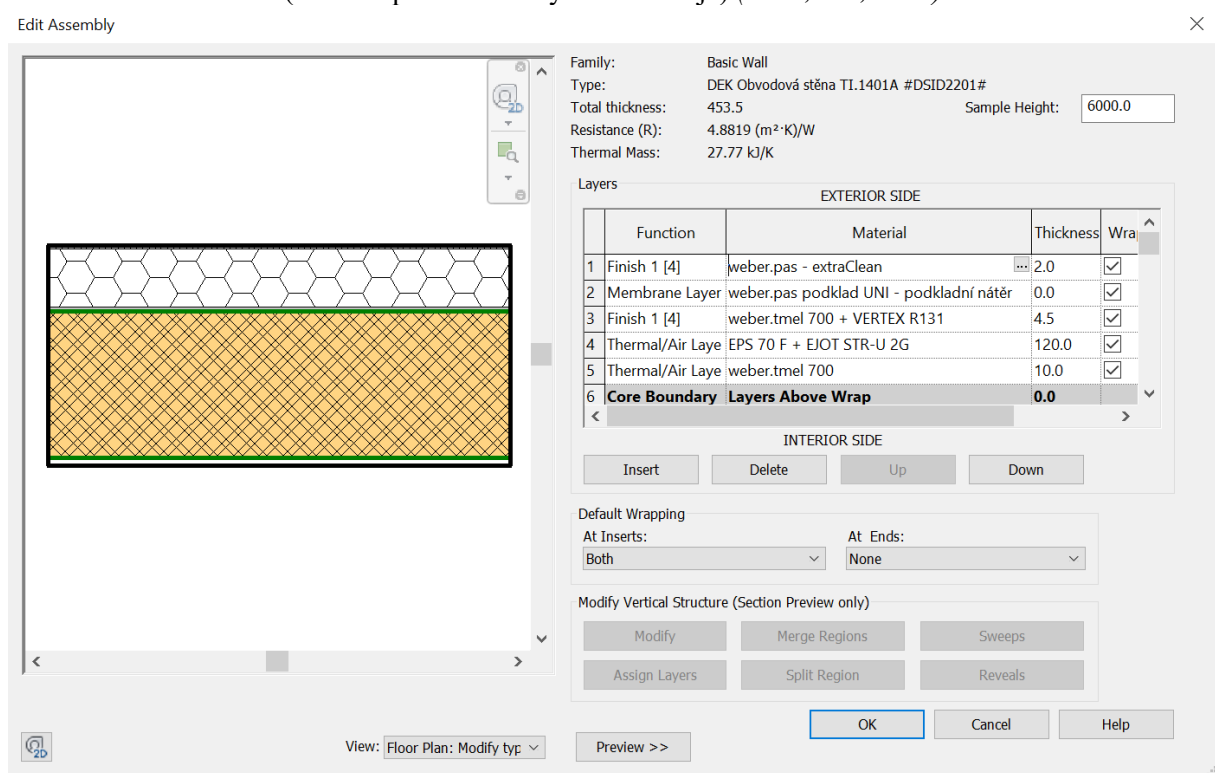
¹⁸² Přesměrováním na webové stránky výrobce, kde po volbě pobočky dojde ke spuštění konfigurátoru množstevního rozsahu s již zadanou materiálovou skladbou konstrukce.

¹⁸³ Například výpočet součinitele prostupu tepla a dostupnost analýzy skladby z hlediska izolačních vlastností.

¹⁸⁴ Obrázek 29 přejímá ve snaze o přehlednost a srozumitelnost barevné rozlišené ve vazbě na Obrázek 26 a Obrázek 27.

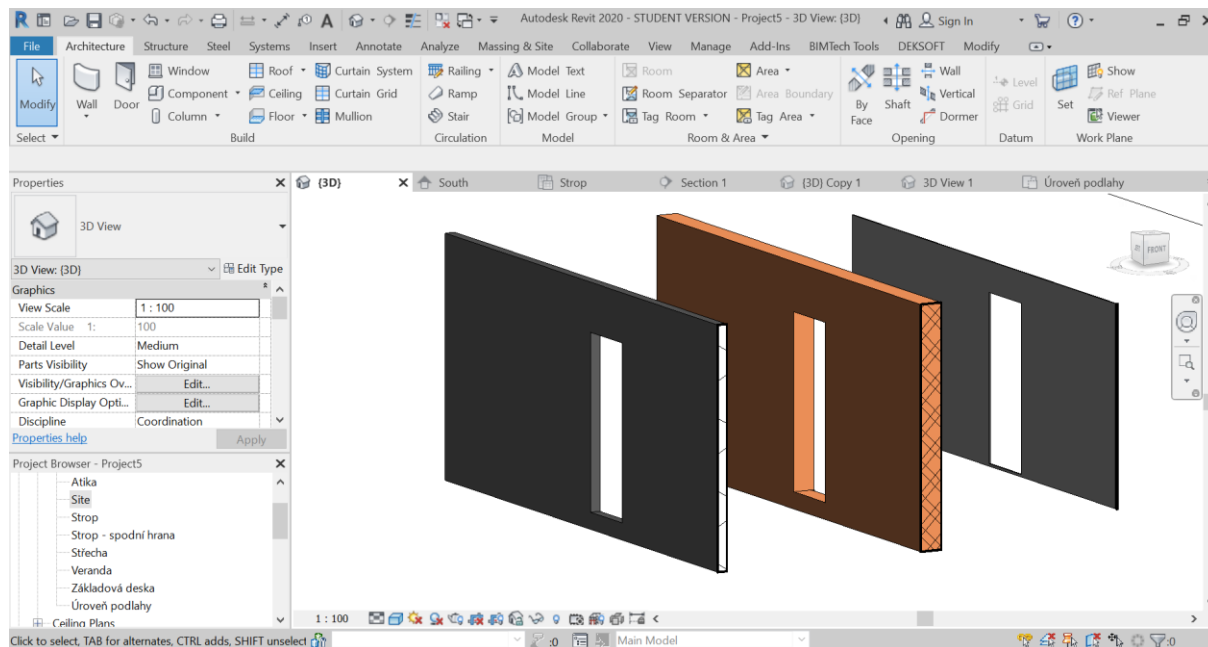


Obrázek 30 *Náhled elementu obvodové stěny v aplikaci Stavební knihovna DEK (vlastní zpracování s využitím zdroje) (DEK, a.s., 2020)*



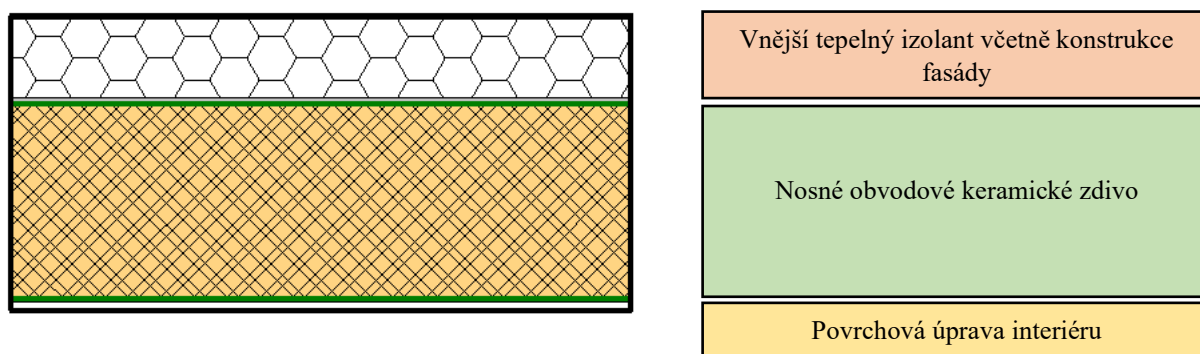
Obrázek 31 *Zobrazení parametrických charakteristik vlastností obvodové stěny v software Autodesk Revit po přenosu ze Stavební knihovny DEK (vlastní zpracování)*

Podobu konečné a řízeně implementované materiálové skladby konstrukce elementu nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS v odpovídajícím složení¹⁸⁵ a členění¹⁸⁶ tak, jak je součástí BIM modelu, zobrazuje Obrázek 32. Elementární podstatou potřeby diferenciací konstrukční skladby prvku jest zohlednění hlediska technologického provádění pro účely navazujícího automatizovaného procesu generování výkazu výměr¹⁸⁷.



Obrázek 32 Ukázka principu diferenciací elementu obvodové stěny BIM modelu v software Autodesk Revit
(vlastní zpracování)

Materiálová skladebná struktura prvku obvodové stěny v dvou dimenzionálním zobrazení v podobě příčného řezu, ve vazbě na nezbytné členění konstrukce ve třech vrstvách, s ohledem na úroveň detailu¹⁸⁸ a navazující tvorbu položkového stavebního rozpočtu, znázorňuje Obrázek 33:



Obrázek 33 Ukázka principu diferenciací elementu obvodové stěny BIM modelu v 2D řezu
(vlastní zpracování)

¹⁸⁵ Viz Obrázek 26, respektive Obrázek 27.

¹⁸⁶ Viz Obrázek 29.

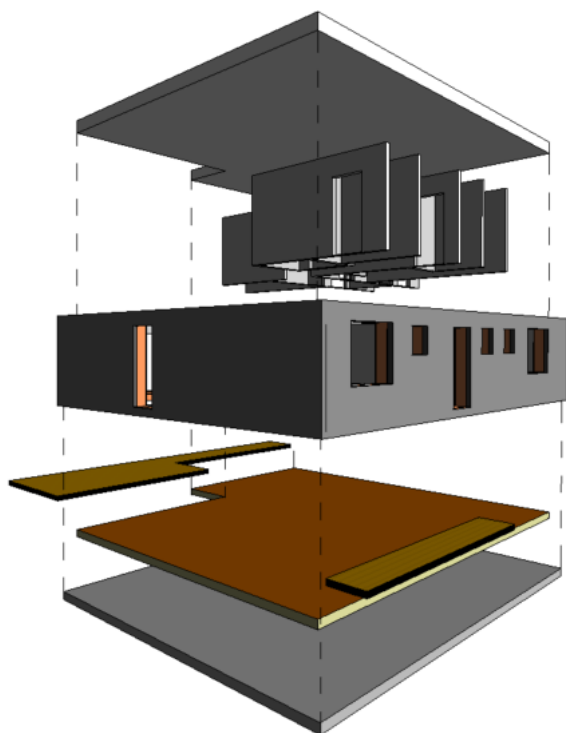
¹⁸⁷ Ačkoliv se jedná o tyž element, plocha omítky a výmalby interiéru je přirozeně odlišná od plochy, již zaujmají keramické tvárnice či vnější tepelný izolant včetně konstrukce fasády. Aby proto software Autodesk Revit mohl výměry těchto prvků vykázat adekvátně, tj. separovaně, je nezbytné prvky modelovat každý zvlášť.

¹⁸⁸ LOD 350, viz pod-kap. 11.2.

Shrnutí souvislostí podstaty a principu nutnosti diverzifikace materiálové skladby elementu č. 4 nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ve třech vrstvách tak, aby bylo možno odpovídajícím a požadovaným způsobem automaticky generovat výkaz výměr z BIM modelu, zobrazuje Obrázek 35 na samostatném listu. Z Obrázku 35 je patrné, že každá ze tří dílčích vrstev elementu, mající rozdílnou výměru, zastupuje složku materiálové skladby, jež zohledňuje požadavky na členění kladených technologickými hledisky.

12.6 Konečný BIM model v rozsahu základních podmínek

Úplnou podobu zohledněných elementů BIM modelu¹⁸⁹ v přehledném rozdělení úrovnového schématu znázorňuje Obrázek 34. Každý z vizualizovaných prvků Obrázku 34 odpovídá kompletní konstrukci definované v Tabulce 3, respektive Tabulce 4.

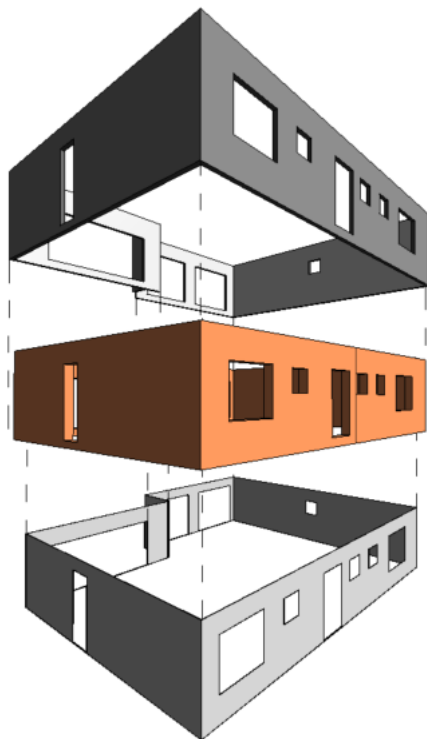


Č.	Zohledněné elementy BIM modelu
1	Základová monolitická deska
2	Těžká plovoucí podlaha laminátovou nášlapnou vrstvou na roznášecí betonové vrstvě
3	Terasa z dřevěných prken na terčích
4	Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem
5	Příčkové keramické zdivo
6	Jednoplášťová plochá střecha bez provozu s nosnou železobetonovou konstrukcí

Obrázek 34 Úrovnové schéma zobrazující projektované zohledněné elementy BIM modelu (vlastní zpracování)

¹⁸⁹ Viz pod-kap. 12.2, respektive pod-kap. 12.3.

Prvek č. 4 - Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem ETICS jako třívrstvý diverzifikovaný element v BIM modelu



Silikonsilikátová, tenkovrstvá, probarvená, pastovitá omítka s progresivním samočisticím efektem, odolná vůči mikroorganismům (řasám), vodoodpudivá.

Probarvený podkladní nátěr na bázi akrylátové disperze.

Sěrka na bázi cementu pro ETICS vyztužená skleněnou tkaninou o plošné hmotnosti 165 g.m-2. Přídržnost k podkladu z EPS 0,08 MPa, betonu 0,25 MPa. Spotřeba cca 4,0 kg.m-2. Faktor difuzního odporu 20.

Univerzální talířová šroubovací hmoždinka Ejotherrn STR U 2G s ocelovým šroubem pro upevnění tepelné izolace z MW, EPS nebo izolace Kooltherm K5 v kontaktním zateplovacím systému – ETICS.

Desky z pěnového polystyrenu pro zateplení fasád. Pevnost v tahu kolmo k desce ≥ 100 kPa. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci 70 kPa. Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti 0,039 W.m-1.K-1. Třída reakce na oheň E.

Lepicí hmota na bázi cementu pro ETICS. Přídržnost k podkladu z EPS 0,08 MPa, betonu 0,25 MPa. Spotřeba pro lepení izolačních desek cca 3,0 kg.m-2. Faktor difuzního odporu 20.

Broušený cihelný blok pro tl. stěny 30 cm na maltu pro tenké spáry

Suchá omítková směs pro podhoz pod minerální omítky pro interiér i exteriér, ruční zpracování, barva šedá

Suchá omítková směs pro vícevrstvou jádrovou omítku, pro ruční zpracování

Jednosložková suchá omítka pro interiér pro ruční zpracování, finální štuková vrstva na jádrovou omítku do 2mm, barva bílá

Hloubková penetrace na akrylátové bázi

Interiérová bílá matná barva, vodou ředitelná, ořeruvzdorná

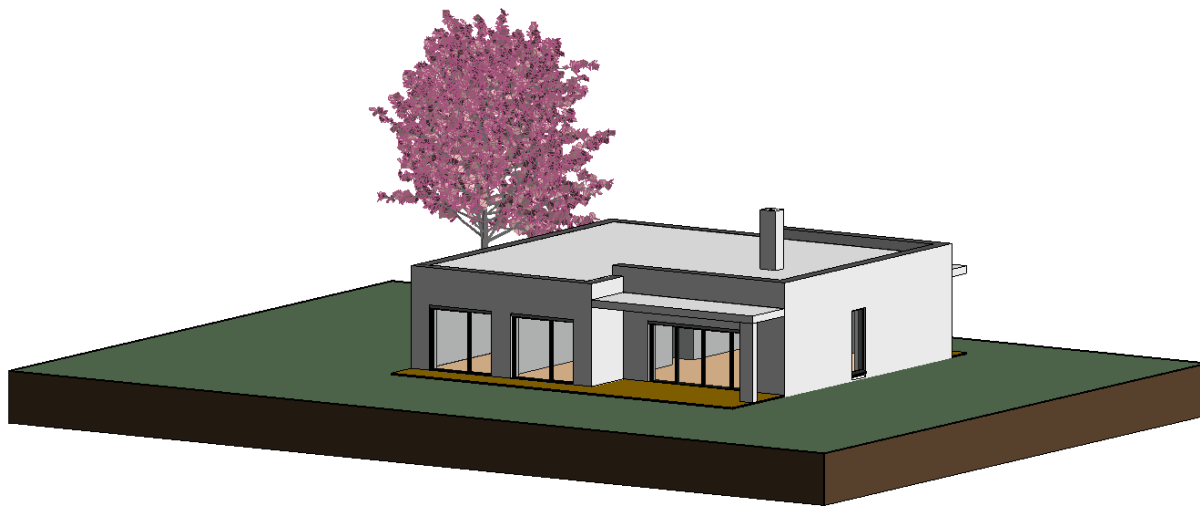
Obrázek 35 Diferenciace elementu č. 4 v BIM modelu ve vazbě na jeho kompletní materiálovou skladbu (vlastní zpracování)

12.7 Rekapitulace postupu a výstup procesu BIM 3D

Modelová situace odrážela postup a analýzu činnosti projektanta stavební části, kdy byl, s využitím zápisu kompletních materiálových skladeb konstrukcí z databáze Stavební knihovny DEK, v projekčním software Autodesk Revit vytvářen BIM model. Zadání pro tvorbu BIM modelu plynulo z definovaných vstupních základních¹⁹⁰ a okrajových¹⁹¹ podmínek, jež stanovily a vymezily organizační a množstevní rámec a požadavek na úroveň detailu BIM modelu. Praktické znázornění procesu bylo pro snahu o dosažení srozumitelného, věcného, optimálně rozsáhlého výkladu s analytickým charakterem omezeno na výskyt elementu nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS¹⁹².

Úplný postup simulace praktické aplikace prostředků páté dimenze BIM byl realizován na pozadí v plném rozsahu základních podmínek, kdy bylo postupně projektováno sedm elementů¹⁹³ BIM modelu, jež se v navazující fázi stanou podkladem pro tvorbu automatizovaného položkového stavebního rozpočtu. Úplnou ilustrativní podobu BIM modelu s respektováním základních podmínek¹⁹⁴, včetně nezohledněných¹⁹⁵ elementů BIM modelu, znázorňují vizualizace na Obrázku 36 a Obrázku 37.

Potenciál třetí dimenze BIM, již definuje existence trojrozměrného modelu sdíleného a komunikovaného napříč zainteresovanými stranami výstavbového projektu, jest v procesu simulace praktické aplikace prostředků BIM 5D optimálně naplněn. BIM model v tomto okamžiku disponuje požadovanou databází prostorových, technických a cenových informací, jež lze jednoznačně identifikovat, kategorizovat a přisuzovat k odpovídajícím konstrukcím. V této podobě projektant importuje BIM model ve výměnném formátu IFC do BIM Platformy, kde jej v navazující fázi spravuje rozpočtář.



Obrázek 36 *Východní pohled konečného BIM modelu*
(vlastní zpracování)

¹⁹⁰ Viz pod-kap. 11.4.

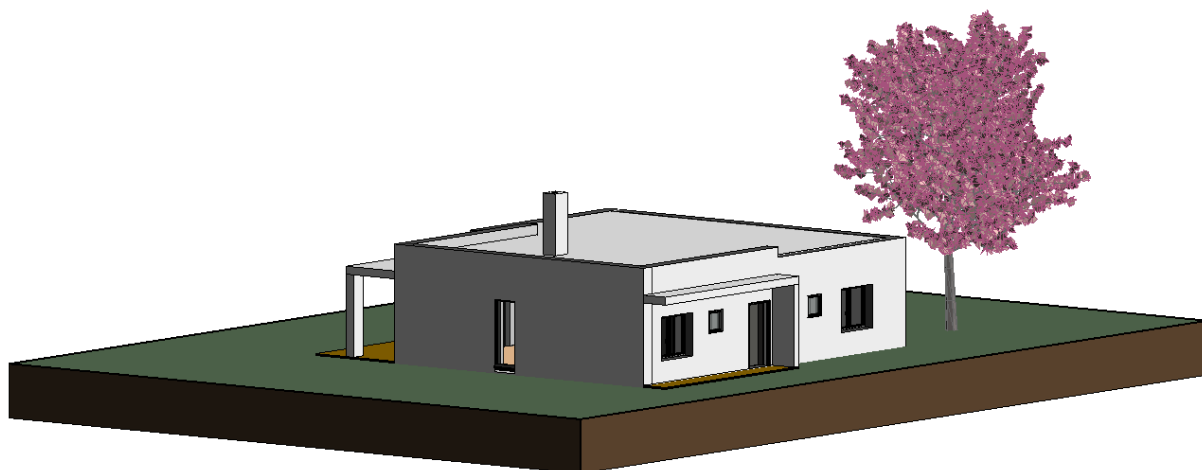
¹⁹¹ Viz pod-kap. 11.5.

¹⁹² Viz pod-kap. 12.5.

¹⁹³ Viz Tabulka 3, respektive Tabulka 4.

¹⁹⁴ Viz Tabulka 3, respektive Tabulka 4.

¹⁹⁵ Viz Tabulka 3.



Obrázek 37 *Západní pohled končeného BIM modelu*
(vlastní zpracování)

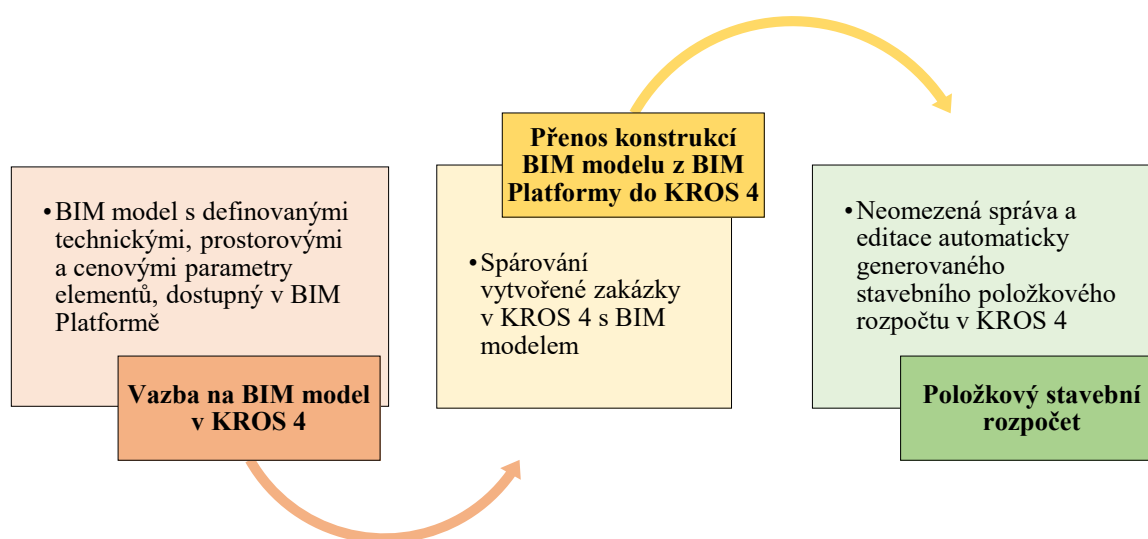
13 Automatizovaný položkový stavební rozpočet a cenové informace

13.1 Přiblížení přístupu a podkladů

Proces tvorby položkového stavebního rozpočtu je zahájen v okamžiku, kdy lze z hlediska využitelnosti metodiky BIM v terminologii jednotlivých dimenzí¹⁹⁶ funkčně, efektivně a plnohodnotně využívat projektové výstupy¹⁹⁷ v požadované úrovni detailu, jakožto zástupců BIM 3D, pro účely požadovaného ocenění. Předpokladem nastartování páté dimenze BIM jest existence BIM modelu v adekvátním LOD¹⁹⁸, jako prostředku vyjasnění prostorových parametrů a souvisejících materiálových charakteristik, nesoucího komplexní informaci o typu, skladbě, technické specifikaci a množství konstrukce a zejména o její ceně.

Digitální model stavby přirozeně klade vysoké požadavky na rozsah zadávaných parametrických dat, kdy s množstvím a hloubkou vypovídající hodnoty informací v elementech lineárně roste širě míry využití BIM modelu napříč zainteresovanými stranami výstavbového projektu. Naproti tomu nástroje BIM 5D přejímají z BIM modelu pro účely tvorby položkového stavebního rozpočtu přirozeně pouze omezené množství informací. Jsou jimi údaje o rozměrech a názvu konstrukce a její jednotkové ceně. Teprve s výskytem informace o jednotkové ceně, respektive automatickým spárováním elementu BIM modelu s přidruženou položkou nebo položkami cenové soustavy v zastoupení materiálu a jeho zabudování¹⁹⁹, lze hovořit o BIM 5D.

Procesní diagram procesu postupného uplatňování prostředků cost managementu v rámci páté dimenze BIM zobrazuje Obrázek 38:



Obrázek 38 Schéma postupu tvorby automatizovaného položkového stavebního rozpočtu (vlastní zpracování)

¹⁹⁶ Viz pod-kap. 8.5.

¹⁹⁷ BIM modely.

¹⁹⁸ Viz pod-kap. 8.6.

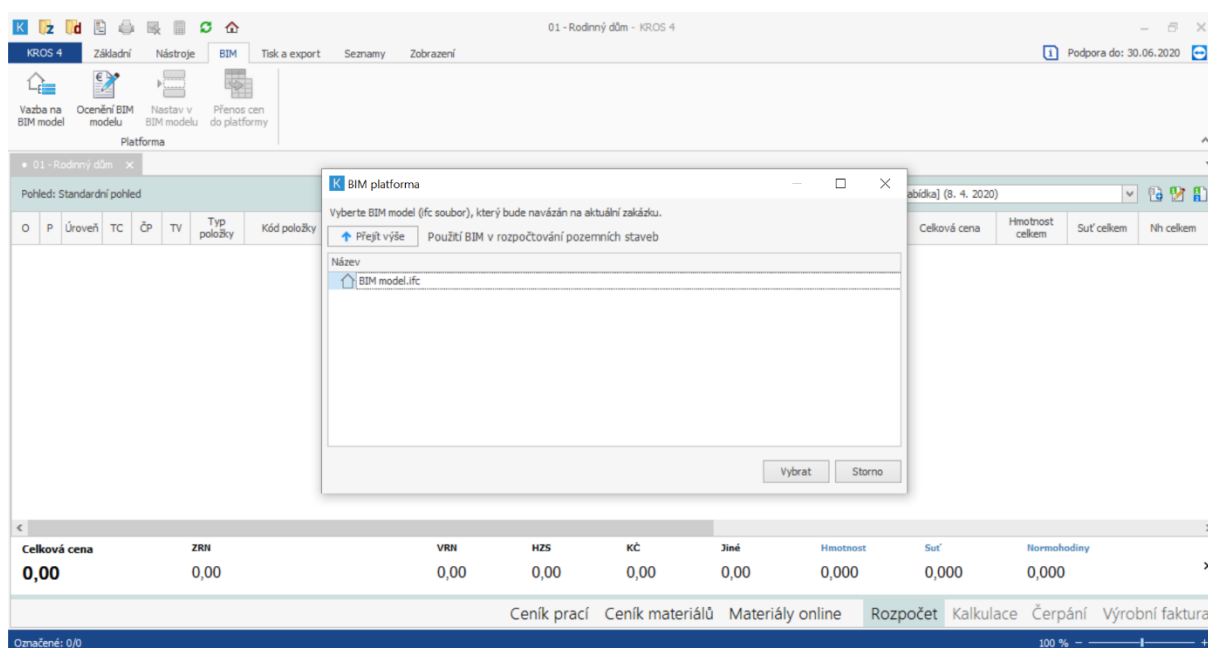
¹⁹⁹ Eventuálně pouze položkou zastupující zabudování konstrukce, tj. její montáž.

13.2 Mapování a analýza principu generování položkového stavebního rozpočtu

Podobně jako fáze tvorby BIM modelu, jsou také procesy problematiky automatizovaného přenosu cenových informací elementů BIM modelu do software disponujícího možnostmi tvorby položkového stavebního rozpočtu velmi komplexní záležitostí. **Pro tento důvod a ve snaze o zachování optimální míry srozumitelnosti a návaznosti na dosavadní postupy bude simulace analýzy a popisu uplatňování prostředků BIM 5D demonstrována rovněž ve vazbě na konstrukci elementu č. 4, tj. nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS²⁰⁰.**

13.2.1 Popis postupu a principu ocenění elementu č. 4

Pro účely realizace požadovaného a odpovídajícího ocenění výstavbového projektu pracuje rozpočtář v zavedeném software pro oceňování stavební produkce – KROS 4, jež aktuálně disponuje možností vzdáleného přenosu dat a komunikace s nástroji BIM 5D. Prostřednictvím uživatelského účtu spravovaného na BIM platformě lze provázat vytvořenou zakázku v KROS 4 s BIM modelem ve formátu IFC²⁰¹, jež do společného datového prostředí vložil projektant. Znázornění rozhraní umožňujícího spárování BIM modelu s připravenou zakázkou v software KROS 4 zobrazuje Obrázek 39:



Obrázek 39 Možnost vazby zakázky na BIM model v software KROS 4 (vlastní zpracování)

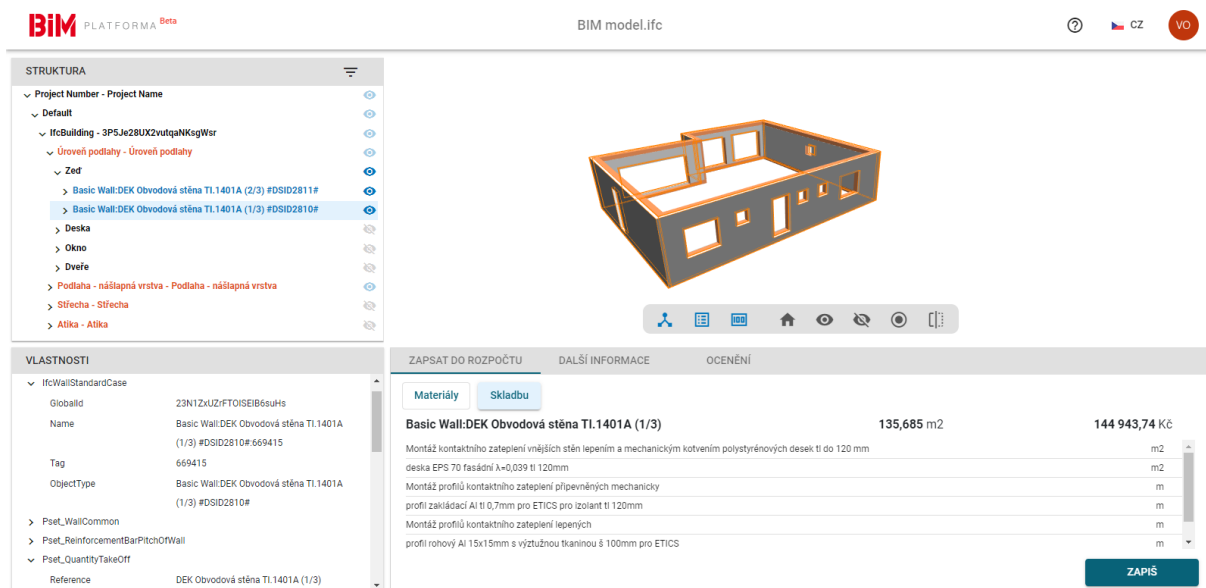
Za účelem ocenění BIM modelu volí rozpočtář tuto možnost v uživatelském prostředí software KROS 4, kdy je automaticky přeměrován do webového rozhraní BIM Platformy, kde lze v kompletním rozsahu s využitím struktury projektu vizuálně posuzovat a prohlížet BIM model a zobrazovat úplné geometrické a ne-geometrické parametry prvku – zejména informace o materiálové skladbě vybrané konstrukce, hodnotách výkazu výměr a ceně za množství. Prostředí BIM platformy se zobrazením²⁰² diferenciovaného²⁰³ elementu obvodové nosné stěny znázorňuje Obrázek 40:

²⁰⁰ Na pozadí je uskutečněno úplné ocenění zohledněných elementů BIM modelu.

²⁰¹ Viz pod-kap. 8.4.

²⁰² BIM platforma nabízí možnost skrývat, respektive zobrazovat vybrané konstrukce v zobrazení vizualizace BIM modelu (ikona oka v levém sloupci, viz Obrázek 28).

²⁰³ Viz pod-kap. 12.5.2.



Obrázek 40 Zobrazení elementu č. 4 v BIM modelu ve společném datovém prostředí BIM Platformy (vlastní zpracování)

Levé horní okno uživatelského prostředí BIM platformy znázorňuje strukturu²⁰⁴ BIM modelu s označením elementu s označením *DEK Obvodová stěna TI.140A*, respektive jeho vrstvy *Basic Wall:DEK Obvodová stěna TI.1401A (1/3)*²⁰⁵. Podobně lze zobrazit také zbylé dvě vrstvy materiálové skladby konstrukce prvku obvodové stěny, přičemž vrstva *Basic Wall:DEK Obvodová stěna TI.1401A (2/3)* zastupující element nosného obvodového keramického zdiva je provázána s úrovní spodního líce konstrukce podlahy²⁰⁶, zatímco vrstva *Basic Wall:DEK Obvodová stěna TI.1401A (3/3)*, jež soustřeďuje materiály vnitřní omítky, začíná v úrovni nášlapné vrstvy podlahy²⁰⁷.

V okně vlastností lze nahlížet na kompletní záznam o technických parametrech vrstvy konstrukce, přičemž pro účely ocenění jsou zásadní informace o typu a názvu objektového prvku²⁰⁸ a referenci hodnoty odpovídajícího výkazu výměry²⁰⁹. Karta *zápisu do rozpočtu* v pravém poli zobrazuje položky vrstvy exteriérové skladby, tj. konstrukce kontaktního zateplovacího systému ve dvou polohách – nejprve již představeným způsobem, jak dílčí materiál identifikuje a komunikuje Stavební knihovna DEK²¹⁰, s údajem o výměře konkrétních položek vrstvy skladby elementu a podruhé v jazyce terminologie cenové soustavy ÚRS²¹¹, kdy je návrh k dispozici údaj o celkové ceně za konstrukci.

Vzájemný vztah mezi způsoby prezentace terminologie v souvislosti s materiálovými složkami skladby konstrukce elementu nosné stěny znázorňuje Tabulka 5. Vychází se přitom z uvažované diferenciací prvku a názvosloví, jež je definitivně stanoveno, přisouzeno a vymezeno ve fázi projektového návrhu BIM modelu²¹².

²⁰⁴ Členění odpovídá nastavení parametru “Base Constraint“ v projekčním software Autodesk Revit, kdy klíčovou informací jest název výškové úrovně, s níž je fixně provázána pata elementu.

²⁰⁵ Viz Obrázek 27.

²⁰⁶ Popřípadě také s úrovní horního líce základové desky.

²⁰⁷ Náhled by bylo možno zobrazit po rozkliknutí úrovně *Podlaha – nášlapná vrstva* ve struktuře BIM modelu v levém sloupci uživatelského rozhraní BIM platformy.

²⁰⁸ Name Basic Wall: DEK Obvodová stěna TI. 1401A.

²⁰⁹ Pset_QuantityTakeOff (výkaz výměr).

²¹⁰ Viz pod-kap. 12.3., Tabulka 4 – označení skladby ve Stavební knihovně DEK a pod-kap. 12.5.2., Obrázek 27.

²¹¹ Viz Obrázek 35.

²¹² Viz Obrázek 27 a Obrázek 35.

Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem – DEK Obvodová stěna TI.140A		
Označení ve Stavební knihovně DEK		Označení v cenové soustavě ÚRS
DEK Obvodová stěna TI.1401A (1/3)	Weber.pas - extraClean	Tenkovrstvá silikonsilikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn
	Weber.pas podklad UNI – podkladní nátěr	
	Weber.tmel 700	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrénových desek tl do 120 mm
	Weber.tmel 700 + VERTEX E131	
	EPS 70 F + EJOT STR-U 2G (120 mm)	Deska EPS 70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm
		Montáž profilů kontaktního zateplení mechanicky ²¹³
		Profil zakládací Al tl 0,7 mm pro ETICS pro izolant tl 120 mm
		Montáž profilů kontaktního zateplení lepených
	Profil rohový Al 15x15 mm s výztužnou tkaninou š 100 mm pro ETICS	
DEK Obvodová stěna TI.1401A (2/3)	Porotherm 30 Profi	Zdivo jednovrstvé z cihel broušených do P10 na tenkovrstvou maltu tl 300 mm
DEK Obvodová stěna TI.1401A (3/3)	DEKPRIMER NANO	Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80m
	Weber.dur – klasik JRU	Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně
	Weber.dur – štuk IN	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně
	Weber.dur – klasik JRU	
	Weber.dur - podhoz	
Interiérová malba DEKFINISH Bílá malba speciál	Dvojnásobné bílé malby ze směsí za sucha dobře otěruvzdorných v místnostech do 3,80 m	

Tabulka 5 Skladba elementu nosné obvodové stěny BIM modelu ve vyjádření terminologie Stavební knihovny DEK a cenové soustavy ÚRS (vlastní zpracování)

Plně automatizovaný a okamžitý transport technických dat a cenových informací elementu nosné stěny z BIM modelu jest v prostředí BIM platformy proveden použitím příkazu *zapiš* v pravém spodním rohu, viz Obrázek 40. Tak, jak je proveden zápis ne-geometrických parametrů prvků vrstvy *Wall:DEK Obvodová stěna TI.1401A (1/3)*²¹⁴ nosné stěny, jest analogicky zajištěn přenos těchto dat v případě dvou zbylých vrstev elementu²¹⁵.

Podobu kompletní materiálové skladby konstrukce č. 4, tj. nosného obvodového keramického zdiva s kontaktní zateplovacím systémem ETICS, po importu dat z BIM modelu v BIM platformě do software KROS 4, jež automaticky spáruje materiály prvku s položkami cenové soustavy ÚRS, dle znázornění Tabulky 5, zobrazuje Obrázek 41:

²¹³ Položky zastupující montáž a materiál zakládacích a rohových aluminiových profilů pro uchycení a zabezpečení tepelného izolantu nemají své zastoupení v materiálové specifikaci elementu v databázi Stavební knihovny DEK.

²¹⁴ Viz Obrázek 27.

²¹⁵ Na pozadí je proveden zápis veškerých konstrukcí uvažovaných elementů BIM modelu, v rámci simulace je však názorný postup omezen pouze na prvek nosné stěny, viz pod-kap.13.2, respektive pod-kap. 13.2.1.

01 - Rodinný dům - KROS 4

ÚRS 2020 01 • 01 - Rodinný dům

Pohled: Standardní pohled 1. verze - Nabídkový rozpočet [nabídka] (8. 4. 2020)

O	P	Úroveň	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena	Hmotnost celkem	Suť celkem	Nh celkem	TD	Výběrové řízení	Dodavatel
		I			D		D14	Úroveň podlahy - Úroveň podlahy					307 354,04	0,000	0,000	0,000			
		>E			D		D2	Zed'					307 354,04	0,000	0,000	0,000			
		>S			D		D31	Basic WalkDEK Obvodová stěna TI.1401A (1/3)	m2	135,685	1 068,24	1,000	144 944,04	0,000	0,000	0,000			
		>U	oc	1	K	HSV	622211021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrenových desek tl do 120 mm	m2	135,685	609,00	1,000	82 632,17	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	pc	2	M	HSV	28375939	deska EPS 70 fasádní λ=0,039 tl 120mm	m2	138,398	162,00	1,000	22 420,48	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	oc	3	K	HSV	622252001	Montáž profilů kontaktního zateplení připevněných mechanicky	m	0,000	113,00	1,000	0,00	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	pc	4	M	HSV	59051649	profil základací Al tl 0,7mm pro ETICS pro izolant tl 120mm	m	0,000	69,60	1,000	0,00	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	oc	5	K	HSV	622252002	Montáž profilů kontaktního zateplení lepených	m	0,000	48,60	1,000	0,00	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	pc	6	M	HSV	63127464	profil rohový Al 15x15mm s výztužnou tkaninou š 100mm pro ETICS	m	0,000	19,40	1,000	0,00	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	oc	7	K	HSV	622541021	Tenkovrstvá silikonsilikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	135,685	294,00	1,000	39 891,39	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>E			D		D32	Basic WalkDEK Obvodová stěna TI.1401A (2/3)	m2	129,928	1 250,00	1,000	162 410,00	0,000	0,000	0,000			
		>U	oc	8	K	HSV	311235151	Zdivo jednovrstvé z dihel broušených do P10 na tenkovrstvou maltu tl 300 mm	m2	129,928	1 250,00	1,000	162 410,00	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		I			D		D33	Podlaha - nášlapná vrstva - Podlaha - nášlapná vrstva					39 104,42	0,000	0,000	0,000			
		>E			D		D2	Zed'					39 104,42	0,000	0,000	0,000			
		>E			D		D34	Basic WalkDEK Obvodová stěna TI.1401A (3/3)	m2	99,553	392,80	1,000	39 104,42	0,000	0,000	0,000			
		>U	oc	9	K	HSV	612131101	Cementový postřik vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně	m2	99,553	73,00	1,000	7 267,37	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	oc	10	K	HSV	612321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m2	99,553	268,00	1,000	26 680,20	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	oc	11	K	PSV	784181101	Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80m	m2	99,553	15,40	1,000	1 533,12	0,000	0,000	0,000	vlast.		
		>U	oc	12	K	PSV	784221101	Dvojnásobné bílé malby ze směsi za sucha dobře otěrúzdorných v místnostech do 3,80 m	m2	99,553	36,40	1,000	3 623,73	0,000	0,000	0,000	vlast.		

Celková cena 346 458,46 ZRN 346 458,46 VRN 0,00 HZS 0,00 KČ 0,00 Jiné 0,00 Hmotnost 0,000 Suť 0,000 Normohodiny 0,000

Ceník prací Ceník materiálů Materiály online Rozpočet Kalkulace Čerpání Výrobní faktura

Označené: 0/19 100%

Obrázek 41 Element nosné obvodové stěny BIM modelu ve vyjádření cenovou soustavou ÚRS po přenosu do software KROS 4 (vlastní zpracování)

13.3 Problematika úplnosti soupisu prací a výměr elementu č. 4

Výsledkem plně automatizovaného digitálního přenosu negrafických parametrů elementu č. 4 BIM modelu, tj. nosné obvodové stěny, z prostředí BIM platformy do software KROS 4, jest položkový stavební rozpočet včetně výkazu výměr, jež předpokládá odpovídající nasazení konstrukčních a materiálových položek ve vazbě na hlediska úrovně podrobnosti BIM modelu, technologického provádění a individuálních požadavků projektanta na charakter materiálů. Přehled položek stavebního položkového rozpočtu souvisejících s elementem nosné obvodové stěna včetně uvedení výměr tak, jak jej automaticky strojově generuje software KROS 4, jest ve vazbě na Obrázek 41 znázorněn v Tabulce 6:

Kód položky	Popis	MJ	Množství
Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3)		m ²	135,685
622211021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrénových desek tl do 120 mm	m ²	135,685
28375939	Deska EPS 70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm	m ²	138,398
622252001	Montáž profilů kontaktního zateplení mechanicky	m	0,000
59051649	Profil zakládací Al tl 0,7 mm pro ETICS pro izolant tl 120 mm	m	0,000
622252002	Montáž profilů kontaktního zateplení lepených	m	0,000
63127464	Profil rohový Al 15x15 mm s výztužnou tkaninou š 100 mm pro ETICS	m	0,000
622541021	Tenkovrstvá silikonsilikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	135,685
Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3)		m ²	129,928
311235151	Zdivo jednovrstvé z cihel broušených do P10 na tenkovrstvou maltu tl 300 mm	m ²	129,928
Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3)		m ²	99,553
784181101	Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80m	m ²	99,553
612131101	Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně	m ²	99,553
612321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	99,553
784221101	Dvojnásobné bílé malby ze směsí za sucha dobře oteruvzdorných v místnostech do 3,80 m	m ²	99,553

Tabulka 6 Konstrukční a materiálové položky elementu nosné obvodové stěny BIM modelu včetně výměr ve vyjádření cenové soustavy ÚRS (vlastní zpracování)

Podstata přiřazení kompletní materiálové skladby konstrukce nosného obvodového zdiva k elementu BIM modelu spočívá v nadefinování parametrů²¹⁶ 3D prvku desky, kdy tato skladba zanedbává existenci výplní otvorů v této desce. Výkaz položek v Tabulce 6 opomíjí výskyt oken a dveří, neboť ostění není z principu funkcionality algoritmu automatického generování výkazu výměr software Autodesk Revit²¹⁷ možno jakkoliv diferenciovat od celkové plochy elementu. BIM model z hlediska strojového výpočtu výměr vnímá výplň otvorů nikoliv jako prostor pro dveře či okna, ale jako místo, kde se pouze nevyskytuje prvek stěny. Praktický dopad viz pod-kap. 13.3.2.

Automatizovanými skrytými digitálními procesy generovaný položkový stavební rozpočet obsahuje takový výčet položek, jež plně odpovídá grafickému zpracování elementu v BIM modelu, avšak z těchto důvodů nerespektuje širší kontext vazeb na modelovaný prvek z hlediska oceňování stavebních konstrukcí a prací v terminologii cenové soustavy ÚRS.

²¹⁶ Ne-geometrických dat – materiálové skladby konstrukce.

²¹⁷ Viz pod-kap. 13.4.

13.3.1 Hodnocení nasazení položek soupisu prací

Položkový stavební rozpočet tak, jak jej prezentuje Tabulka 6, v souvislosti s elementem č. 4, tj. nosným obvodovým keramickým zdívem s kontaktním zateplovacím systémem ETICS, obsahuje takové materiálové a konstrukční položky, jež v omezené míře reflektují technologickou podstatu provádění předmětného prvku. Pro úplnost výkladu položek generovaného stavebního rozpočtu poslouží následující komentář k:

- 1) Pol. 612131101 Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně
 - Obvyklý je postup použití položky 612131300 “Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně strojně“, avšak v tomto případě vychází volba použité položky z charakteru materiálu omítky interiéru, tj. *Weber.dur – klasik JRU*, který je výrobcem stanoven pro ruční zpracování.
- 2) Pol. 612321141 Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně
 - Obvyklý je postup použití položky 612321311 “Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená strojně“, avšak v tomto případě vychází volba použité položky z charakteru materiálu omítky interiéru, tj. *Weber.dur – štuk IN*, který je výrobcem stanoven pro ruční zpracování.

Navazující posouzení úplnosti soupisu prací nahrazuje vyjmenované položky konstrukčními postupy se zohledněním strojního zpracování, avšak pro účely analytického zhodnocení zkušenosti je neregistruje jako nedostatek.

13.3.2 Posouzení požadavku na dopracování soupisu prací

Potřeba a nutnost navazujícího doplnění soupisu prací způsobem, jež odpovídá plnohodnotnému stavu ocenění z hlediska úplnosti materiálových a konstrukčních položek stavebního rozpočtu v souvislosti s elementem č. 4, je aktuální vždy – vlivem výskytu takových stavebních konstrukcí a prací, jež nelze jednoznačně přiřadit k modelovanému elementu BIM modelu, avšak ve stavebním rozpočtu mají svou nezastupitelnou úlohu.

V případě realizace kontaktního zateplovacího systému ETICS je nutno do ocenění zahrnout položky, jež souvisí s absentovanou konstrukcí ostění. Jedná se o okenní parapetní a začíšťovací lišty a dveřní začíšťovací lišty, kdy parapetní lišty umožňují zajištění dilatujícího napojení parapetní lišty na tepelný izolant²¹⁸, zatímco začíšťovací lišty plní funkci dilatujícího spojení rámu okna či dveří s omítkou kontaktního zateplovacího systému. Zároveň je obvyklé při provádění malířských prací použití malířské polyvinylchloridové pásky a zakrývací fólie. Ve vyjádření cenové soustavy ÚRS se jedná o tyto konstrukční a materiálové položky:

- 1) Pol. 59051476 Profil okenní začíšťovací se sklovláknitou armovací tkaninou 9mm/2,4m
- 2) Pol. 59051512 Profil začíšťovací s okapnicí PVC s výztužnou tkaninou pro parapet ETICS
- 3) Pol. 629991011 Zakrytí výplní otvorů a svislých ploch fólií přilepenou lepicí páskou

Související konstrukční a materiálovou položkou jest rovněž montáž tepelného izolantu kontaktního zateplovacího systému ETICS v oblasti ostění. Jedná se o tyto položky cenové soustavy ÚRS:

- 4) Pol. 622212021 Montáž kontaktního zateplení vnějšího ostění, nadpraží nebo parapetu hl. špalety do 200 mm lepením desek z polystyrenu tl do 120 mm
- 5) Pol. 28375939 Deska EPS70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm

²¹⁸ Deska EPS 70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm.

Technologicky přidruženým postupem k provádění konstrukce hrubé stavby nosného obvodového zdiva a navazujících povrchových úprav a dokončovacích prací pro účely pohybu osob, manipulace a dopravy zařízení a materiálu, jest vybudování, poplatek za pronájem a demontáž lešení exteriéru, spolu s vybudováním lehkého pracovního lešení interiéru. Cenová soustava ÚRS rozeznává tyto položky:

- 6) Pol. 941211111 Montáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200 kg/m² š do 0,9 m v do 10 m
- 7) Pol. 941211211 Příplatek k lešení řadovému rámovému lehkému v do 10 m za první a ZKD den použití
- 8) Pol. 941211811 Demontáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200 kg/m² š do 0,9 m v do 10 m
- 9) Pol. 949101111 Lešení pomocné pro objekty pozemních staveb s lešeňovou podlahou v do 1,9 m zatížení do 150 kg/m²

Stavební práce, jež nelze jednoznačně identifikovat s elementem nosného obvodového zdiva, avšak v kontextu komplexního stavebního rozpočtu mají své opodstatněné zastoupení, jsou typicky vyjádřeny položkami přesunu hmot²¹⁹. Náklady na tyto položky jsou rozpuštěny ve vybraných souvisejících položkách HSV²²⁰. Chybějící položkou jest rovněž vyčištění budov před předáním do užívání²²¹. Ve vazbě na terminologii a metodiku cenové soustavy ÚRS se jedná o následující položky:

- 10) Pol. 998011001 Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m
- 11) Pol. 952901111 Vyčištění budov bytové a občanské výstavby při výše podlaží do 4 m

13.3.3 Hodnocení relevantnosti a úplnosti výměr

Řízeně a soběstačně generovaný výkaz výměr²²² elementů BIM modelu je nezbytné vnímat jako strojově přesný přenos vstupních dat, tj. grafických parametrů v podobě, v jaké jsou obsaženy v BIM modelu, do kontextu digitální podoby cenové soustav ÚRS. Výkaz výměr jako aplikační výstup funkcionality software Autodesk Revit reflektuje grafické vyjádření konstrukcí BIM modelu tak, jak byly naprojektovány a nezohledňuje okrajové podmínky, technologické a metodické výjimky či zvyklosti.

Příkladem jest položka 784181101 “Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80 m“ a položka 784221101 Dvojnásobné bílé malby ze směsí za sucha dobře oteruvzdorných v místnostech do 3,80 m. Tyto položky ze zmíněných a pochopitelných důvodů²²³ přejímají výměru, která figuruje v rámci vrstvy Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) konstrukce elementu č. 4. tj. nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem. Její množství 99,553 m² ²²⁴ reflektuje situaci v BIM modelu, kdy prvek nosné stěny nese parametrickou informaci o materiálové skladbě konstrukce vnitřní omítky a výmalby.²²⁵

Jakkoliv tato výměra odráží situaci v BIM modelu, v podmínkách cenové soustavy ÚRS je nezbytné její dopracování. Důvodem jest metodické znění Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací PSV 2020, skupin 800-784 Malby a tapety, respektive jeho části A01 Příprava podkladu, odstavce 35. Způsob měření, článek 3519 Pačokování, penetrace, jež uvádí „*Plochy otvorů a*

²¹⁹ Náklady na osobní stavební výtah s nosností 0,5t, automobilové čerpadlo betonových směsí a mzdy pomocného dělníka a strojníka.

²²⁰ Hlavní stavební výroba.

²²¹ Položka 952901111 Vyčištění budov bytové a občanské výstavby při výše podlaží do 4 m je uplatněna v případě konstrukce elementu č. 2, tj. Těžká plovoucí podlaha laminátovou nášlapnou vrstvou na roznášecí betonové vrstvě.

²²² Problematiku podrobně analyzuje pod-kap. 13.4.

²²³ Viz pod-kap. 13.3.

²²⁴ Viz Obrázek 41 a Tabulka 6.

²²⁵ Viz Obrázek 35.

neupravované plochy (např. obklady, nátěry) jednotlivě větší než 4 m² se odečítají plochou přesahující 4 m²“ (ÚRS CZ, a.s., 2020). Jinými slovy je do výměry nutno přičíst rovněž plochu výplně otvorů.

Při pohledu na Obrázek 41 a Tabulku 6 jest v případě položek souvisejících s montáží a materiálem aluminiových profilů pro fixaci tepelného izolantu v místě soklu uveden nulový výkaz výměr. Důvodem této skutečnosti jest patrně fakt, kdy předmětné položky s nulovým výkazem výměr charakterizuje měrná jednotka, jež je jiného charakteru či je o jeden stupeň dimenze rozměru “chudší“, než je tomu u dominantní měrné jednotky elementu – v tomto případě běžný metr a čtvereční metr. Aplikace jest schopna na pozadí násobit transformovanou výměru koeficientem zastupujícím tloušťku materiálu tak, aby výsledkem byl například metr čtvereční, avšak z logických důvodů nedokáže pro účely stanovení o stupeň menší dimenze měrné jednotky dělit rozměrem, jež nezná.

Algoritmické procesy na pozadí mechanismů software KROS 4 komunikují a pracují ve vazbě na klasifikační třídění TSKP²²⁶, kdy na těchto principech strukturování konstrukčních a materiálových položek závisí strojový výpočet měrné jednotky kterékoliv položky s charakterem přesunu hmot. Podoba automatizovaného položkového stavebního rozpočtu v terminologii cenové soustavy ÚRS a v uživatelském prostředí aplikace KROS 4, již znázorňuje Obrázek 41, odpovídá však předpokladu kategorizace elementů v prostředí BIM platformy²²⁷ - tedy bez zohlednění klasifikačního řazení konstrukčních a materiálových položek.

Skutečnost má za následek chybný, či zcela nulový automatický výpočet výkazu výměr položek přesunů hmot, neboť optimální funkcionalita mechanismu na pozadí aplikace KROS 4 patrně závisí na zatřídění položek v přímé vazbě na jejich kódové vyjádření – dle zásad klasifikace TSKP.

13.3.4 Úplná podoba soupisu prací a výměr položkového stavebního rozpočtu elementu č. 4.

Konečnou a individuálně dopracovanou podobu stavebního položkového rozpočtu v souvislosti s elementem č. 4, tj. obvodového nosného keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS, kdy v návaznosti na provedená posouzení došlo k doplnění relevantních konstrukčních a materiálových položek s dopočtem výměr²²⁸, znázorňuje Tabulka 7. **Dodatečně doplněné položky jsou tučně zvýrazněny a vyznačeny kurzívou.**

²²⁶ Viz pod-kap. 5.5. a Obrázek 8.

²²⁷ Viz pod-kap. 13.2.1.

²²⁸ Dopčet výměr byl vynucen rovněž u položek, jež byly součástí automaticky generovaného stavebního rozpočtu, avšak neobsahovaly údaj o výměře. Viz pod-kap. 13.3.3.

Kód položky	Popis	MJ	Množství
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL1401A (1/3)			
622211021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrénových desek tl do 120 mm	m ²	135,685
28375939	Deska EPS 70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm	m ²	138,398
622252001	Montáž profilů kontaktního zateplení mechanicky	m	51,566
59051649	Profil zakládací Al tl 0,7 mm pro ETICS pro izolant tl 120 mm	m	54,144
622212021	Montáž kontaktního zateplení vnějšího ostění, nadpraží nebo parapetu hl. špalety do 200 mm lepením desek z polystyrenu tl do 120 mm	m	46,96
28375939	Deska EPS70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm	m²	10,331
622252002	Montáž profilů kontaktního zateplení lepených	m	58,023
63127464	Profil rohový Al 15x15 mm s výztužnou tkaninou š 100 mm pro ETICS	m	20,349
59051476	Profil okenní začíšťovací se sklovláknitou armovací tkaninou	m	31,269
59051512	Profil začíšťovací s okapnicí PVC s výztužnou tkaninou pro parapet ETICS	m	6,405
622541021	Tenkovrstvá silikonsilikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	146,016
629991011	Zakrytí otvorů a svislých ploch fólií přilepenou lepicí páskou	m²	29,308
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL1401A (2/3)			
311235151	Zdivo jednovrstvé z cihel broušených do P10 na tenkovrstvou maltu tl 300 mm	m ²	129,928
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL1401A (3/3)			
784181101	Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80m	m ²	162,215
612131101	Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně	m ²	99,553
612321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	99,553
784221101	Dvojnásobné bílé malby ze směsi za sucha dobře otěruvzdorných v místnostech do 3,80 m	m ²	162,215
Fasádní a interiérové pomocné lešení			
941211111	Montáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200 kg/m² š do 0,9 m v do 10 m	m²	139,708
941211211	Příplatek k lešení řadovému rámovému lehkému v do 10 m za první a ZKD den použití	m²	1 397,076²²⁹
941211811	Demontáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200 kg/m² š do 0,9 m v do 10 m	m²	139,708
949101111	Lešení pomocné pro objekty pozemních staveb s lešeňovou podlahou v do 1,9 m zatížení do 150 kg/m²	m²	135,000
Přesun hmot			
998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	38,115

Tabulka 7 Úplná podoba položkového stavebního rozpočtu v souvislosti s elementem č. 4 nosné obvodové stěny (vlastní zpracování)

²²⁹ Zvoleno 10 dní za předpokladu, že koncový uživatel si dobu odpovídající skutečnosti dodatečně dopočte.

13.4 Rozbor transkripce parametrických dat elementu č. 4 do podoby výkazu výměr

Významným benefitem v soustavě optimálně spolupracujících procesů třetí a páté dimenze metodiky BIM jest v konečném důsledku částečně automatizovaná tvorba výkazu výměr²³⁰. Přístup kombinuje existující možnost a schopnost software Autodesk Revit automaticky generovat plně editovatelný výkaz výměr nadefinovaných projektovaných elementů BIM modelu a algoritmus přenosu těchto dat v řešení nástrojů ÚRS CZ, a.s. a DEK, a.s. Obrázek 42 znázorňuje vytvořený výkaz výměr elementu obvodového nosného keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS v software Autodesk Revit²³¹:

The screenshot shows the Autodesk Revit 2020 interface with a 'Wall Schedule' table. The table has two columns: 'Area' and 'Family and Type'. The data is as follows:

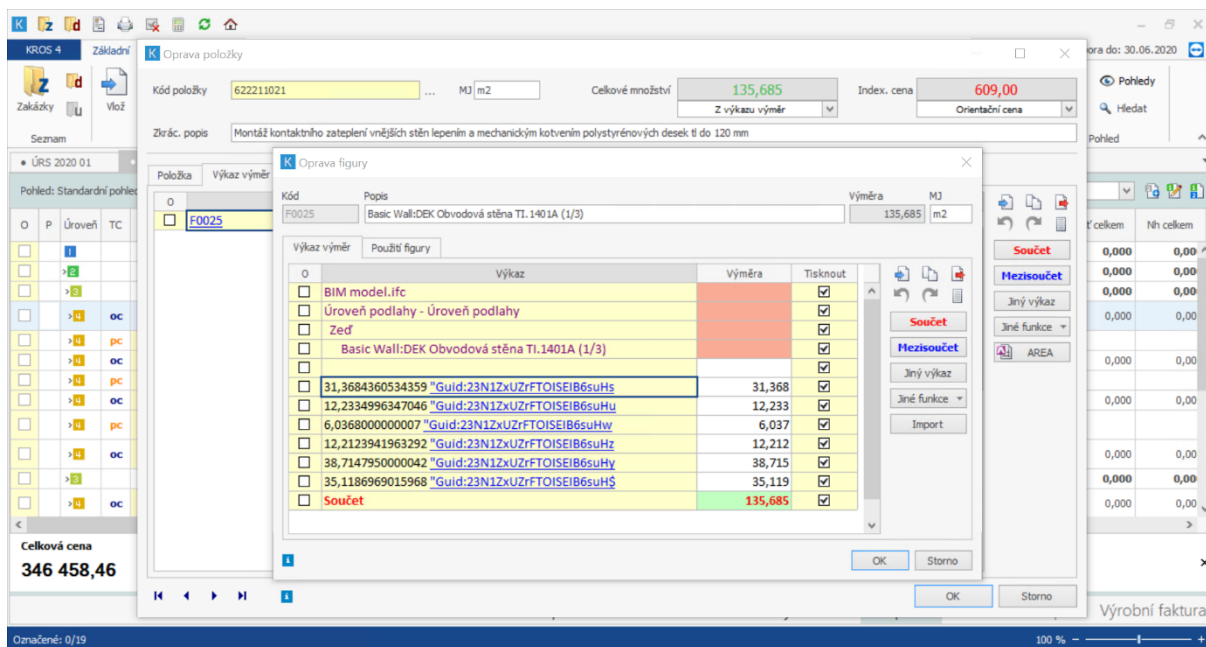
A	B
Area	Family and Type
31.368 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3) #DSID2810#
12.233 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3) #DSID2810#
6.037 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3) #DSID2810#
12.212 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3) #DSID2810#
38.715 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3) #DSID2810#
35.119 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (1/3) #DSID2810#
135.685 m ²	
30.475 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
16.361 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
11.804 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
6.331 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
10.803 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
36.336 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
17.819 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (2/3) #DSID2811#
129.928 m ²	
23.425 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) #DSID2812#
8.533 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) #DSID2812#
5.253 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) #DSID2812#
6.426 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) #DSID2812#
30.061 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) #DSID2812#
26.055 m ²	Basic Wall: DEK Obvodová stěna Tl.1401A (3/3) #DSID2812#
99.553 m ²	
365.365 m ²	

Obrázek 42 Automaticky generovaný výkaz výměr elementu č. 4 v software Autodesk Revit (vlastní zpracování)

²³⁰ Viz pod-kap 13.6. a pod-kap. XX

²³¹ Hodnoty výkazu výměr se musí shodovat s výměrami vrstev elementu v software KROS 4, jež znázorňuje Obrázek 41.

Pro účely navazující demonstrace souvislosti výskytu výkazu výměr elementu nosného zdiva v software KROS 4 jest použita položka s kódem 622211021 *Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrénových desek tl do 120 mm*. Při rozkliknutí profilu položky s editovatelnými parametry lze v poli výkaz výměr zobrazit metodickou strukturu automatického výpočtu, respektive přenosu odpovídajících hodnot ne-geometrických parametrů z BIM modelu v podobě výkazu výměr. Problematiku znázorňuje Obrázek 43:



Obrázek 43 Rozbor výpočtu výkazu výměr figury s kódem 622211021 zastupující montáž – lepení a ukotvení tepelného izolantu kontaktního zateplení obvodového zdiva v software KROS 4 (vlastní zpracování)

Skladba výkazu výměr předmětné figury v horní polovině přebírá princip kategorizace, terminologie a organizace klíčových identifikátorů z rozhraní vizualizace a omezené editace BIM modelu ve společném datovém prostředí BIM platformy²³². Spodní část panelu opravy figury zobrazující konkrétní výpočet rozeznává dílčí modelované prvky elementu nosné stěny tak, jak je řadí²³³ automaticky generovaný výkaz stěn v software Autodesk Revit, viz Obrázek 42. Výměry jsou zobrazeny na 13 desetinných míst, kdy tuto podrobnost umožňuje pouze strojově řízený výpočet.

Alokaci, transport a přiřazení požadovaných ne-geometrických parametrů nesoucích informaci o množství měrné jednotky dílčích geometrických prvků elementu BIM modelu zajišťuje unikátní alfanumerický identifikátor “Guid“ (*Globally Unique Identifier*)²³⁴, jež obecně poskytuje možnost zjištění a následnou manipulaci nejen²³⁵ s partikulárním databázovým vstupem. Databází jest v tomto případě výkaz výměr software Autodesk Revit sestavený na základě individuálních požadavků²³⁶ a potřebnými údaji hodnoty výměr. Analogicky jest řešen automatický export výkazu výměr veškerých konstrukcí simulace.

²³² Viz Obrázek 40.

²³³ Jednoduše jeden prvek stěny v BIM modelu vždy odpovídá jednomu řádku výkazu výměr.

²³⁴ Modrý hypertextový odkaz.

²³⁵ Také komponentem, aplikací nebo souborem (QuinStreet Inc., 2020).

²³⁶ Zobrazení vrstev elementu č. 4, tj. nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS.

13.5 Analýza procesu přenosu cenové informace elementu č. 4 a stanovení odpovídající ceny

Požadavkem na zavedení plnohodnotného procesu BIM 5D v rámci metodiky BIM jest dosažení stavu zajišťujícího existenci algoritmu pro automatické spárování elementů BIM modelu s odpovídajícími jednotkovými cenami cenové soustavy. Databáze komplexních konstrukčních skladeb prvků Stavební knihovna DEK tento stav zajišťuje distribucí digitální sítě materiálů, jež jsou na pozadí oceněny jednotkovými cenami souvisejících konstrukčních a materiálových položek cenové soustavy ÚRS.

Kontext umožňující rozklíčovat mechanismus procesu přenosu cenové informace z databáze Stavební knihovny DEK do software KROS 4 znázorňuje nejprve Obrázek 30, kdy lze v prostředí Stavební knihovny DEK v pravém sloupci v úrovni parametrů sledovat informaci o ceně za materiál a práci, jež vyjadřuje orientační cenu stavebních prací a materiálů přiřaditelných k základní jednotce skladby. V případě elementu č. 4, tj. nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS, odpovídá jednotková cena 2 711 Kč/m².

Obrázek 41 zobrazující podobu a cenu elementu č.4 nosného obvodového zdiva, strukturovaného do materiálových a konstrukčních položek cenové soustavy ÚRS v software KROS 4, ověřuje a dokládá výši ceny za měrnou jednotku, jež je uvedena v rozboru prvku ve Stavební knihovně DEK. Suma nákladů, tj. jednotkových cen veškerých konstrukčních a materiálových položek v rozhraní tvorby položkového stavebního rozpočtu v software KROS4, v souvislosti s předmětným prvkem nosného obvodového zdiva, odpovídá jednotkové ceně za měrnou jednotku provádění konstrukce, již udává Stavební knihovna DEK, tj. 2 711 Kč/m². Situaci v návaznosti na zavedenou terminologii, z níž vychází Tabulka 5, schematicky popisuje Tabulka 8.

Problematika nulových výkazů výměr²³⁷ v případě položek charakteristických nedominantní měrnou jednotkou²³⁸ z logických důvodů nikterak nepoznamenává a neovlivňuje výskyt, hodnotu a zápočet jednotkové ceny za tyto konstrukce a materiály. Zároveň ačkoliv databáze Stavební knihovny DEK neuvažuje v popisu kompletní materiálové skladby konstrukce elementu č. 4 materiály spojené s předmětnými položkami s nulovými výměry, při ocenění skladby elementu tyto položky zohledňuje a prezentovaná cena za materiál a práci odpovídá rozsahu konstrukčních a materiálových položek cenové soustavy ÚRS.

V návaznosti na provedenou analýzu úplnosti soupisu prací a výměr²³⁹ položkového stavebního rozpočtu v souvislosti s elementem č. 4 lze strukturovat a definovat jednotkovou cenu a celkovou cenu kompletního, tj. individuálně doplněného a konečného položkového rozpočtu, s využitím dat Tabulky 7 a Tabulky 8. Situaci bez vazeb na terminologii Stavební knihovny DEK znázorňuje Tabulka 9. **Tučně zvýrazněné a kurzívou označené položky a výměry představují dodatečně doplněná data.**

Cenovou informaci elementu č. 4²⁴⁰ nenese samotný BIM model, přestože pro tento ne-geometrický údaj software Autodesk Revit zřizuje v poli editace projektovaného elementu samostatný modifikovatelný parametr *Cost*. Cenový identifikátor obsahuje BIM model teprve v okamžiku, kdy jest ve společném datovém prostředí BIM platformy spárován s cenovými daty cenové soustavy ÚRS²⁴¹. Údaje o jednotkové ceně tedy nenese BIM model v software Autodesk Revit, kde je projektová dokumentace vytvářena, ale BIM model v prostředí BIM platformy²⁴².

²³⁷ Viz pod-kap. 13.3.3.

²³⁸ Viz pod-kap. 13.3.

²³⁹ Viz pod-kap. 13.3.

²⁴⁰ Rovněž veškerých projektovaných konstrukcí v rámci simulace.

²⁴¹ Viz pod-kap. 13.2.1.

²⁴² Viz pod-kap. 13.2.1. a Obrázek 40.

Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem ETICS – DEK Obvodová stěna TL.140A							
Stavební knihovna DEK		Cenová soustava ÚRS					
Vrstva	Materiálová skladba	Kód položky	Popis	MJ	Množství	JC [Kč]	Cena celkem [Kč]
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL.1401A (1/3)							
	Weber.tmel 700	622211021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrénových desek tl do 120 mm	m ²	135,685	609,00	82 632,17
	Weber.tmel 700 + VERTEX E131						
	EPS 70 F + EJOT STR-U 2G (120 mm)	28375939	Deska EPS 70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm	m ²	138,398	162,00	22 420,48
		622252001	Montáž profilů kontaktního zateplení mechanicky	m	0,000	113,00	
		59051649	Profil zakládací Al tl 0,7 mm pro ETICS pro izolant tl 120 mm	m	0,000	69,60	
		622252002	Montáž profilů kontaktního zateplení lepených	m	0,000	48,60	
		63127464	Profil rohový Al 15x15 mm s výztužnou tkaninou š 100 mm pro ETICS	m	0,000	19,40	
	Weber.pas - extraClean	622541021	Tenkovrstvá silikonsilikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	135,685	294,00	39 891,39
	Weber.pas podklad UNI – podkladní nátěr						
Suma za vrstvu [Kč]						1 068,24	144 944,04
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL.1401A (2/3)							
	Porotherm 30 Profi	311235151	Zdivo jednovrstvé z cihel broušených do P10 na tenkovrstvou maltu tl 300 mm	m ²	129,928	1 250,00	162 410,00
Suma za vrstvu [Kč]						1 250,00	162 410,00
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL.1401A (3/3)							
	DEKPRIMER NANO	784181101	Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80m	m ²	99,553	15,40	7 267,37
	Weber.dur – klasik JRU	612131101	Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně	m ²	99,553	73,00	26 680,20
	Weber.dur – štuk IN	612321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	99,553	268,00	1 533,12
	Weber.dur – klasik JRU						
	Weber.dur - podhoz						
	Interiérová malba DEKFINISH Bílá malba speciál	784221101	Dvojnásobné bílé malby ze směsi za sucha dobře otěruvzdorných v místnostech do 3,80 m	m ²	99,553	36,40	3 623,73
Suma za vrstvu [Kč]						392,80	39 104,42
Automaticky generovaná jednotková cena elementu č. 4 v cenové soustavě ÚRS a Stavební knihovně DEK [Kč]						2 711,04	346 458,46

Tabulka 8 Schéma souvislostí přístupu k jednotkové ceně elementu č. 4 z hlediska terminologie Stavební knihovny DEK a cenové soustavy ÚRS (vlastní zpracování)

Kód položky	Popis	MJ	Množství	JC [Kč]	Cena celkem [Kč]
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL1401A (1/3)					
622211021	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn lepením a mechanickým kotvením polystyrénových desek tl do 120 mm	m ²	135,685	609,00	82 632,17
28375939	Deska EPS 70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm	m ²	138,398	162,00	22 420,48
622252001	Montáž profilů kontaktního zateplení mechanicky	m	51,566	113,00	5 826,96
59051649	Profil zakládací Al tl 0,7 mm pro ETICS pro izolant tl 120 mm	m	54,144	69,60	3 768,42
622212021	Montáž kontaktního zateplení vnějšího ostění, nadpraží nebo parapetu hl. špalety do 200 mm lepením desek z polystyrenu tl do 120 mm	m	46,96	173,53	8 148,97
28375939	Deska EPS70 fasádní $\gamma=0,039$ tl 120 mm	m²	10,331	162,00	1 673,62
622252002	Montáž profilů kontaktního zateplení lepených	m	58,023	48,60	2 819,92
63127464	Profil rohový Al 15x15 mm s výztužnou tkaninou š 100 mm pro ETICS	m	20,349	19,40	394,77
59051476	Profil okenní začíšťovací se sklovláknitou armovací tkaninou	m	31,269	28,60	894,29
59051512	Profil začíšťovací s okapnicí PVC s výztužnou tkaninou pro parapet ETICS	m	6,405	42,10	269,65
622541021	Tenkovrstvá silikonsilikátová zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	146,016	294,00	42 928,70
629991011	Zakrytí otvorů a svislých ploch fólií přilepenou lepicí páskou	m²	29,308	41,60	1 219,21
Suma za kompletní vrstvu [Kč]				1 763,43	171 618,70
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL1401A (2/3)					
311235151	Zdivo jednovrstvé z cihel broušených do P10 na tenkovrstvou maltu tl 300 mm	m ²	129,928	1 250,00	162 410,00
Suma za kompletní vrstvu [Kč]				1 250,00	162 410,00
Basic Wall: DEK Obvodová stěna TL1401A (3/3)					
784181101	Základní akrylátová jednonásobná penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80m	m ²	162,215	15,40	2 498,11
612131101	Cementový postřík vnitřních stěn nanášený celoplošně ručně	m ²	99,553	73,00	7 267,37
612321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	99,553	268,00	26 680,20
784221101	Dvojnásobné bílé malby ze směsi za sucha dobře otěruvzdorných v místnostech do 3,80 m	m ²	162,215	36,40	5 904,63
Suma za kompletní vrstvu [Kč]				392,80	42 350,31
Lešení					
941211111	Montáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200 kg/m² š do 0,9 m v do 10 m	m²	139,708	44,82	6 261,71
941211211	Příplatek k lešení řadovému rámovému lehkému v do 10 m za první a ZKD den použití	m²	1 397,076	1,77	2 472,82
941211811	Demontáž lešení řadového rámového lehkého zatížení do 200 kg/m² š do 0,9 m v do 10 m	m²	139,708	27,21	3 801,45
949101111	Lešení pomocné pro objekty pozemních staveb s lešeňovou podlahou v do 1,9 m zatížení do 150 kg/m²	m²	135,000	47,84	6 458,40
Suma Kč				121,64	18 994,38
Přesun hmot					
998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	38,115	274,44	10 460,28
Suma Kč				274,44	10 460,28
Jednotková, respektive celková cena elementu č. 4 po zohlednění doplněných položek a dopočtu výměr [Kč]				3 802,31	407 212,13

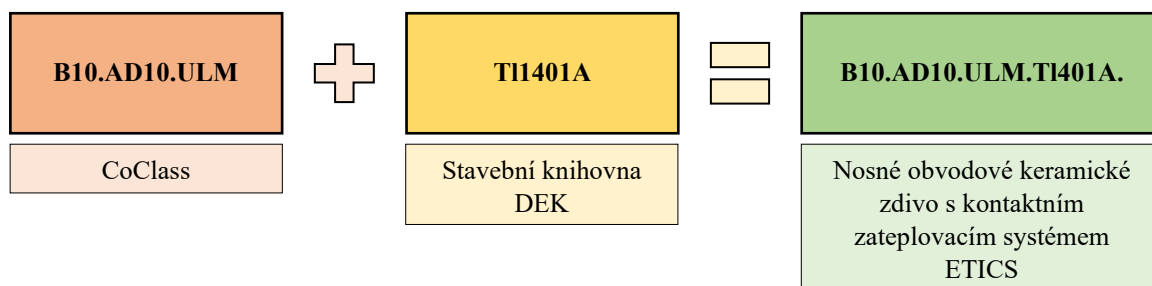
Tabulka 9 Jednotková, respektive celková cena elementu č. 4 po doplnění položek s automaticky generovaného stavebního rozpočtu a dopočtu výměr (vlastní zpracování)

13.6 Problematika adaptace klasifikačního systému CoClass pro účely BIM 5D ve vazbě na element č. 4

Potřebu existence identifikátoru, jež jednoznačně definuje funkci a vlastnosti elementu BIM modelu v podobě klasifikačního systému²⁴³, nastínila pod-kap. 9.2 a Obrázek 16, přičemž standardizaci adaptace klasifikačního systému CoClass na národní úrovni pro účely BIM 5D zajišťuje pracovní skupina 05²⁴⁴. Řešení v čele se Stavební knihovnou DEK a modulu komunikujícího s BIM Platformou v software KROS 4 částečně podhaluje princip problematiky klasifikace a poskytuje potenciální vodítko k možné variantě vyjasnění souvislostí.

V návaznosti na absolvovanou simulaci procesu tvorby BIM modelu a jeho ocenění s využitím databáze Stavební knihovny DEK, jež zavádí individuálně specifikovaný formát identifikátoru konstrukčních skladeb pro účely komunikace se software Autodesk Revit a KROS 4, je možno pragmatickým způsobem nastítnout variantu úplné formy, způsobu a podobu principu zatřídění prvku stěny, tj. elementu nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS. Podkladem pro úvahu jest definovaná struktura na Obrázku 16.

Řešení kombinuje existující přístup ke standardizaci negrafických dat BIM modelu v podobě klasifikačního systému CoClass a zkušenost plynoucí ze simulace procesů BIM 5D. Produktem klasifikace jest alfanumerický identifikátor zachycující a vystihující funkční parametry konstrukce tak, aby bylo možno prvek přehledně a organizovaně strojově zatřídít a komunikovat v procesu výměny dat. Princip procesu vzniku identifikátoru elementu č. 4 s rozlišením vstupu systému CoClass a řešení BIM 5D znázorňuje Obrázek 44:



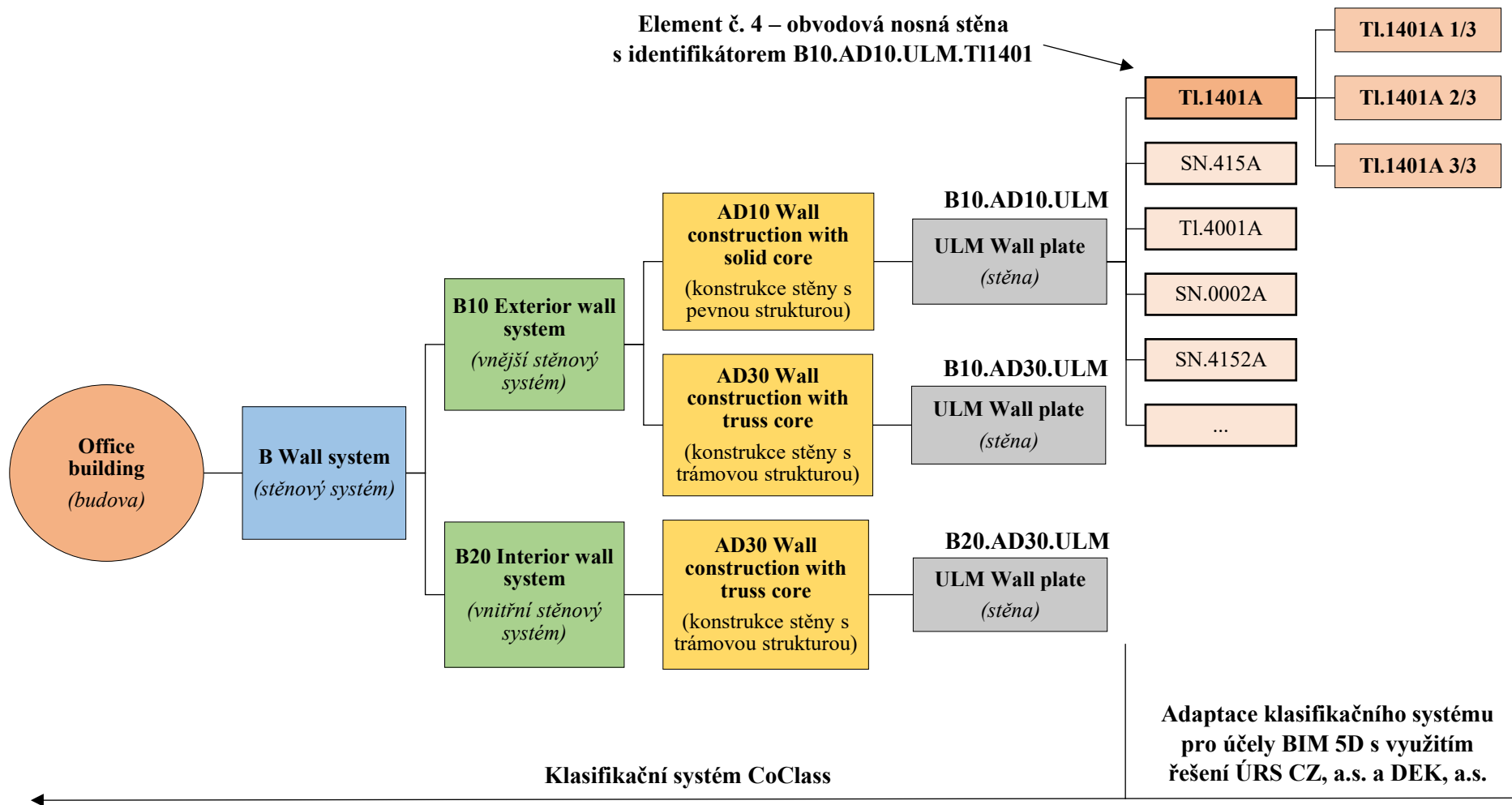
Obrázek 44 Princip vzniku identifikátoru elementu č. 4 v rámci klasifikace stavební produkce (vlastní zpracování)

Širší princip hierarchie postupného úrovnového zpřesňování identifikátoru elementu č.4 v souvislostech a v návaznosti na strukturu zatřídění, již zobrazuje Obrázek 16, popisuje schéma Obrázku 44. V úrovni klasifikace elementu konkrétní materiálové skladby konstrukce vnější stěny jest uvedeno více příkladů identifikátorů, jež vychází z databáze Stavební knihovny DEK, viz Obrázek 30²⁴⁵.

²⁴³ Viz pod-kap. 5.5.

²⁴⁴ Viz pod-kap. 9.2.

²⁴⁵ Levý sloupec s nabídkou volby konstrukčních skladeb elementu.



Obrázek 45 Ukázka zařídění konstrukce stěny v klasifikačním systému CoClass dle ČAS s návrhem adaptace pro účely BIM 5D (vlastní zpracování)

Cenová soustava ÚRS pro účely komplexní a úplné organizace, kategorizace a třídění konstrukčních a materiálových položek v souvislostech oceňování stavební produkce tradičně aplikuje klasifikační princip TSKP²⁴⁶. Nástroje pro praktickou aplikaci BIM 5D, jejichž možnosti jsou předmětem simulace, pracují v tomto okamžiku z logických důvodů rovněž se zavedeným klasifikačním systémem TSKP²⁴⁷. Problematiku vztahů mezi navrženým kódovým rozlišením kompletních konstrukčních skladeb ve vazbě na terminologii databáze Stavební knihovny DEK a principem Třídníku stavebních konstrukcí a prací, osvětluje a znázorňuje Obrázek 46²⁴⁸. Příkladem jest element č. 4, tj. nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem ETICS.

Systém pracuje s rozšířením identifikátorů do třech navazujících úrovní tak, jak jej vyžaduje metodika tvorby BIM modelu²⁴⁹ pro účely optimálního navazujícího ocenění, v podobě diferenciací elementu obvodové stěny do jednotlivých vrstev, jež odráží technologické hledisko provádění konstrukce.

13.7 Rekapitulace postupu a výstup procesu BIM 5D

Simulace postupného ocenění elementů BIM v rozsahu základních podmínek²⁵⁰ byla realizována s využitím funkcionalit společného datového prostředí BIM platformy, jež umožňuje automatizovaný přenos cenových informací z BIM modelu do software pro oceňování stavební produkce KROS 4. Znázornění a analýza postupu byla, stejně jako ve fázi vývoje BIM modelu, z důvodu logické návaznosti na předchozí proces a v rámci požadavku na srozumitelnost a demonstraci faktických souvislostí a principů problematiky, realizována na příkladu elementu nosného obvodového keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS.

Výstup řešení v podobě položkového stavebního rozpočtu vykazuje neúplnost z hlediska chybějícího výkazu výměr²⁵¹ a vybraných souvisejících materiálových a konstrukčních položek²⁵². Z tohoto pohledu je nezbytný odborný přístup rozpočtáře, posouzení a dopracování výstupu do jeho optimální podoby²⁵³ v návaznosti na požadavky investora výstavbového projektu. V kontextu tvorby kompletního stavebního položkového rozpočtu je rovněž třeba brát v úvahu omezenou funkcionalitu projekčního software Autodesk Revit, kdy není možno vybrané stavební práce v BIM modelu zohlednit²⁵⁴.

Modelované procesy²⁵⁵ páté dimenze BIM charakterizuje optimální připravenost prostředí²⁵⁶ a aplikační podpora v podobě software nástroje pro oceňování stavební produkce, s požadavkem na plně automatizovaný vzdálený přenos digitálních dat konstrukcí BIM modelu a transkripce těchto geometrických a ne-geometrických parametrů do podoby názvosloví cenové soustavy ÚRS. Postup je optimálně naplněn a ukončen v okamžiku, kdy uživatel, tj. rozpočtář, disponuje požadovanou databází prostorových, technických a cenových informací obsažených v BIM modelu²⁵⁷, jež lze jednoznačně identifikovat, kategorizovat a přisuzovat k odpovídajícím konstrukcím.

²⁴⁶ Viz pod-kap. 5.5. a Obrázek 9.

²⁴⁷ Adaptace klasifikačního systému pro oceňování stavební produkce jest v procesu návrhu, viz pod-kap. 10.3.

²⁴⁸ Podkladem jest Obrázek 27, Obrázek 41 a Tabulka 5. Schéma struktury TSKP zohledňuje konstrukční položky.

²⁴⁹ Viz pod-kap. 12.5.2. a Obrázek 29.

²⁵⁰ Viz pod-kap. 11.4. a Tabulka 3, respektive Tabulka 4.

²⁵¹ Viz pod-kap. 13.4.

²⁵² Viz pod-kap. 13.3.

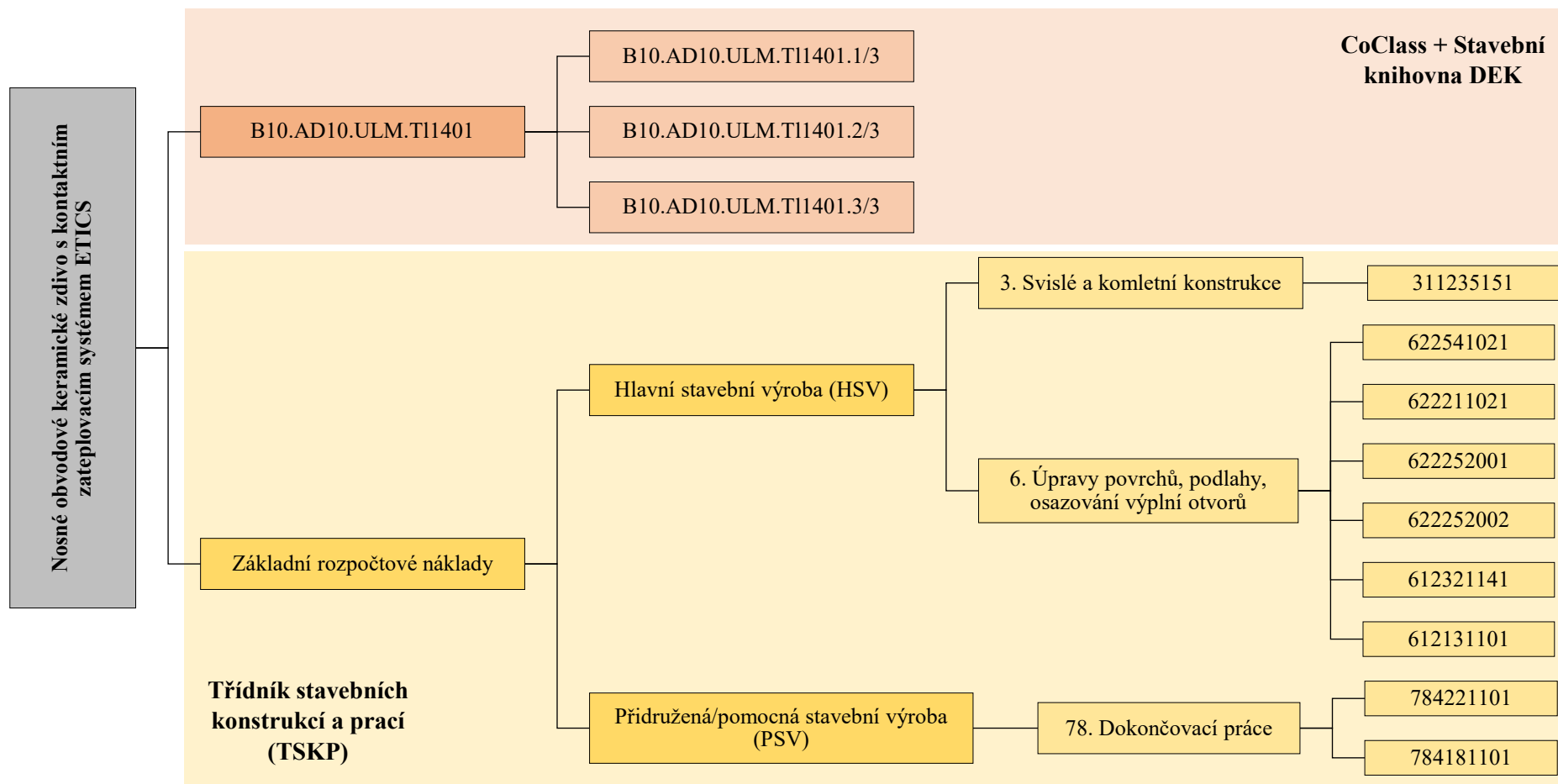
²⁵³ Viz pod-kap. XX.

²⁵⁴ Více viz pod-kap. XX

²⁵⁵ Viz Obrázek 36.

²⁵⁶ Ve smyslu procesů BIM 3D.

²⁵⁷ Jako základu pro tvorbu položkového stavebního rozpočtu.

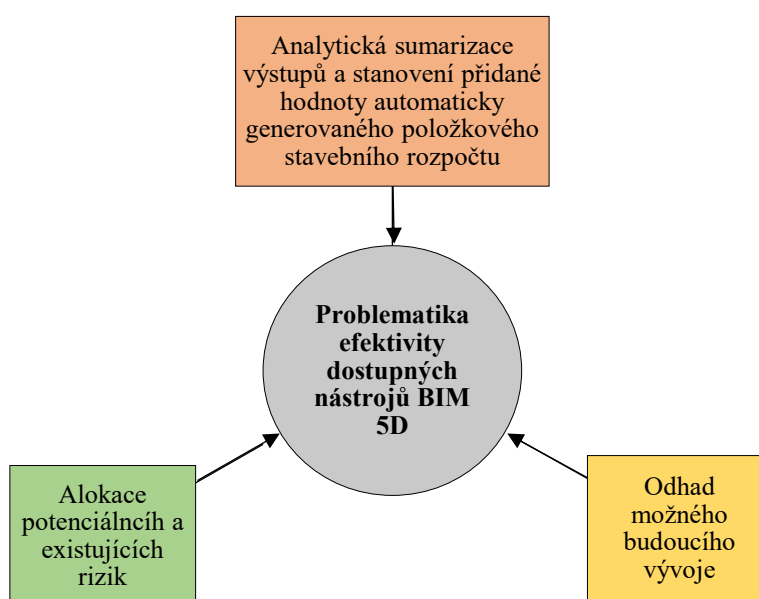


Obrázek 46 Srovnání principů klasifikací CoClass s navrženým rozšířením a TSKP na příkladu elementu č. 4 nosné stěny (vlastní zpracování)

14 Analýza efektivity výstupu a diskuze nad riziky, užitkem a potenciálem nástrojů BIM 5D

14.1 Rekapitulace principů simulace a přiblížení konečného přístupu

Modelovaný praktický přístup k ocenění BIM modelu v definovaném rozsahu²⁵⁸ s aplikačním využitím dostupných mechanismů a prostředků BIM 5D, kdy primárním požadavkem bylo ověření a odhalení funkčního potenciálu nástrojů oblasti digitalizace cost managementu, jest v tento okamžik dokončen. Navazujícím a konečným stádiem pracovního postupu²⁵⁹ jest komplexní systematická činnost zjišťování, sumarizace a vyhodnocení nosných parametrů praktické simulace BIM 5D ze specifických kritériálních hledisek. Schéma definovaných okruhů problematiky hodnocení efektivity výstupu procesů páté dimenze BIM znázorňuje Obrázek 47:



Obrázek 47 Kategorizace okruhů procesu hodnocení efektivity nástrojů BIM 5D (vlastní zpracování)

Názorný proces postupu tvorby a rekognoskace klíčových charakteristik výstupů páté dimenze BIM²⁶⁰ byl z vyjmenovaných²⁶¹ důvodů omezen na analýzu konstrukčního elementu č. 4 v zastoupení prvku obvodového nosného keramického zdiva s kontaktním zateplovacím systémem ETICS. Úplná simulace projekční činnosti s výstupem v podobě BIM modelu a navazující oceňovací fáze, kdy byla geometrická a negrafická parametrická data uvažovaných elementů BIM modelu digitálním mechanismem transkripce transformována do podoby cenových informací cenové soustavy ÚRS, tj. položkového stavebního rozpočtu, byla v kompletní podobě provedena na pozadí. **Zhodnocení efektivity praktického použití prostředků digitalizace v oblasti cost managementu reflektuje a respektuje simulaci v kompletním rozsahu²⁶² a poskytuje závěry založené na čerpání dat z úplné zkušenosti.**

²⁵⁸ Viz pod-kap. 12.2. a pod-kap. 12.3.

²⁵⁹ Viz Obrázek 19.

²⁶⁰ Viz kap. 12 a kap. 13.

²⁶¹ Viz pod-kap. 12.5, pod-kap. 13.2. a pod-kap. 13.7.

²⁶² Tj. s respektováním rozsahu základních podmínek, viz pod-kap. 11.4. a Tabulka 3, respektive Tabulka 4.

14.2 Analytická sumarizace výstupu procesů BIM 5D a stanovení míry dopracování

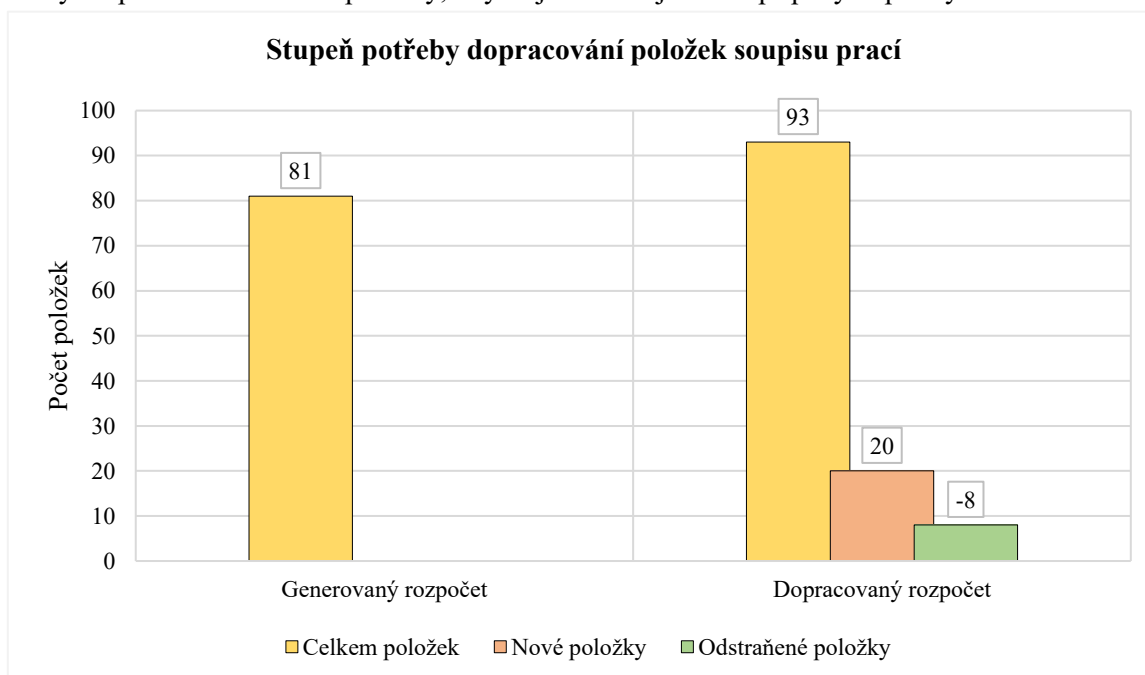
Analýza míry užítu z výstupu zavedených dostupných mechanismů digitalizace do oblasti oceňování uvažuje vyhodnocení třech elementárních společných skupin znaků automatizovaně generovaného položkového stavebního rozpočtu a dopracovaného položkového rozpočtu, kdy tyto znaky generovaného rozpočtu budou konfrontovány s rozsahem těchto znaků v podobě dodatečně vkládaných dat²⁶³. Skupiny identifikovaných porovnávaných charakteristik jsou následující:

- I. Úplnost soupisu prací, tj. nasazení konstrukčních a materiálových položek²⁶⁴
- II. Úplnost výkazu výměr
- III. Ocenění položkového stavebního rozpočtu ve vyjádření jednotkových cen, respektive celkové ceny

Podrobný, rozvedený a komentovaný náhled na podstatu, princip a závěry rozboru cenových informací strojově transformovaných do podoby položkového stavebního rozpočtu, ve vazbě na definované kategorie, poskytují pod-kap. 13.3 a 13.5, kdy byl analyzován element č. 4 BIM modelu²⁶⁵.

14.2.1 Skupina I – úplnost soupisu prací

Výstup rozboru problematiky průzkumu úplnosti nasazení konstrukčních a materiálových položek²⁶⁶, jež z hlediska technologicko-organizační varianty a technické specifikace odpovídajícím způsobem korespondují s konstrukčním a materiálovým charakterem prováděných elementů BIM modelu, znázorňuje sloupcový Graf 1. Schéma uvažuje počty dopracovaných položek ve dvou úrovních – nové položky rozpočtu a odstraněné položky, kdy se jednalo zejména o případy duplicity.



Graf 1 Stupeň potřeby dopracování položek soupisu prací
(vlastní zpracování)

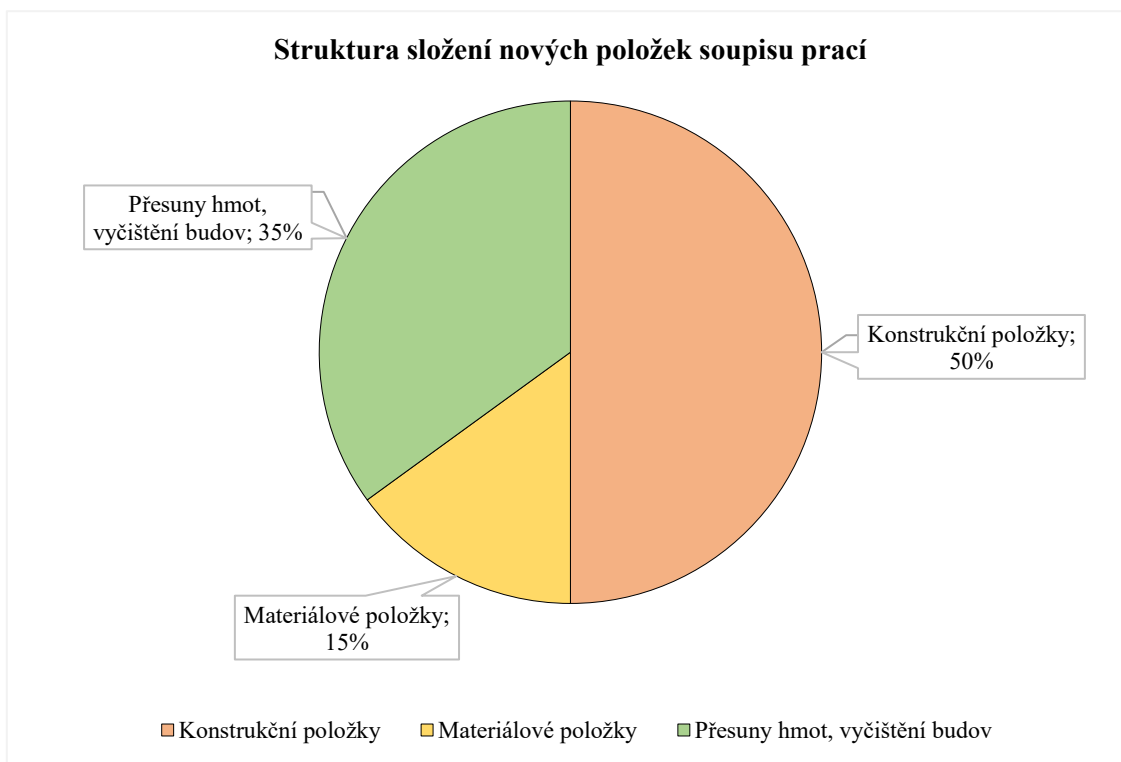
²⁶³ Proces simulace ocenění poukázal na skutečnost, kdy strojově vytvořený položkový stavební rozpočet neobsahoval úplné položkové vyjádření rozpočtovaných stavebních prací. Z tohoto důvodu bylo nutno jej dopracovat.

²⁶⁴ Zahrnuje rovněž případy, kdy bylo třeba odstranit duplicitní konstrukční a materiálové položky.

²⁶⁵ Nosné obvodové keramické zdivo s kontaktním zateplovacím systémem ETICS.

²⁶⁶ Detailně v případě elementu č. 4 viz též pod-kap. 13.3.

Procentuální zastoupení dílčích skupin nových položek soupisu prací položkového stavebního rozpočtu, v členění ve vazbě na zavedenou kategorizaci a terminologii cenové soustavy ÚRS, popisuje výšečový Graf 2:



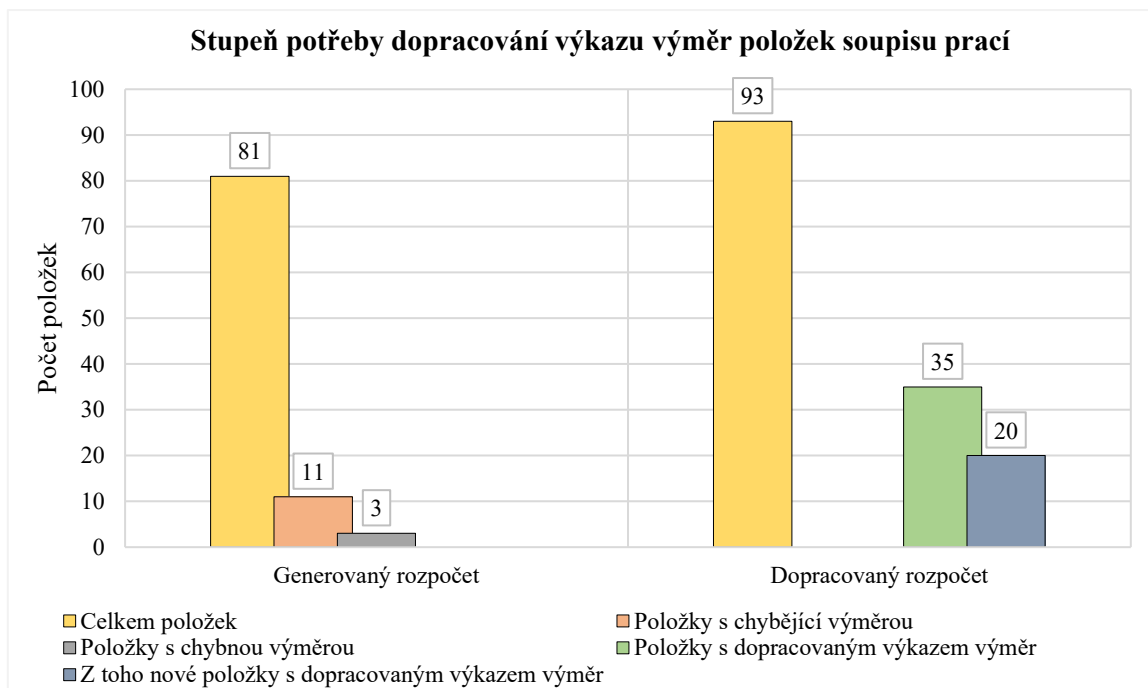
Graf 2 *Struktura složení nových položek soupisu prací*
(vlastní zpracování)

14.2.2 Skupina II – úplnost výkazu výměr

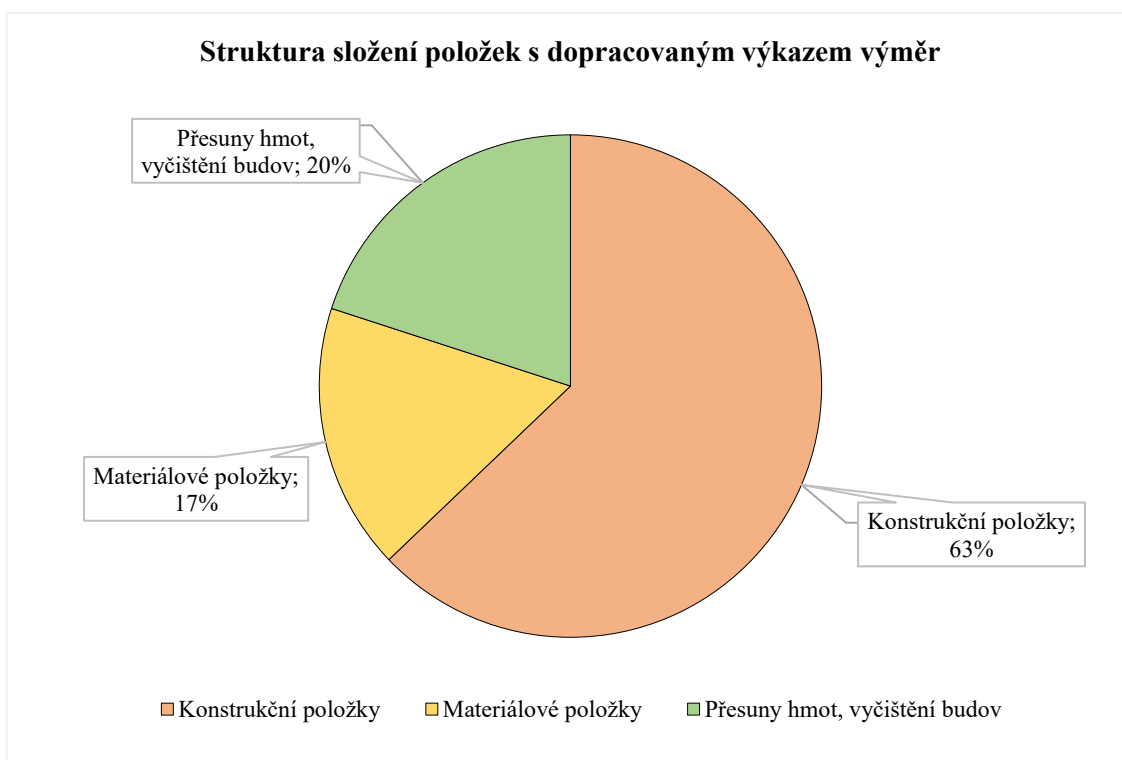
Zhodnocení míry potřeby dodatečného doplnění výkazu výměr vybraných položek generovaného stavebního rozpočtu vyjadřuje sloupcový Graf 3. Schéma přitom rozlišuje konstrukční a materiálové položky, v jejichž případě došlo k přenosu neúplných strojově transformovaných ne-geometrických parametrů v podobě nenulových výkazu výměr²⁶⁷ a takové položky, kdy byl výkaz výměr nulový. V obou případech bylo nezbytné výměry s využitím BIM modelu dopracovat. Realizace dodatečného doplnění výpočtu výměr byla nevyhnutelná rovněž v okamžiku nasazení a importu nových položek.

Výšečový Graf 4 po vzoru Grafu 2 definuje a vymezuje procentuální zastoupení jednotlivých charakteristik položek stavebního rozpočtu s respektováním názvosloví a strukturálních zásad cenové soustavy ÚRS. Předmětné položky spojuje potřeba dodatečného dopracování chybného a neúplného nenulového výkazu výměr, respektive nulového výkazu výměr.

²⁶⁷ Detailně viz pod-kap. 13.3.3, respektive pod-kap. 13.4.



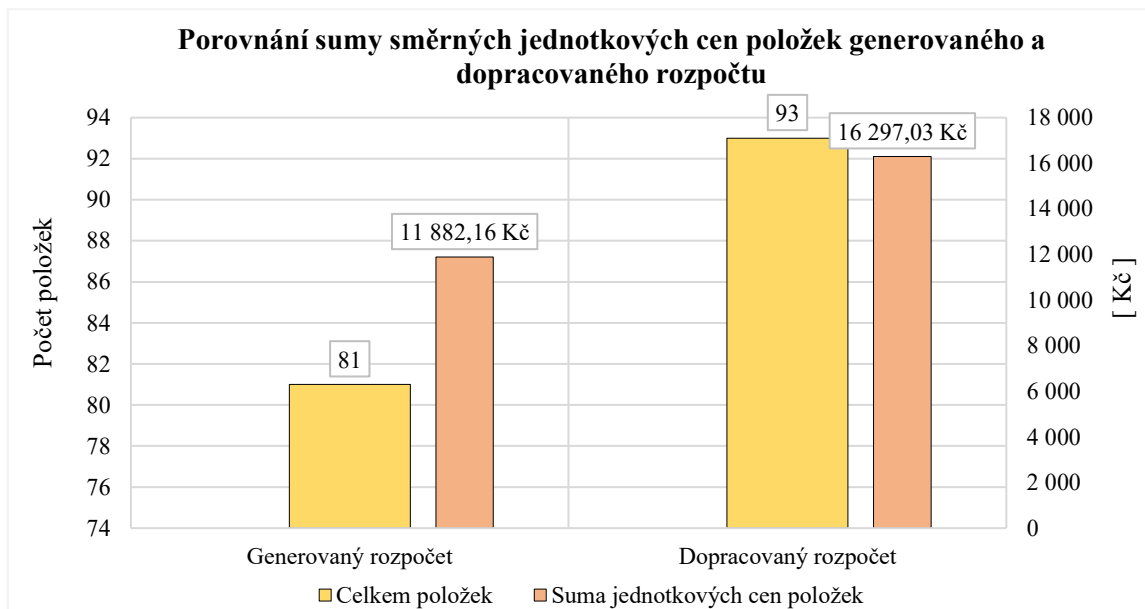
Graf 3 Stupeň potřeby dopracování výkazu výměr položek soupisu prací (vlastní zpracování)



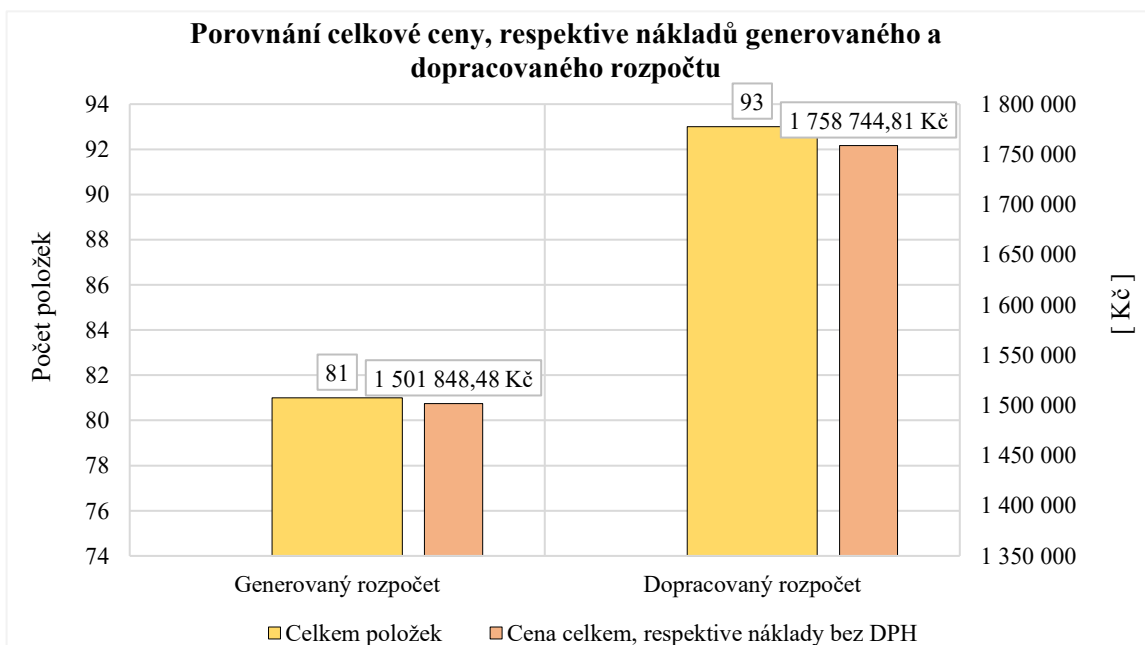
Graf 4 Struktura složení položek s dopracovaným výkazem výměr (vlastní zpracování)

14.2.3 Skupina III – Ocenění položkového stavebního rozpočtu

Prostor a nástroj pro srovnání ceny, respektive nákladů²⁶⁸ automaticky generovaného rozpočtu s dopracovaným položkovým stavebním rozpočtem, ve vyjádření sumy směrných jednotkových cen konstrukčních a materiálových položek, představuje zobrazení kombinovaného sloupcového Grafu 5. Znázornění porovnání celkové ceny, respektive nákladů na realizaci stavební činnosti plynoucí ze stavebního položkového rozpočtu, jakožto produktu samočinného digitálního procesu, s rozpočtem v dopracované a úplné podobě, poskytuje kombinovaný sloupcový Graf 6.



Graf 5 Porovnání sumy směrných jednotkových cen položek automaticky generovaného a dopracovaného rozpočtu (vlastní zpracování)



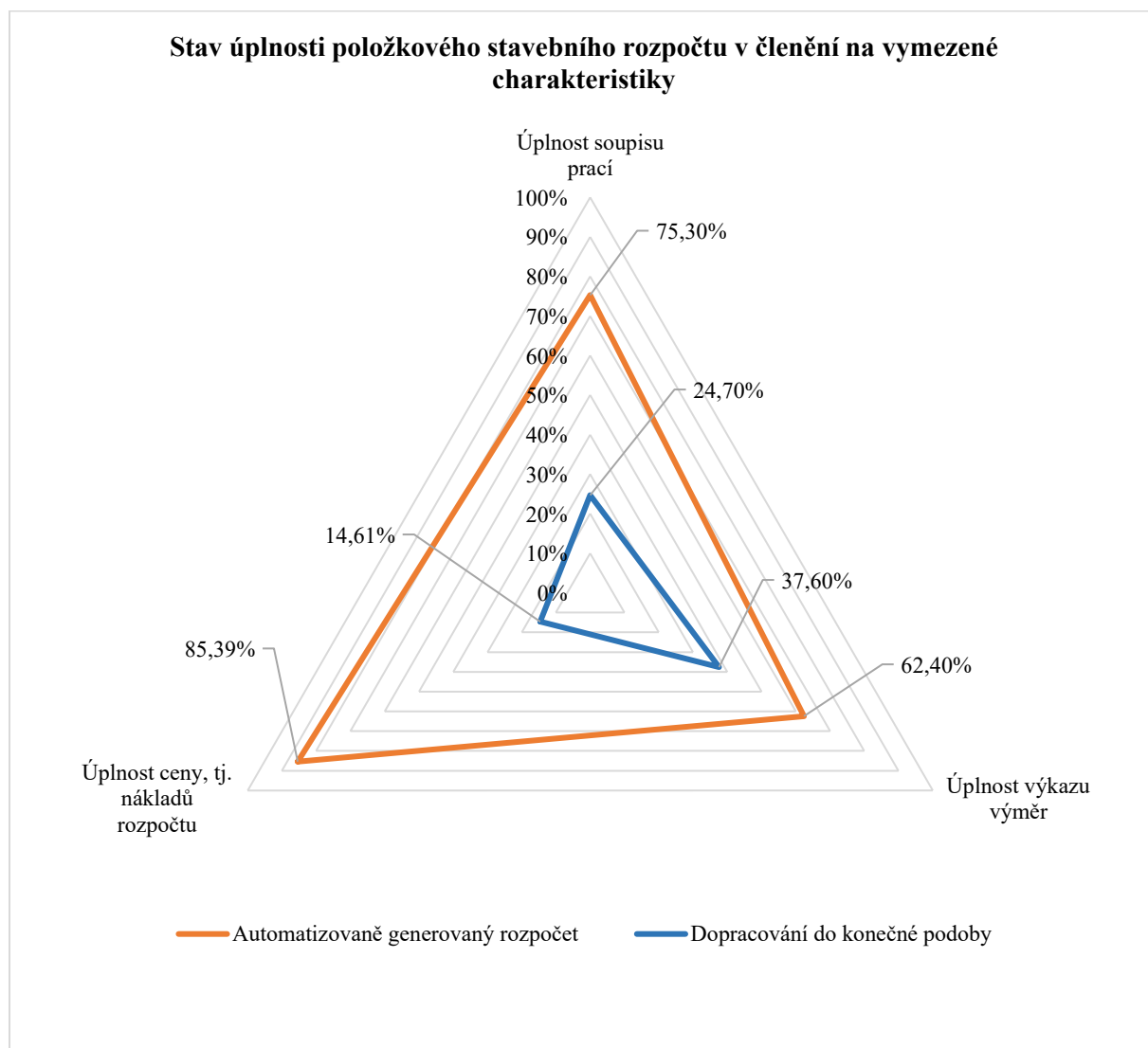
Graf 6 Porovnání celkové ceny, respektive nákladů generovaného a dopracovaného rozpočtu (vlastní zpracování)

²⁶⁸ Základní rozpočtové náklady bez DPH a bez vedlejších rozpočtových nákladů. Detailně viz pod-kap. 5.3.2. a Obrázek 8.

14.2.4 Hodnocení vypovídací hodnoty automatizovaně generovaného položkového stavebního rozpočtu

Ve vazbě na provedené analytické shrnutí míry potřeby individuálního zapojení v podobě korekce a doplnění položek strojově sestaveného položkového stavebního rozpočtu dle BIM modelu, kdy stěžejní charakteristická porovnávaná kritéria představovala úplnost soupisu prací a výkazu výměr a souvisejícího ocenění, lze zjištěné závěry účinně kombinovaně seskupit v paprskovém trojramenném trojúhelníkovém schématu Grafu 7.

Každý ze tří vrcholů obrazce symbolizuje 100 % míru zapojení v oblasti jedné z definovaných skupin, přičemž jednotlivé vrstvy trojúhelníku vždy zastupují 10 % z celku. Hodnoty na vstupu představují procentuální vyjádření poměru strojové automatizace a dopracování pomocí vlastních úvah. Výstupem jest pro každou ze zkoumaných charakteristik údaj procentuálního vyjádření stavu úplnosti rozpočtu s diferenciací dvou stavů, tj. generovaného rozpočtu a dopracovaného rozpočtu.



Graf 7 Stav úplnosti položkového stavebního rozpočtu v členění na vymezené charakteristiky (vlastní zpracování)

Schéma paprskového Grafu 7 poskytuje jednoznačnou informaci o pořadí jednotlivých vymezených charakteristických skupin a rozsahu požadavku na dodatečné úpravy položkového stavebního rozpočtu. Nejméně výraznou odchylku od skutečnosti, za níž se považuje dopracovaný rozpočet, představuje automaticky generovaný položkový stavební rozpočet v oblasti úplnosti celkové ceny, respektive nákladů na rozpočtovanou stavební produkci. Strojově stanovená celková cena odpovídá 85,39 % celku, přičemž míra dopracování představuje hodnotu 14,61 %.

Výraznější dodatečný zásah vyžaduje soupis prací generovaného rozpočtu, kdy téměř jedna čtvrtina konstrukčních a materiálových položek plnohodnotného rozpočtu vyžaduje ruční import. Naopak, poměrných vyjádřením 75,30 % položek, kdy tato hodnota stanovuje rozsah vhodně digitálně transformovaných parametrů BIM modelu do podoby plnohodnotných položek ve vyjádření cenové soustavy ÚRS, nevyžadovalo dodatečný zásah a plně reflektovalo technologický a technický kontext projektovaných kompletních konstrukčních skladeb. Klíčovou oblastí jest v okamžiku diskuze nad mírou potřeby individuálního úvahy a dopracování poněkud očekávaně problematika úplnosti výkazu výměr. Více jak jedna třetina, tj. poměrově 37,60 % položek konečného položkového rozpočtu vyžadovala ruční dopočet výměr s využitím BIM modelu, zatímco 62,40 % výkazu výměr odpovídalo představě zadání a technologických souvislostí.

V procesu problematiky výkazu výměr se objevují, na rozdíl od předchozích dvou charakteristik, nikoliv jedna, nýbrž dvě proměnné. Na jedné straně funkcionalita a kontext cenové soustavy ÚRS a na straně druhé BIM model, jakožto nositel parametrických geometrických dat, jež slouží jako podklad pro strojovou tvorbu výkazu výměr²⁶⁹. BIM model na základě absolvované zkušenosti vyžaduje precizní zpracování v požadované úrovni detailu, jež jednoznačně vymezení a definuje geometrický rozsah modelovaných a následně oceňovaných elementů²⁷⁰. Zároveň je však třeba uvažovat rovněž omezenou schopnost transkripce informací výkazu výměr do vyjádření cenové soustavy ÚRS²⁷¹.

Otázku absolutní míry efektivity automatizace procesu tvorby položkového stavebního rozpočtu, v rámci vymezeném pro účely provedené simulace aplikace nástrojů BIM 5D, zodpovídá schéma výsečového Grafu 8. Dvojdílná výseč vlevo představuje souhrnné procentuální vyjádření poměru uplatnění digitální strojové automatizace a individuálního dopracování při tvorbě rozpočtu, kdy 100 % znamená konečnou podobu rozpočtu v optimálním stavu, jež odpovídá standardním požadavkům na vypracování. Dílčí výseč vpravo charakterizuje procentuální zastoupení zavedených řídicích charakteristik²⁷² položkového stavebního rozpočtu, přičemž základnu tvoří oblast individuálního dopracování.

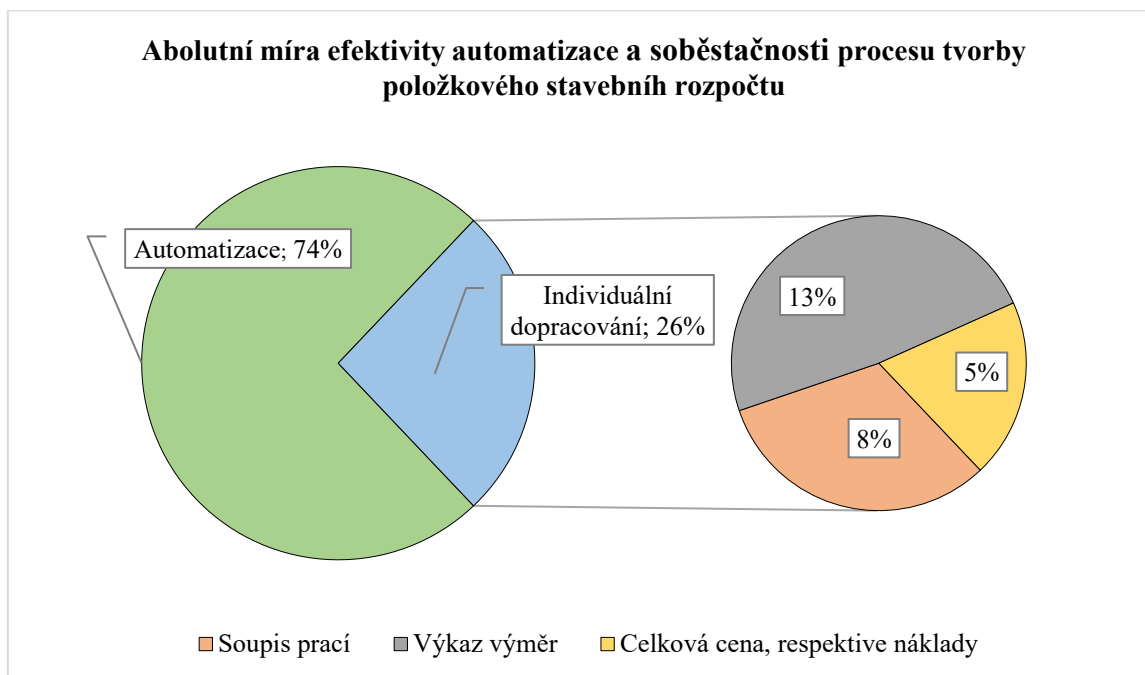
Závěry komplexní analýzy, jež poskytuje Graf 8, podporují teorii o nejrizikovější identifikované skupině základních znaků položkového stavebního rozpočtu, kterou jest problematika tvorby výkazu výměr. Automatizace lépe spolupracuje s nasazením konstrukčních a materiálových položek a nejvýraznější přesnost v absolutním vyjádření vykazuje strojová tvorba položkového stavebního rozpočtu v oblasti jeho ocenění. K zjištěným závěrům – soběstačnost procesu automatizace v souvislosti s tvorbou položkového stavebního rozpočtu jest vyčíslena na 74 % - je nezbytné přistupovat kriticky a s potřebnou rezervou, neboť realizovaná simulace zaváděla základní podmínky charakteru geometrických a zejména ne-geometrických parametrů, jejichž stanovení bylo limitováno možnostmi databáze Stavební knihovny DEK. Z tohoto důvodu nelze stanovit míru dopracování plošně na libovolný výstavbový projekt s individuálními parametry.

²⁶⁹ Více viz. pod-kap. 13.4.

²⁷⁰ Více viz pod-kap. 13.3.

²⁷¹ Více viz pod-kap. 13.3.3

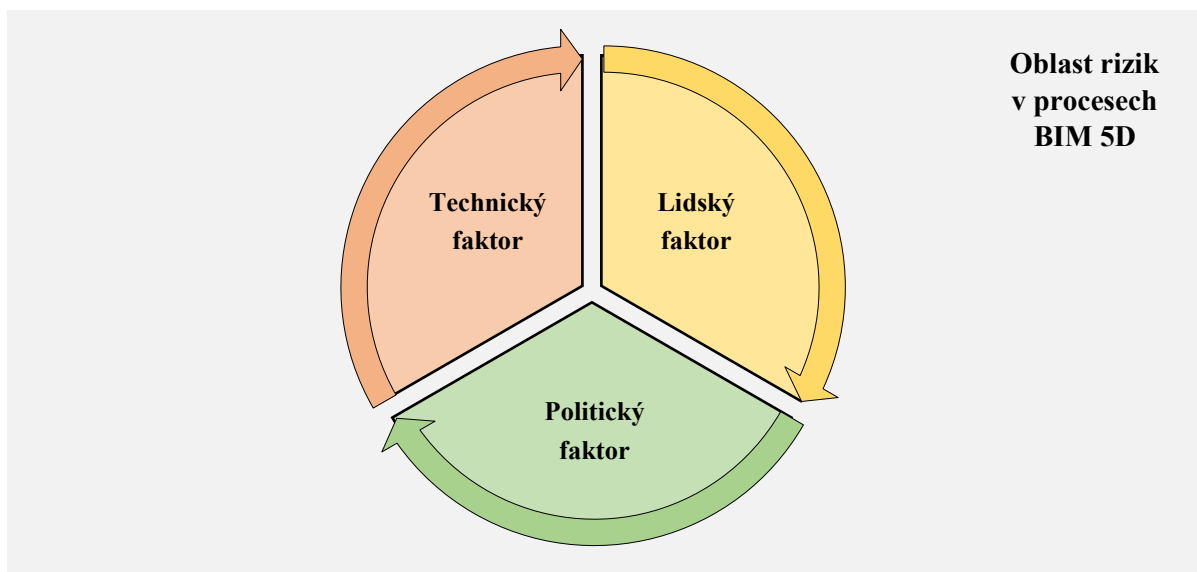
²⁷² Viz pod-kap. 14.2.



Graf 8 Absolutní míra efektivity automatizace a soběstačnosti procesu tvorby položkového procesu (vlastní zpracování)

14.3 Alokace existujících a potenciálních rizik

Prostředí pravděpodobnosti výskytu komplikací v souvislosti s komplexním procesem aplikačního využití dostupných prostředků problematiky BIM 5D, jež v plném rozsahu vyplývá z absolvované zkušenosti praktické simulace tvorby automatizovaného položkového stavebního rozpočtu na podkladu BIM modelu s respektováním vymezeného rozsahu, je možno pro účely formulace výkladu diferenciovat ve třech skupinách faktorů vytvářejících (potenciální) prostor pro výskyt rizik. Definované faktory, jež znázorňuje schéma segmentového koloběhu Obrázku 48, nepřetržitě kombinovaně a vzájemně působí, ovlivňují a ohrožují optimální průběh procesů BIM 5D.



Obrázek 48 Kategorizace spolupůsobících faktorů, jakožto potenciálních strůjců rizik procesů BIM 5D (vlastní zpracování)

14.3.1 Technický faktor

Komplikace technického charakteru souvisí především s dosavadní omezenou funkcionalitou zástupců dostupných nástrojů BIM 5D, jejichž optimalizace a dopracování nejsou garantovány. Aplikace databáze Stavební knihovna DEK, jež soustřeďuje zejména²⁷³ kompletní konstrukce obsahující úplnou materiálovou skladbu, jest v současném stádiu vývoje z pochopitelných důvodů částečně limitována z hlediska rozsahu nabídky úplných konstrukčních skladeb. Souvisejícím omezením a rizikem při projekční činnosti jest současně podmínka výskytu údaje o jednotkové ceně za skladbu v databázi Stavební knihovny DEK, jež plnohodnotně odráží cenu použitých materiálů ve vyjádření terminologie cenové soustavy ÚRS²⁷⁴. Skutečnosti související s limitovanou nabídkou produktových řešení vázaných na podmínku výskytu jednotkové ceny mohou způsobit komplikaci ve vazbě na požadavky investora.

Prostředkem pro uživatelskou tvorbu, správu a komunikaci BIM modelu jest software Autodesk Revit, jež představuje pomyslné digitální úložiště ve vysoké míře modifikovatelných specifických geometrických a ne-geometrických parametrických dat přisouzených projektovaným elementům BIM modelu. Nástroj disponuje možností generovat asociativní data o výměře libovolného množství konstrukcí dle zadaných vstupních parametrů, filtrů a požadavků na charakter měrné jednotky. Souvisejícím rizikem s touto funkcionalitou jest požadavek na transformaci generovaných výkazů výměr do podoby, jež umožňuje v navazujícím procesu srozumitelnou komunikaci rozpočtáři v okamžiku nevyhnutelné potřeby dodatečného ocenění položkového stavebního rozpočtu.

Skupinou, jež je s odkazem na závěry procesu praktické simulace uplatňování nástrojů BIM 5D nejméně adaptována na mechanismy digitalizace oceňování stavební produkce²⁷⁵, jest záležitost tvorby výkazu výměr. Strojové digitální mechanismy na pozadí transkripce výměr elementů BIM modelu do rozhraní položek v software KROS 4 umožňují spolehlivý transport měrné jednotky a přisouzení k položce, jejíž charakter buď zcela odpovídá přenášené výměře, či lze tuto výměru násobit stanoveným koeficientem a dosáhnout tak dalšího rozměru.²⁷⁶ Nulové výkazy výměr se vykytují u těch položek, kde je požadován o minimálně jednu dimenzi menší rozměr²⁷⁷, v okamžiku, kdy se jedná o položku s charakterem přesunu hmot²⁷⁸ či o nově importovanou položku. Riziko spojené se zvýšeným výskytem těchto položek přímo úměrně souvisí s potřebou dodatečných úprav, dopočtu výkazu výměr a s tím spojených dodatečných nákladů.

14.3.2 Lidský faktor

Rizika spojená s faktorem lidského pochybení úzce souvisí s používanými software problematiky BIM 5D nástroji v podobě Autodesk Revit, jež umožňuje tvorbu projektové dokumentace záměru výstavbového projektu a oceňovací software KROS 4 jako prostředek k vypracování položkového stavebního rozpočtu. Absolvovaná zkušenost s praktickou simulací aplikace dostupných nástrojů páté dimenze BIM poukázala na skutečnost klíčového požadavku na projektanta, kdy úroveň detailu, vyjasnění technologií a materiálů a preciznost geometrických vazeb a detailů elementů BIM modelu, stanovuje míru dodatečného dopracování rozpočtářem. Rizikem jest z tohoto důvodu nedostatečná a neodpovídající připravenost BIM modelu, kdy hrozí vznik dodatečných nákladů spojených s vynuceným dopracováním.

²⁷³ Více viz pod-kap. 11.2.

²⁷⁴ Více viz pod-kap. 13.5.

²⁷⁵ Viz pod-kap. 14.2.4.

²⁷⁶ Více viz pod-kap. 13.3.3.

²⁷⁷ Například běžný metr z kubického metru.

²⁷⁸ Více viz pod-kap 13.3.3.

Potenciální riziko lze rovněž přisoudit práci s oceňováním konstrukcí BIM modelu v software KROS 4, jež souvisí s chybným odečtem výměr z výkazu transformovaného z BIM modelu²⁷⁹ či z přílišného spolehnutí se na automatizaci a podcenění míry požadavku na dodatečné dopracování. Komplikace může rovněž nastat v okamžiku, kdy rozpočtář nedostatečně porozumí mechanismům digitálního transportu cenových informací a elementárním zásadám práce projektanta při tvorbě BIM modelu a v kontextu nepochopení souvislostí opomene zařazení či odstranění odpovídajících konstrukčních a materiálových položek z rozpočtu, potažmo chybně stanoví výkaz výměr.

14.3.3 Politický faktor

Stěžejní roli v prosazování metodiky BIM a s tím spojenou standardizaci BIM 5D v oblasti cost managementu zaujímá stát, jež disponuje účinnými nástroji a prostředky, jimiž v návaznosti na celospolečenskou odbornou diskuzi disponuje mocí vnutit svou vůli veřejným institucím a zprostředkovaně rovněž soukromým subjektům²⁸⁰. Potenciálním rizikem, jež v současné fázi realizace a vyhodnocování pilotních projektů, plošného vzdělávání a tvorby metodických standardů svou hrozbou patrně nejvíce ovlivňuje budoucnost BIM 5D v České republice, jest nevhodné nastavení metodických procesů a výstupů plynoucí z ukvapené činnosti v časové tísní²⁸¹, nedostatečné informovanosti, komunikačním šumem či nevědomého opomenutí v současné chvíli neviditelného, avšak v budoucnu zásadního faktoru dosud neznámého charakteru.

V důsledku podcenění příprav a procesů zavádění metodiky BIM existuje teoretické riziko obnovení celospolečenské diskuze, výskytu projevů nespokojenosti a zpochybnění celého řešení laickou i odbornou veřejností. Podobný scénář lze však považovat za spíše nepravděpodobný, neboť je možno setkat se s mnoha případy úspěšné a zdařilé implementace metodiky BIM v případě zahraničních expertních institucí pověřených státním zřízením. Tyto organizace disponují ověřenými mechanismy, prostředky a funkčními postupy s využitelným potenciálem, jež v dostupné, osvědčené a vhodné míře přebírají, modifikují a aplikují kompetentní ústavy České republiky ve snaze o zajištění bezpečného průběhu zavádění metodiky BIM nejen do oblasti oceňování.

14.4 Vymezení vedoucích témat budoucího vývoje BIM 5D

Predikce dalšího postupného rozvoje a průběhu procesů metodiky BIM a její pátou dimenzí v podobě prostředí pro efektivní digitální a v dostupné míře automatizovanou strojovou komunikaci parametrických geometrických a ne-geometrických dat elementů BIM modelu s mechanismy a principy cenové soustavy ÚRS ve velké míře respektuje vývoj nastavený zodpovědnými organizacemi pověřenými státním aparátem. V čele tohoto procesu jest pracovní skupina 04, jež je zavázána tvorbou metodických variantních a konečných řešení ve snaze o standardizaci postupů, požadavků a podkladů pro účinné využití efektů metodiky BIM s pozitivním dopadem na oblast cost managementu.²⁸²

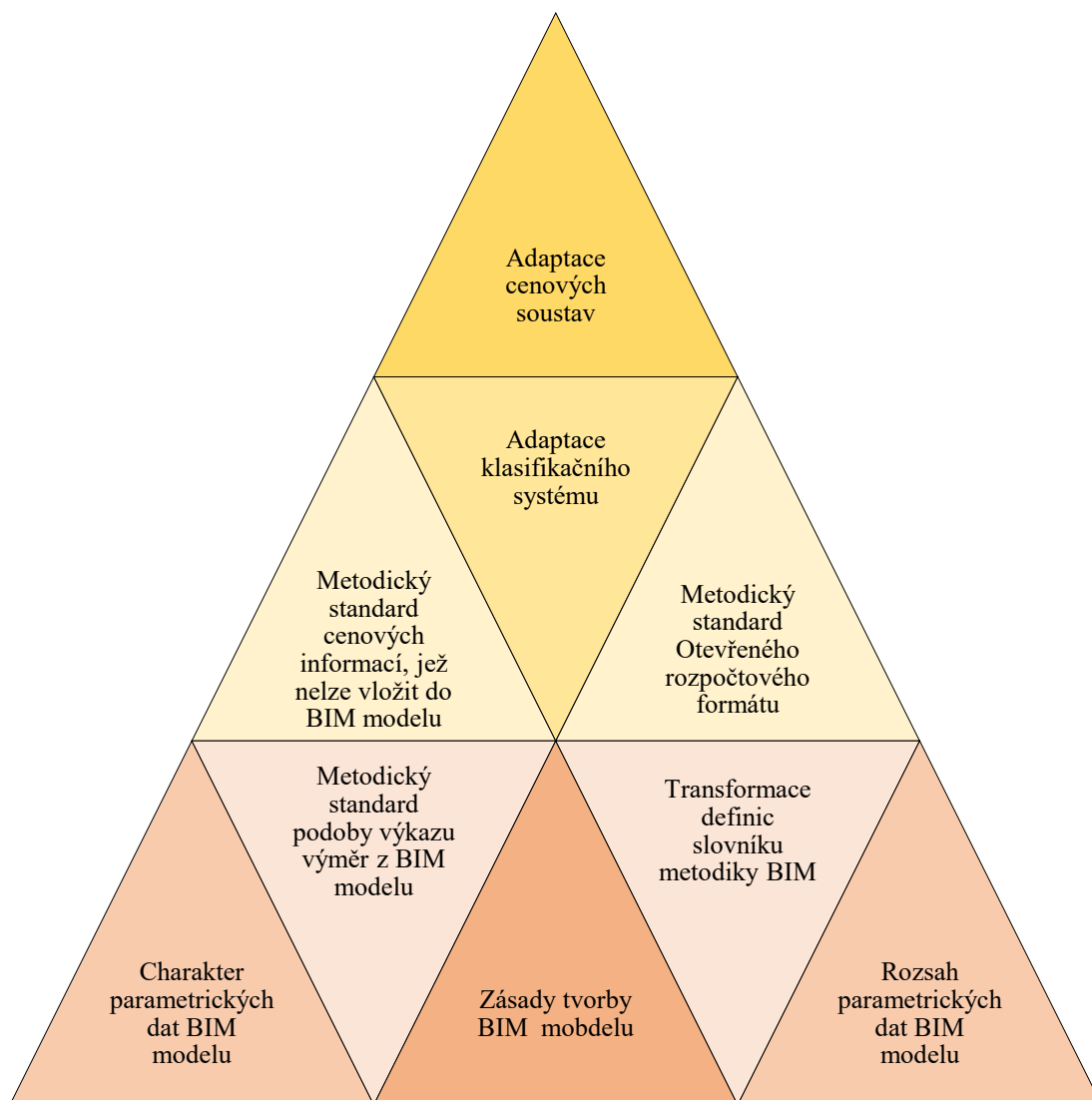
Ve vazbě na absolvovanou praktickou zkušenost s tvorbou BIM modelu, zacházení s dostupnými aplikačními nástroji a software prostředky uplatňování BIM 5D a teoreticko-analytické vyhodnocení dosavadního stavu automatizace přenosu cenových informací z BIM modelu do terminologie cenové soustavy ÚRS, lze definovat dílčí okruhy témat ovlivňujících budoucí vývoj oblasti cost managementu a stanovit jejich vzájemnou vazbu spolu se stupněm vlivu na optimální průběh komplexní implementace páté dimenze BIM v prostředí České republiky. Problematiku proporcionálních a obsahových vztahů znázorňuje struktura segmentového jehlanu Obrázku 49:

²⁷⁹ Viz pod-kap. 14.3.1.

²⁸⁰ Více viz pod-kap. 10.3. a kap. 2.

²⁸¹ Viz Obrázek 17.

²⁸² Více viz kap. 10.



Obrázek 49 Klíčové okruhy budoucí implementace BIM 5D v prostředí České republiky (vlastní zpracování)

Praktická simulace projektování BIM modelu realizovaná za účelem navazujícího automatizovaného ocenění poukázala na důležitost a potřebu standardizace postupu projektanta při tvorbě BIM modelu, neboť rozsah a charakter geometrických a ne-geometrických parametrů elementů nastavuje možnosti a definuje míru vypovídací hodnoty konečného položkového stavebního rozpočtu. Nezbytným a zásadním zásahem v souvislosti s implementací BIM 5D jest přizpůsobení komplexní oblasti metodiky BIM pro účely oceňování. Souvisejícím okruhem jest problematika formátu komunikovaných dat BIM modelu, již účelně formuluje a zprostředkovává Otevřený rozpočtový formát²⁸³. Významnou tematickou oblastí ve vazbě na další vývoj zasazování páté dimenze BIM jest problematika a potřeba metodického vymezení přístupu k prvkům, respektive k ocenění nákladů²⁸⁴, jež nelze jednoznačně a přímo přisoudit generovat z BIM modelu.

²⁸³ Více viz pod-kap. 10.3.

²⁸⁴ Nákladů na pořízení stavby, tj. základních rozpočtových nákladů a zejména vedlejších rozpočtových nákladů, viz pod-kap. 5.1. a 5.3.2.

Plnohodnotný a optimálně fungující digitální proces využitelnosti cenových informací předpokládá vyjasnění a metodický standard podoby klasifikačního systému pro oceňování, jež umožňuje kategorizaci elementů BIM modelu pro účely strojové komunikace s cenovou soustavou²⁸⁵. Očekávaným pomyslným vrcholem budoucího vývoje implementace procesů BIM 5D jest adaptace distributorů cenových soustav²⁸⁶ na prostředí nastavené výstupy metodické standardizace mechanismů pro účely maximální využitelnosti metodiky BIM pro oblast cost managementu.

²⁸⁵ Viz pod-kap. 9.2 a pod-kap. 13.6.

²⁸⁶ Viz pod-kap. 5.6.

15 Závěr

Dynamický nástup digitalizace a automatizace procesů oceňování a rozpočtování stavební produkce v segmentu pozemního stavitelství, ve smyslu celospolečenské diskuze, standardizace v gesci institucí pověřených státním aparátem a prvních výsledků snahy distributorů cenových soustav o zapojení se do této odborné debaty - v čele s efektivními mechanismy a nástroji komplexní metodiky BIM, předznamenává nezanedbatelný příslib do budoucna a zcela jistě nabízí také jakýsi nový přístup k profesi rozpočtáře, potažmo projektanta. Je nasnadě zkoumat hovořit o dostupných nástrojích BIM 5D, tedy prostředcích implikujících stav dosažení kýžené nekompromisní strojové transkripce elementů BIM modelu do podoby vyjádřené terminologií cenových soustav, pracujících s principem adaptovaného klasifikačního systému, jež s pomocí alfanumerických kódů asociuje ten či onen konstrukční prvek BIM modelu a odpovídající položky cenových soustav nesoucí cenovou informaci. Výsledkem takového procesu jest v ideálním případě exaktně oceněný BIM model v požadované úrovni detailu s minimální odchylkou od skutečného stavu.

Aby došlo ke zlepšení, je nezbytné alokovat, změřit, vyhodnotit o postupně odstranit či předcházet rizika technického, lidského a politického charakteru. Riziky jsou míněny omezená možnost ovlivnit náklady v pozdějších fázích životního cyklu výstavbového projektu, neefektivní komunikace a nejednotné výstupy napříč zainteresovanými stranami výstavbového projektu či chybně sestavený položkový stavební rozpočet z důvodu nesjednocené projektové dokumentace nebo nevhodně stanoveného výkazu výměr. Tuto potřebu je možno podpořit praktickou simulací uplatňování dostupných nástrojů BIM 5D v procesu ocenění BIM modelu ve vymezeném rozsahu základních podmínek, kdy tyto pomyslné mantinely respektují a reflektují v tento okamžik omezenou funkcionalitu aplikačních software. Ve výsledku lze poté významnou část z těchto rizik alokovat, charakterizovat a teoreticko-analyticky vyhodnotit.

Absolvovaná zkušenost nabízí zmapování procesu použití prostředků BIM 5D na zvoleném elementu realizovaného BIM modelu, jež ve srozumitelné míře prezentuje principy a zásady tvorby BIM modelu s ohledem na navazující potřebu ocenění a zároveň názorně upozorňuje a sumarizuje potenciální lidská a technická rizika spojená s projekční činností. Na témže elementu jest posléze v souvislostech analyzován mechanismus a princip transportu cenové informace z BIM modelu do prostředí cenové soustavy ÚRS, přičemž v tomto stavu je automaticky generovaný stavební položkový rozpočet na příkladu zvoleného elementu za účelem rozpoznání potenciálních rizik podroben testu úplnosti soupisu prací, výkazu výměr a celkových základních rozpočtových nákladů. Na pozadí mapování zákonitostí a postupů činnosti projektanta a rozpočtáře v případě zvoleného elementu jest přitom simulace realizována v plné míře zadaných základních podmínek tak, aby byla zajištěna optimální míra vypovídací hodnoty naměřených dat.

Zhodnocení efektivity a přidané hodnoty vstupu metodiky BIM do oblasti oceňování a tvorby položkových rozpočtů, tj. páté dimenze BIM, pracuje s principem srovnání automaticky generovaného rozpočtu a jeho dopracované podoby, jež odpovídá požadavkům na plnohodnotný stavební rozpočet. Srovnání uvažuje kritériální hlediska v podobě úplnosti soupisu prací, výkazu výměr a jednotkových cen položek, respektive základních rozpočtových nákladů, v procentuálním vyjádření. Dílčí analýzy potvrdily klíčový požadavek na úroveň kvality zpracování BIM modelu, jež slouží jako zdroj ne-geometrických parametrů v podobě výkazu výměr. Konečným výsledkem analyticko-teoretického vyhodnocení postupu praktického uplatňování BIM 5D jest absolutní míra zastoupení digitalizace na procesu tvorby položkového stavebního rozpočtu a popis existujících a potenciálních rizik.

Závěrem lze konstatovat následující: problematika digitalizace v procesech oceňování stavební produkce skýtá využitelný potenciál, jež je možno v tuto chvíli postupně, avšak s potřebným kritickým, zkoumavým a otevřeným přístupem, naplňovat. Nejedná se o konec rozpočtářské profese, jak by se mohlo zdát, opak je pravdou – úloha rozpočtáře s nástupem metodiky BIM posiluje, neboť implementace, udržitelný rozvoj a zejména formování prostředí BIM 5D závisí právě na odborném příspěvku rozpočtáře a postupném vývoji této profese v čele s efektivními nástroji cost managementu.

16 Použitá literatura

- ACCA software S.p.A. 2017.** The Birth Of Bim Eastman. *BIBLUS ACCASOFTWARE*. [Online] ACCA software S.p.A, 30. May 2017. [Citace: 14. Březen 2020.] <http://biblus.accasoftware.com/en/the-birth-of-bim-eastman/>.
- Benarroche, Alex. 2020.** Integrated project delivery. *LEVELSET*. [Online] Levelset, 22. January 2020. [Citace: 14. Březen 2020.] <https://www.levelset.com/blog/integrated-project-delivery/>.
- Břetislav, Teplý. 2016.** *Problematika nákladů životního cyklu staveb*. [Přednáška] Brno : FAST VUT, 2016.
- Building the digital. 2018.** *BIM DIMENSIONS*. [Článek] místo neznámé : Building the digital, 2018.
- buildingSMART International, Ltd. 2020.** Industry Foundation Classes (IFC) - An Introduction. *technical bulding smart*. [Online] 2020. [Citace: 10. Duben 2020.] <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc>.
- CAD Studio s.r.o., Casua s.r.o. 2020.** Co je BIM. *BIMFO*. [Online] CAD Studio s.r.o. a Casua s.r.o., 2020. [Citace: 12. Březen 2020.] <https://www.bimfo.cz/Co-je-BIM.aspx>.
- Carnegie Mellon University. 2020.** Cost Estimation. *Project Management for Construction - Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders*. [Online] 2020. [Citace: 7. Duben 2020.] https://www.cmu.edu/cee/projects/PMbook/05_Cost_Estimation.html.
- Castagnino, Santiago, a další. 2016.** Engineered products infrastructures digital transformative power building information modeling. *BCG*. [Online] Boston Consulting Group, 2016. [Citace: 12. Březen 2020.] <https://www.bcg.com/publications/2016/engineered-products-infrastructure-digital-transformative-power-building-information-modeling.aspx>.
- CURT. 2004.** *Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation*. [Dokument] Cincinnati (Ohio) : The Construction Users Roundtable, 2004.
- CzBIM. 2018.** Co je BIM. *CZBIM*. [Online] CzBIM, 24. Březen 2018. [Citace: 18. Březen 2020.] <https://www.czbim.org/info/co-je-bim>.
- Černý, Martin a kolektiv autorů. 2013.** *BIM Příručka*. [Kniha v elektronické podobě] Praha 6 - Dejvice, Česká republika : Odborná rada pro BIM o.s., 2013. 978-80-260-5297-5.
- Česká agentura pro standardizaci a Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2020.** Oceňování. *konceptebim*. [Online] 2020. [Citace: 14. Duben 2020.] <https://www.konceptebim.cz/445-ocenovani>.
- Česká agentura pro standardizaci a Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2020.** Pilotní projekty. *konceptebim*. [Online] 2020. [Citace: 14. Duben 2020.] <https://www.konceptebim.cz/pilotni-projekty>.
- Česká agentura pro standardizaci a Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2020.** Pracovní skupiny. *konceptebim*. [Online] 2020. [Citace: 14. Duben 2020.] <https://www.konceptebim.cz/pracovni-skupiny>.
- Česká agentura pro standardizaci. 2020.** O nás. *agentura-cas*. [Online] 2020. [Citace: 14. Duben 2020.] <http://www.agentura-cas.cz/o-nas>.
- Česká agentura pro standardizaci a Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2020.** PS03 Datové a informační standardy. *konceptebim*. [Online] Česká agentura pro standardizaci, 2020. [Citace: 6. Květen 2020.] <https://www.konceptebim.cz/dokumenty?f=102&z=234>.

Česká agentura pro standardizaci a Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2018. Výhled na další období. *koncepcebim*. [Online] Česká agentura pro standardizaci, 2018. [Citace: 5. Květen 2020.] <https://www.koncepcebim.cz/440-vyhled-na-dalsi-obdobi>.

ČKAIT. 2017. Technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob - rozpočtování staveb. *Profesní informační systém ČKAIT*. [Online] 2017. [Citace: 7. Duben 2020.] <https://www.profesis.cz/parser/go/4c7a692f314e32397039546c666b3479532f796457354b4962305055496f664d3553483358475652316f4c4e43596b2b623831444e4f7133665a704c6d6f5745>.

DEK, a.s. 2020. BIM řešení DEK. *deksoft*. [Online] DEK, a.s., 2020. [Citace: 21. Duben 2020.] <https://deksoft.eu/programy/b-i-m>.

DEK, a.s. 2020. *Stavební knihovna DEK*. [Software aplikace] Praha : DEK, a.s., 2020.

Designing Buildings Ltd. 2020. Common data environment CDE. *Design buildings*. [Online] 17. February 2020. [Citace: 9. Duben 2020.] https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common_data_environment_CDE.

DJS Architecture, s.r.o. 2019. Family house O120P. *djsarchitecture*. [Online] DJS Architecture, s.r.o., 2019. [Citace: 24. Duben 2020.] <https://www.djsarchitecture.sk/house-o120p>.

E. Jernigan, Finith. 2008. *BIG BIM little bim - Second Edition*. místo neznámé : 4Site Press, 2008. 978-0979569920.

Eastman, Chuck, a další. 2008. *BIM Handbook*. [Kniha v elektronické podobě] Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, John Wiley & Sons, 2008. 978-0-470-18528-5.

Erhart, Daniel. 2020. SUMMIT KONCEPCE BIM - Praha 21.11.2019 - Konference k implementaci koncepce BIM v českém stavebnictví. *bimfo*. [Online] CAD Studio s.r.o., Casua s.r.o., 8. Leden 2020. [Citace: 6. Kěten 2020.] <https://www.bimfo.cz/Aktuality/SUMMIT-KONCEPCE-BIM-Praha-21-11-2019.aspx?replyto=0>.

FIDIC. 2020. *Fidic. About us/our values*. [Online] FIDIC, 2020. [Citace: 24. Březen 2020.] <https://www.fidic.org/about-us/our-values>.

Gong, Liang a Zigo, Tomislav. 2020. *Estimating and Scheduling Integration: Automated 5D BIM Case Study*. [Prezentace] místo neznámé : Autodesk, Inc., 2020.

Hampl, Milan. 2016. Bim 5d ceny a klasifikace produkce část 1. *TZB-INFO*. [Online] Topinfo s.r.o., 16. Květen 2016. [Citace: 13. Březen 2020.] <https://www.tzb-info.cz/bim/14211-bim-5d-ceny-a-klasifikace-produkce-cast-1>.

TZB info. 2016. *BIM 5D, ceny a klasifikace produkce*. [Článek] Praha : Topinfo s.r.o., 2016.

Cherkaoui, Houdayfa. 2016. What Is Bim What Are Its Benefits To The Construction Industry. *LETSBUILD*. [Online] LetsBuild, 1. December 2016. [Citace: 14. Březen 2020.] <https://www.letsbuild.com/blog/what-is-bim-what-are-its-benefits-to-the-construction-industry>.

ISO. 2016. *ISO 15686-5.2 - Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing*. [Dokument] Geneda, Switzerland : ISO, 2016.

Jansa, Jakub. 2019. Klasifikační systém CoClass. *bimfo*. [Online] CAD Studio s.r.o., Casua s.r.o., 12. Červen 2019. [Citace: 6. Květen 2020.] <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Klasifikacni-system-CoClass.aspx>.

Klee, Lukáš. 2018. *BIM protokol*. [Článek] Praha : Koncepce BIM 2022, 2018.

- Kolektiv autorů CzBIM. 2018.** *Příručka BIM pro investory*. [Kniha v elektronické podobě] Praha 6 - Dejvice, Česká republika : Odborná rada pro BIM, z.s., 2018. 978-80-907251-2-6.
- Kupsa, Tomáš. 2019.** BIM Execution Plan. *TZB-info*. [Online] 2. Leden 2019. [Citace: 9. Duben 2020.] <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/18461-bim-execution-plan>.
- Lipman, Lara. 2020.** *What is 5D BIM and how it is used in the construction industry?* [Článek] místo neznámé : LetsBuild, 2020.
- Matějka, Petr. 2017.** Rizika související s implementací Informačního modelování budov (BIM). *mapetejka*. [Online] 2017. [Citace: 12. Březen 2020.] <http://www.mapetejka.cz/files/Disertace.pdf>.
- Matějka, Petr, a další. 2012.** *Základy implementace BIM na českém stavebním trhu*. [Kniha v elektronické podobě] Praha : Grant Studentské grantové soutěže ČVUT, 2012. 978-80-86590-10-3.
- Matějka, Petr, Strnad, Michal a Dudáš, David. 2013.** *Vliv implementace BIM na rizika ve stavebním podniku*. [Kniha v elektronické podobě] Praha : Grant Studentské grantové soutěže ČVUT, 2013. 978-80-01-05378-2.
- Metrostav, a.s. 2020.** Building Information Management - BIM. *METROSTAV*. [Online] Metrostav, a.s., 2020. [Citace: 14. Březen 2020.] <https://www.metrostav.cz/cs/nase-technologie/building-information-management-bim>.
- Michl, Vladimír. 2019.** Historie BIM. *BIMFO*. [Online] 23. Leden 2019. [Citace: 11. Březen 2020.] <https://www.bimfo.cz/Aktuality/Historie-BIM.aspx>.
- BIMfo. 2016.** *Více dimenzí - 3D CAD vs. 4D/5D/6D BIM*. [Článek] Praha : CAD Studio s.r.o., Casua s.r.o., 2016.
- Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2017.** Koncepce zavádění metody BIM v ČR schválena vládou. *MPO*. [Online] 26. Září 2017. [Citace: 14. Duben 2020.] <https://www.mpo.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/koncepce-zavadeni-metody-bim-v-cr-schvalena-vladou--232136/>.
- Ministerstvo vnitra. 2016.** *Sbírka zákonů, Česká republika, Zákon o zadávání veřejných zakázek*. Praha : Tiskárna Ministerstva vnitra, 2016.
- Ministerstvo vnitra. 2017.** Vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr. [autor knihy] Ministerstvo vnitra. *Sbírka zákonů Česká republika*. Praha : Tiskárna Ministerstva vnitra, 2017.
- NATIONAL BIM STANDARD. 2019.** *NATIONAL BIM STANDARD*. [Online] 2019. [Citace: 13. Březen 2020.] <https://www.nationalbimstandard.org/>.
- National Institute of Building Sciences. 2019.** FAQs. *NATIONAL BIM STANDARD*. [Online] National Institute of Building Sciences, 2019. [Citace: 13. Březen 2020.] <https://www.nationalbimstandard.org/faqs>.
- Nechyba, Jaroslav a Bohuslávka, Petr. 2020.** *Co je Datový standard ve stavebnictví DSS*. [Článek] Praha : Topinfo s.r.o., 2020.
- PROEST. 2018.** What is a quantity takeoff in construction. *PROEST*. [Online] 28. August 2018. [Citace: 13. Březen 2020.] <https://www.proest.com/what-is-a-quantity-takeoff-in-construction/>.
- Project Management Institute. 2017.** *A Guide to the PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE*. Newton Square, Pennsylvania : Project Management Institute, Inc., 2017. 978-1-62825-184-5.

QuinStreet Inc. 2020. TERM GUID. *webopedia*. [Online] QuinStreet Inc., 2020. [Citace: 5. Květen 2020.] <https://www.webopedia.com/TERM/G/GUID.html>.

RTS a.s. 2020. *RTS BIM*. [Článek] Brno : RTS a.s., 2020.

RTS, a.s. 2008. Individuální kalkulace. *Stavební standardy*. [Online] RTS, a.s., 18. Březen 2008. [Citace: 4. Duben 2020.] <http://stavebnistandardy.cz/default.asp?Typ=1&ID=6&Pop=1&IDmH=%20%096947521&IDm=6728359&Menu=Manu>.

RTS, a.s.. 2006. *Jednotná klasifikace stavebních objektů (JKSO)*. [článek] Brno : RTS, a.s., 2006.

RTS, a.s.. 2020. *Manuál základů rozpočtování a kalkulací stavebních prací*. [Dokument] Brno : RTS, a.s., 2020.

Stavebnistandardy. 2013. Standardy rozpočtářských prací a metodika jejich oceňování. *Stavební standardy*. [Online] RTS, a.s., 27. Květen 2013. [Citace: 31. Březen 2020.] <http://www.stavebnistandardy.cz/default.asp?Typ=1&ID=6&Pop=0&IDm=6349285&Menu=Standardy%20rozpo%20E8t%E1%F8sk%20FDch%20prac%20a%20metodika%20jejich%20oce%20F2ov%E1n%20ED>.

Stavebnistandardy. 2006. Třídník stavebních konstrukcí a prací. *Stavebnistandardy*. [Online] RTS, a.s., 13. Únor 2006. [Citace: 5. Duben 2020.] http://www.stavebnistandardy.cz/doc/zakladna/tridnik_tskp.htm.

Shneiderová Heraldová, Renáta. 2013. *Oceňování v rámci výstavbového projektu: (propočty, položkové rozpočty)*. Praha : České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2013. 978-80-01-05226-6.

Schneiderová Heraldová, Renáta. 2017. *Kalkulace nákladů ve stavebnictví*. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. 978-80-01-06348-4.

MŠMT ČR. 2011. *Kalkulace nákladů životního cyklu a jako inovativní rozhodovací nástroj ve fázi navrhování staveb*. [Dokument] Praha : MŠMT ČR, ČVUT, fakulta stavební, 2011.

ČVUT, Fakulta stavební. 2013. *Výstavbový projekt, životní cyklus*. [Přednáška] Praha : Operační program Praha adaptabilita, 2013.

Státní fond dopravní infrastruktury. 2020. Cenové databáze. *SFDI*. [Online] 2020. [Citace: 8. Duben 2020.] <https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/cenove-databaze/>.

Sutharsan.V. 2016. Basic Civil Engineering. *Procurement methods construction industry*. [Online] Basic Civil Engineering, 5. October 2016. [Citace: 23. Březen 2020.] <https://www.basiccivilengineering.com/2016/10/procurement-methods-construction-industry.html>.

Svensk Byggtjänst AB . 2020. Coclass. *byggkatalogen*. [Online] Svensk Byggtjänst AB , 2020. [Citace: 6. Květen 2020.] <https://static.byggtjanst.se/coclass/pdf/AEA%20Office%20building%2020181016.html>.

Synek, Jaroslav. 2018. Prováděcí postup tvorby BIM modelu BEP – BIM execution plan. *METROSTAV*. [Online] 8. Listopad 2018. [Citace: 9. Duben 2020.] <https://www.metrostav.cz/cs/pro-media/1745-provadeci-postup-tvorby-bim-modelu-bep-bim-execution-plan>.

Špalek, Michal. 2020. CDE - Common Data Environment. *TZB-info*. [Online] 9. Únor 2020. [Citace: 9. Duben 2020.] <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/20191-cde-common-data-environment>.

- TZB info. 2020.** *Co znamená pojem LOD v BIM?* [Článek] Praha : Topinfo s.r.o., 2020.
- Tománková , Jaroslava a Čápková, Dana. 2019.** *Management staveb.* Praha : FinEco, 2019. 978-80-86590-12-7.
- Tomek, Gustav a Vávrová, Věra. 2011.** *Marketing od myšlenky k realizaci.* Praha : Professional Publishing, 2011. 978-80-7431-042-3.
- Transport, Commonwealth Department of Infrastructure and. 2012.** *Infrastructure Planning and Delivery: Best Practice Case Studies Volume 2.* [Dokument] místo neznámé : Commonwealth of Australia, 2012. 978-1-921769-55-9.
- Trimble Inc. 2019.** *LOD simply explained: The LOD Kiwi.* místo neznámé : Trimble Inc., 2019.
- Tunka, Lukáš. 2020.** *LOD - Level Of Development.* [Článek] Praha : CAD Studio s.r.o., Casua s.r.o., 2020.
- UNITED BIM. 2020.** *BIM Level of Development.* [Článek] East Hartford, Connecticut : UNITED-BIM, 2020.
- UNITED-BIM. 2020.** *BIM Dimensions.* [Článek] USA - East Hartford : UNITED-BIM, 2020.
- ÚRS CZ, a.s. 2020.** BIM - informační modelování staveb. *pro-rozpocety.* [Online] ÚRS CZ, a.s., 2020. [Citace: 21. Duben 2020.] <https://www.pro-rozpocety.cz/bim-informacni-modelovani-staveb/>.
- ÚRS CZ, a.s. 2020.** Bim a informační modelování staveb. *Pro-rozpocety.* [Online] ÚRS CZ, a.s., 2020. [Citace: 14. Březen 2020.] <https://www.pro-rozpocety.cz/bim-informacni-modelovani-staveb/>.
- ÚRS CZ, a.s.. 2020.** BIM Platforma. *bimplatforma.* [Online] ÚRS CZ, a.s., 2020. [Citace: 23. Duben 2020.] <https://www.bimplatforma.cz/>.
- ÚRS CZ, a.s. 2020.** *Katalog popisů a směrných cen stavebních prací.* [Dokument] Praha : ÚRS CZ, a.s., 2020.
- ÚRS CZ, a.s. 2020.** *Katalog popisů a směrných cen stavebních prací PSV 2020.* [Elektronický dokument] Praha : ÚRS CZ, a.s., 2020.
- ÚRS CZ, a.s. 2020.** *Sazby a ceny rozpočtářských prací.* Praha : ÚRS CZ, a.s., 2020. 978-80-7369-735-8.
- Vitásek, Stanislav a Schneiderová Heralová, Renáta. 2018.** *Rozpočtování staveb.* Praha : Verlag Dashöfer, nakladatelství, s.r.o., 2018. 978-80-87963-76-0.
- Vitásek, Stanislav. 2019.** *Soupis prací a informační modelování staveb (BIM).* [Článek] Praha : Topinfo s.r.o., 2019.
- Wrike, Inc. 2020.** What is a project charter in project management. *WRIKE.* [Online] Wrike, Inc., 2020. [Citace: 22. Březen 2020.] <https://www.wrike.com/project-management-guide/faq/what-is-a-project-charter-in-project-management/>.
- Zralý, Martin. 2009.** *Management a ekonomika podniku.* Praha : České vysoké učení technické, 2009. 978-80-01-04401-8.

17 Seznam obrázků

Obrázek 1 Životní cyklus výstavbového projektu, resp. stavby	14
Obrázek 2 Projektová dokumentace ve vazbě na fáze životního cyklu výstavbového projektu.....	15
Obrázek 3 Ovlivnitelnost výše nákladů životního cyklu stavby ve vazbě na fáze životního cyklu stavby	22
Obrázek 4 Struktura nákladů životního cyklu stavby	23
Obrázek 5 Vazba mezi výstupy rozpočtáře a zainteresovanými stranami výstavbového projektu.....	24
Obrázek 6 Skupiny nákladů na pořízení stavby jako podklad pro zpracování rozpočtu investora, respektive položkového rozpočtu.....	25
Obrázek 7 Schéma struktury rozpočtových nákladů v členění na základné rozpočtové náklady (ZRN) a vedlejší rozpočtové náklady (VRN).....	26
Obrázek 8 Obecná podoba kalkulačního vzorce užívaného ve stavebnictví.....	28
Obrázek 9 Struktura položkového rozpočtu dle Třídníku stavebních konstrukcí a prací	33
Obrázek 10 Úrovně položkových rozpočtů ve vazbě na projektovou dokumentaci a životní cyklus stavby	34
Obrázek 11 MacLeamyho křivka.....	39
Obrázek 12 Životní cyklus BIM ve vazbě na životní cyklus stavby.....	40
Obrázek 13 Schéma procesu smluvního standardu v rámci Datového standardu stavebnictví (DSS)	42
Obrázek 14 Dimenze informací BIM.....	43
Obrázek 15 Princip sdílení informací v rámci BIM 5D	45
Obrázek 16 Ukázka zatřídění konstrukce stěny v klasifikačním systému CoClass dle ČAS	47
Obrázek 17 Postupný proces zavádění metodiky BIM v české republice	49
Obrázek 18 Procesní schéma a využití nástrojů BIM 5D ve vazbě na zainteresované strany výstavbového projektu	53
Obrázek 19 Pracovní postup analýzy využitelnosti nástrojů BIM 5D	54
Obrázek 20 Zdroj geometrických a ne-geometrických parametrických dat v rámci simulace	54
Obrázek 21 Okrajové podmínky praktické simulace procesů BIM 5D	55
Obrázek 22 Postup tvorby BIM modelu z hlediska použití nástrojů BIM 5D (<i>vlastní zpracování</i>)	56
Obrázek 23 Zadání geometrie exteriéru BIM modelu v podobě západního a východního pohledu projektu rodinného domu architektonické studie	57
Obrázek 24 Zadání geometrie interiéru v podobě <i>půdorysu rodinného domu jako podkladu pro zpracování BIM modelu</i> (DJS Architecture, s.r.o., 2019)	57
Obrázek 25 Sumarizace problematiky uvažovaných a neuvažovaných elementů BIM modelu.....	59
Obrázek 26 Materiálová skladba konstrukce elementu BIM modelu ze Stavební knihovny DEK	60
Obrázek 27 Značení materiálů konstrukce elementu BIM modelu ze Stavební knihovny DEK.....	61
Obrázek 28 Pohled na element nosného zdiva BIM modelu v software Autodesk Revit (<i>vlastní zpracování</i>).....	61
Obrázek 29 Princip dělení kompletní skladby elementu nosné stěny pro účely navazujícího ocenění	62
Obrázek 30 Náhled elementu obvodové stěny v aplikaci Stavební knihovna DEK	63
Obrázek 31 Zobrazení parametrických charakteristik vlastností obvodové stěny v software Autodesk Revit po přenosu ze Stavební knihovny DEK.....	63
Obrázek 32 <i>Ukázka principu diferenciac elementu obvodové stěny BIM modelu v software Autodesk Revit</i>	64
Obrázek 33 <i>Ukázka principu diferenciac elementu obvodové stěny BIM modelu v 2D řezu</i>	64
Obrázek 34 Úrovnňové schéma zobrazující projektované zohledněné elementy BIM modelu	65
Obrázek 35 Diferenciac elementu č. 4 v BIM modelu ve vazbě na jeho kompletní materiálovou skladbu	66
Obrázek 36 Východní pohled konečného BIM modelu.....	67
Obrázek 37 Západní pohled končeného BIM modelu	68
Obrázek 38 Schéma postupu tvorby automatizovaného položkového stavebního rozpočtu	69

Obrázek 39 Možnost vazby zakázky na BIM model v software KROS 4	70
Obrázek 40 Zobrazení elementu č. 4 v BIM modelu ve společném datovém prostředí BIM Platformy	71
Obrázek 41 Element nosné obvodové stěny BIM modelu ve vyjádření cenovou soustavou ÚRS po přenosu do software KROS 4	73
Obrázek 42 Automaticky generovaný výkaz výměr elementu č. 4 v software Autodesk Revit	79
Obrázek 43 Rozbor výpočtu výkazu výměr figury s kódem 622211021 zastupující montáž – lepení a ukotvení tepelného izolantu kontaktního zateplení obvodového zdiva v software KROS 4	80
Obrázek 44 Princip vzniku identifikátoru elementu č. 4 v rámci klasifikace stavební produkce	84
Obrázek 45 Ukázka zařazení konstrukce stěny v klasifikačním systému CoClass dle ČAS s návrhem adaptace pro účely BIM 5D	85
Obrázek 46 Srovnání principů klasifikací CoClass s navrženým rozšířením a TSKP na příkladu elementu č. 4 nosné stěny	87
Obrázek 47 Kategorizace okruhů procesu hodnocení efektivity nástrojů BIM 5D	88
Obrázek 48 Kategorizace spolupůsobících faktorů, jakožto potenciálních strůjců rizik procesů BIM 5D	95
Obrázek 49 Klíčové okruhy budoucí implementace BIM 5D v prostředí České republiky	98

18 Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika vybraných dodavatelských systémů	18
Tabulka 2 Schéma struktury Level of development	44
Tabulka 3 Přehled v simulaci uvažovaných, respektive neuvažovaných konstrukcí BIM modelu	58
Tabulka 4 Přehled v simulaci uvažovaných konstrukcí BIM modelu a odpovídajících označení těchto prvků terminologií Stavební knihovny DEK	58
Tabulka 5 Skladba elementu nosné obvodové stěny BIM modelu ve vyjádření terminologie Stavební knihovny DEK a cenové soustavy ÚRS	72
Tabulka 6 Konstrukční a materiálové položky elementu nosné obvodové stěny BIM modelu včetně výměr ve vyjádření cenové soustavy ÚRS	74
Tabulka 7 Úplná podoba položkového stavebního rozpočtu v souvislosti s elementem č. 4 nosné obvodové stěny	78
Tabulka 8 Schéma souvislostí přístupu k jednotkové ceně elementu č. 4 z hlediska terminologie Stavební knihovny DEK a cenové soustavy ÚRS	82
Tabulka 9 Jednotková, respektive celková cena elementu č. 4 po doplnění položek s automaticky generovaného stavebního rozpočtu a dopočtu výměr	83

19 Seznam grafů

Graf 1 Stupeň potřeby dopracování položek soupisu prací	89
Graf 2 Struktura složení nových položek soupisu prací	90
Graf 3 Stupeň potřeby dopracování výkazu výměr položek soupisu prací	91
Graf 4 Struktura složení položek s dopracovaným výkazem výměr	91
Graf 5 Porovnání sumy jednotkových cen položek automaticky generovaného a dopracovaného rozpočtu	92
Graf 6 Porovnání celkové ceny, respektive nákladů generovaného a dopracovaného rozpočtu	92
Graf 7 Stav úplnosti položkového stavebního rozpočtu v členění na vymezené charakteristiky	93
Graf 8 Absolutní míra efektivity automatizace procesu tvorby položkového procesu	95