

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



Bakalářská práce

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Střízek** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **476949**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací 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:

Rozpočet objektu a informační modelování staveb (BIM)

Název bakalářské práce anglicky:

Construction Budget and Building Information Modeling (BIM)

Pokyny pro vypracování:

Teorie spojená s oceňováním staveb
Rešerše klasifikačních systémů ve vazbě na BIM
Tvorba rozpočtu stavební části jednoduchého pozemního objektu pomocí metody BIM

Seznam doporučené literatury:

Vyhláška o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr (č. 169/2016 Sb.);
SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta; VITÁSEK, Stanislav a kol. Oceňování staveb. Praha: ČVUT, 2020. ISBN 9788001067482;
LU, Weisheng; LAI, Cheung Chi a kol. BIM and big data for construction cost management. Abingdon, Oxon: Routledge, 2019. ISBN 978081539094-7;
SACKS, Rafael; EASTMAN, Chuck a kol. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors and Facility Managers. 3. vyd. New York: Wiley, 2018. ISBN 9781119287537

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Stanislav Vitásek, 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: **23.02.2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **16.05.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Stanislav Vitásek, 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

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího Ing. Stanislava Vitáska, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

.....

Podpis

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Stanislavu Vitáskovi, Ph.D. za věcné připomínky, poskytnuté studijní materiály, cenné rady při tvorbě této práce a vstřícný přístup při konzultování. Dále bych rád poděkoval mé rodině, především mé přítelkyni, která mi byla oporou, nejen při vypracování bakalářské práce, ale i během předchozích let studia na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

Rozpočet objektu a informační modelování
staveb (BIM)

Construction Budget and Building Information
Modeling (BIM)

Abstrakt:

Práce se zabývá tvorbou rozpočtu pozemních staveb klasickým způsobem pomocí cenových soustav, automatizací tvorby rozpočtu v BIM modelu a návrhem vhodné knihovny pro tyto účely. Teoretická část práce se věnuje pojmům a zvyklostem používaných při sestavování rozpočtu, dále je zde představen BIM a jeho historie. Následuje rešerše klasifikačních systémů ve vazbě na BIM používaných v zahraničí a jejich vyhodnocení pro použití za účelem automatizace tvorby rozpočtu v tuzemském prostředí. První kapitola praktické části práce představuje proces potřebný k automatizaci tvorby rozpočtu v BIM modelu a autorem navrhovanou knihovnu vhodnou k tomuto účelu návrhem na konkrétních příkladech. V poslední části práce autor sestavuje rozpočet klasickým způsobem pomocí doplňování výkazů výměr do soupisu prací, doplněný o navržený způsob kódování a porovnání s automaticky vygenerovanými výměrami.

Klíčová slova: *BIM, Cenové soustavy, Klasifikační systémy, Rozpočet, Soupis prací.*

Abstract:

The thesis is focused on the creation of the budget of buildings in a classical way using price systems, automation of budgeting in the BIM model, and the design of a suitable library for these purposes. The theoretical part of the thesis deals with the concepts and customs used in compiling the budget, there is also a presentation of BIM and its history. The following is a search of classification systems concerning BIM used abroad and their evaluation for use to automate budgeting in the domestic environment. The first chapter of the practical part of the thesis presents the process needed to automate budgeting in the BIM model and the author's proposed library suitable for this purpose by demonstrating specific examples. In the last part of the work, the author classically compiles the budget by supplementing the bill of quantities to the statement of work, supplemented by the proposed method of coding and comparison with automatically generated areas.

Keywords: *BIM, Price systems, Classification systems, Budget, Statement of work.*

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
Úvod	10
1. Teorie spojená s oceňováním pozemních staveb	11
1.1. Třídění stavebních konstrukcí a prací	11
1.2. Cenové soustavy	12
1.3. Soupis prací	12
1.4. Výkaz výměr	12
1.5. Digitalizace a urychlení práce	13
1.5.1. <i>Building Information Modeling</i>	13
1.5.2. <i>Historie a vývoj BIM</i>	13
1.5.3. <i>Budoucnost BIM v oblasti oceňování staveb</i>	14
2. Rešerše klasifikačních systémů ve vazbě na BIM	14
2.1. Česká agentura pro standardizaci	14
2.1.1. <i>Klasifikační systém CCI</i>	15
2.2. Klasifikační systémy v zahraničí	16
2.2.1. <i>UniClass 2</i>	16
2.2.2. <i>CoClass</i>	18
3. Návrh principu automatizace tvorby soupisu prací	21
3.1. Kroky potřebné k automatizaci dat	22
3.2. Aktualizace kódů	24
3.3. Kódování na konkrétních prvcích	24
3.4. Práce s elementárními objekty	34
3.5. Sestavení soupisu prací	34
3.5.1. <i>Zemní práce</i>	34
3.5.2. <i>Zakládání</i>	35
3.5.3. <i>Svislé a kompletní konstrukce</i>	36
3.5.4. <i>Vodorovné konstrukce</i>	36
3.5.5. <i>Úpravy povrchů</i>	38
3.5.6. <i>Ostatním konstrukce a práce, bourání</i>	39
3.5.7. <i>Stavební díly PSV</i>	41
3.6. Zhodnocení sestavení soupisu prací	45
Závěr	46
Seznam obrázků	47

Seznam tabulek	48
Seznam příloh	49
Literatura	50

Seznam použitých zkratek

BIM - Building information modelling - *Informační modelování budov*

CAD - Computer aided design - *Počítačem podporované kreslení*

CCI - Construction classification international - *Mezinárodní stavení klasifikace*

CS - Cenová soustava

ČAS - Česká agentura pro standardizaci

ČSÚ - Český statistický úřad

EO - Elementární objekt

HSV - Hlavní stavební výroba

KJ - Kalkulační jednice

KS - Klasifikační systém

MJ - Měrná jednotka

NBS - National building specification - *Britský systém stavebních specifikací*

PSV - Přidružená stavení výroba

SO - Stavební objekt

TSKP - Třídník stavebních konstrukcí a prací

TZB - Technické zařízení budov

Úvod

Většina rozpočtů staveb se stále sestavuje odečítáním výkazu výměr z projektové dokumentace a následným přiřazením k položkám cenových soustav v rozpočtářském programu. I přestože se proces sestavování rozpočtu neustále vyvíjí, nedochází ke změně v postupu či výsledném výstupu, ale spíše ke zjednodušení jednotlivých kroků.

Pilotní projekty se již dnes zadávají v režimu BIM modelu, většina potřebných informací se dá v tomto modelu po nadefinování tvůrcem modelu jednoduše vykázat. K tomu přispívají jednotlivé datové šablony s grafickými či negrafickými daty. Ovšem k automatizaci sestavování rozpočtu v BIM chybí v tuzemsku vhodný klasifikační systém či naceněná knihovna, pro použití v BIM.

I přes raketový růst informačních technologií v dnešní době neexistuje žádný dostatečně automatizovaný proces, který by usnadnil rozpočtářům/kalkulantům práci s daty v BIM modelu. Rozpočtáři musí složitě exportovat a třídit data v externích softwarech, následně připravit pro import do rozpočtářských softwarů a až tam je dále upravovat. Toto řešení je zastaralé, zdlouhavé a náchylné na chyby. Oproti tomu tvůrci informačního modelu jsou již nyní v BIM modelu schopni generovat veškerá data v průběhu časového cyklu budovy. V zahraničí existuje celá řada klasifikačních systémů užívaných pro práci v BIM, žádný ovšem nelze jednoduše v tuzemsku používat. Řešením může být skloubení výhod zahraničních klasifikačních systémů a v České republice zažitých a používaných cenových soustav. Kombinací toho nejlepšího z obou zmíněných bychom získali naceněnou knihovnu vhodnou k užití v BIM modelu. Autor se v této práci věnuje návrhu vhodného řešení pro automatizaci práce s daty z pohledu rozpočtáře.

Hlavní motivací pro zvolení tohoto tématu je zájem o neustále se vyvíjející nové postupy a procesy v souvislosti s informačními technologiemi a digitalizací dat ve stavebnictví a zároveň zaostalost ČR. V dnešní době totiž v návrhu procesu stavby nehrají hlavní roli jen projektanti, architekti, rozpočtáři, či statici, ale i programátoři, kteří umožňují jednotlivé procesy zjednodušovat a přizpůsobovat dnešním potřebám, bez nichž by posun ve stavebnictví nevznikal.

1. Teorie spojená s oceňováním pozemních staveb

Většina zemí má svůj vlastní národní klasifikační systém nebo strukturu třídění stavebních konstrukcí a prací. V České republice se ke klasifikaci stavebních prací používá Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP), na kterém jsou založeny cenové soustavy. [2]

1.1. Třídník stavebních konstrukcí a prací

Je nejpoužívanějším třídníkem pro klasifikaci stavebních činností a konstrukcí v České republice. Byl se staven již v 60. letech minulého století. Má striktně danou strukturu je poměrně obtížné ho používat za účelem implementace rozpočtů v BIM. TSKP využívají zejména soukromé inženýrské společnosti, jako způsob třídění v jejich cenových soustavách. Veřejnou organizací používající TSKP pro účely sledování nárůstu a poklesu cenové hladiny stavebních prací pro srovnávací účely je Český statistický úřad (ČSÚ), který má svoji modifikaci TSKP, TSKPstat.

TSKP je rozdělen do čtyř stupňů podrobnosti s číselnou strukturou o maximálně pětimístném kódu. Zde je výpis jednotlivých stupňů:

- Skupina stavebního dílu,
- Stavební díl v rámci skupiny,
- Druh konstrukce nebo práce v rámci stavebního dílu,
- Zdrobňující charakteristiky.

Nejvyšším stupněm třídění je skupina stavebního dílu, která se dělí na Hlavní stavební výrobu (HSV) a Přidruženou stavební výrobu (PSV). Které lze následně roztřídit na 10 stavebních dílů v rámci skupiny:

- 0 Vedlejší rozpočtové náklady,
- 1 Zemní práce,
- 2 Zakládání, zpevňování hornin,
- 3 Svislé a kompletní konstrukce,
- 4 Vodorovné konstrukce,
- 5 Komunikace pozemní,
- 6 Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní,
- 7 Konstrukce a práce PSV
- 8 Vedení dálková a přípojná,
- 9 Ostatní konstrukce a práce, bourání.

Následujícím nižším stupněm třídění jsou konstrukce nebo práce, které jsou zastoupeny položkami, tyto položky popisuje následující stupeň zdrobnující charakteristiky. [2][14][13]

1.2. Cenové soustavy

Cenová soustava je ucelená databáze zahrnující informace o montážních a stavebních pracích, stavebních hmotách a produktech, systémově zařazených do položek. Jednotlivé položky se skládají z kódu, popisu a měrné jednotky, doplněné o cenové a technické podmínky určené pro kalkulaci potřebných nákladů a výpočtu jednotkové ceny.

S výše zmíněným klasifikačním systémem pracují na poli pozemních staveb v ČR dvě hlavní cenové soustavy: CS ÚRS a RTS DATA. [2]

1.3. Soupis prací

Soupis prací je detailní popis stavebních prací, dodávek a služeb pomocí položek, které obsahují technické a kvalitativní podmínky dle projektové dokumentace. Jeho podoba vychází z legislativních požadavků na zadávání veřejných zakázek zákon č. 134/2016 Sb., v návaznosti na vyhlášku č. 169/2016 Sb. Ministerstva pro místní rozvoj. Součástí soupisu prací je pořadové číslo položky, číselné zařazení položky s označením cenové soustavy, popis položky jednoznačně vymezující druh a kvalitu prací, dodávky nebo služby, měrná jednotka položky, množství a výkaz výměr. [2][10][9]

1.4. Výkaz výměr

Výkaz výměr je výpočet určený ke stanovení množství položky položkového soupisu prací. Samotný výpočet musí být doplněn o odkaz na grafickou nebo textovou část projektové dokumentace. [2]

Ve výkazu výměr zadavatel uvede výpočet použitý při stanovení předpokládaného množství položky soupisu prací a odkaz na příslušnou grafickou nebo textovou část dokumentace pro zadání stavebních prací tak, aby umožnil kontrolu celkové výměry, nebo odkáže na výpočet stanovení množství položky soupisu prací v dokumentaci pro zadání stavebních prací. Výkaz výměr, který se vztahuje k více položkám soupisu prací, může být uveden jednou a u dalších položek může být uvedena výměra pouze odkazem. [9]

1.5. Digitalizace a urychlení práce

Klasická metoda sestavování soupisu prací včetně výkazu výměr, pomocí odměřování a výpočtů je časově náročná a náchylná na chyby. Odečítání některých výměr z BIM modelů je značně jednodušší a usnadňuje rozpočtářům mnoho práce, a je zde menší pravděpodobnost vzniku chyb, než je tomu při klasickém odečítání výměr z projektové dokumentace, kde hraje roli lidský faktor.

1.5.1. Building Information Modeling

Tím, co BIM je a jak ho definovat se zabývá mnoho autorů a jednotlivé výklady se mohou lišit. Pro účely definování této problematiky si autor vybral dílo BIM in principle and practice, které je průběžně aktualizováno novějšími verzemi.

BIM je dnes mezi stavaři poměrně často používaná zkratka, která je nejčastěji předkládána následovně: „informační modelování staveb“. Pod níž si můžeme představit 3D virtuální model stavebního objektu, který má stejné vlastnosti a reaguje na změny stejně, jako již postavená budova. Z tohoto modelu lze již odvodit klíčové fyzikální a funkční vlastnosti v průběhu celého životního cyklu budovy, od návrhu až po její sanaci nebo demolici. V závislosti na podrobnosti modelu lze vykazovat či modelovat různé údaje o stavbě ze všech stavebních profesí (tvorba výkazů výměr, designové prvky, statické výpočty) v rámci jednoho modelu. Což usnadňuje práci jednotlivým profesím a komunikaci mezi nimi. [1]

1.5.2. Historie a vývoj BIM

Základy byly položeny již v 60. letech minulého století vývojem 2D CAD softwarů, které nahrazovaly klasické rýsování pomocí tužky a papíru, tím rýsování zjednodušovaly a urychlovaly. Na 2D později navázalo i 3D vykreslování. Vzhledem k vysoké pořizovací ceně prvních počítačů bylo využívání CAD výsadou pouze největších společností a vývojových center. V návaznosti na příchod osobních počítačů a jejich dostupnost, se CAD začal více používat, což vedlo k rozkladu staveb na jednotlivé konstrukce a prvky, které začaly být tříděny do databází. V roce 1997 ve Velké Británii vznikla databáze Uniclass, která byla založena na mezinárodních standardech. Tento klasifikační systém zahrnoval strukturovanou knihovnu/databázi popisem materiálů a jednotlivých prvků, spolu s ostatními informacemi o projektu. I díky tomuto faktu je dnes Velká Británie v oblasti BIM modelování tak napřed.

Přibližně ve stejnou dobu začaly být využívány softwary pro analýzu a simulaci chování budov, za působení různých podmínek (zatížení, tvar budovy, oslunění...).

Všechny výše zmíněné skutečnosti byly na počátku milénia zkombinovány a vedly k vytvoření pokročilého modelování budov, u kterého byly interaktivně provázány jednotlivé prvky modelu v čase. Tímto vznikl základ BIM modelování a jeho vývoj v následujících letech výrazně pokročil. [1]

1.5.3. Budoucnost BIM v oblasti oceňování staveb

Pro položení základů rozsáhlejšího využití BIM v oceňování staveb chybí klasifikační systém, který by přiřazoval jednotlivým prvkům modelu informace potřebné k jejich ocenění, popřípadě přenosu do rozpočtářských programů včetně odečtených výměr. Na jeho vývoji již pracuje Česká agentura pro standardizaci (ČAS), které je věnována část následující kapitoly. Další možností, jak přiřazovat informace, aby se následně automaticky odečítaly, může být knihovna prvků vhodná k použití v BIM modelu s přiřazenými negrafickými daty pro potřeby rozpočtářů a jiných stavebních profesí.

2. Rešerše klasifikačních systémů ve vazbě na BIM

Klasifikace informací nám umožňuje provádět nákladové a další analýzy. Zároveň díky klasifikaci dokážeme odpovědět na otázky, jaký podíl v nákladech mají jednotlivé stavební díly, či dokonce konkrétní typy konstrukcí jimiž může být např. pórobetonové zdivo Ytong, a jaký vliv na náklady by mělo jeho nahrazení cihelným zdivem Porotherm. K tomu abychom tyto úkony mohli provádět, potřebujeme klasifikační systém vhodný k použití v BIM s vazbou na cenovou soustavu. [7]

2.1. Česká agentura pro standardizaci

Česká agentura pro standardizaci (ČAS) vyvíjí datový standard staveb (DSS), který by měl zastřešovat celý životní cyklus staveb. Nyní se připravuje první část datového standardu BIM modelu stavby pro pozemní stavby určená především pro pilotní projekty. [5]

Současně se ČAS spolu s dalšími organizacemi z jiných zemí podílí na vzniku nového mezinárodního klasifikačního systému Construction classification international (CCI) pro

stavby. Což by byl pro české stavebnictví obrovský pokrok, protože by čerpalo zkušenosti od jiných digitálně vyspělejších zemí. [5]

2.1.1. Klasifikační systém CCI

CCI je mezinárodní klasifikační systém nabízející moderní a perspektivní řešení pro kategorizaci a popis staveb. Je vhodný pro digitální zpracování, na jehož vývoji/rozvoji se Česká republika aktivně podílí. Vzhledem k této skutečnosti, ho autor nezařadil mezi zahraniční KS (viz Kapitola 2.2).

Klasifikační systém CCI tvoří pět základních tabulek, každá z nich se dále může dělit až na 3 úrovně, které blíže rozvádějí popisovaný prvek. Jednotlivé tabulky mohou být vzájemně propojeny, tudíž jeden komponent lze zařadit více způsoby pomocí různých tabulek. Funguje na principu vícekritériálního neboli fasetového třídění, neboli kategorizace na základě společných vlastností s důrazem na rozpoznání struktury funkce a vzájemných vztahů jednotlivých komponent. [15][18]

Tab.1 Základní rozdělení tabulek CCI s příklady [16]

Kód	Stavební entity	Vybudované prostory	Funkční systém	Technický systém	Komponenty
A??	Objekty pro lidské činnosti a potřeby	Prostor pro přebývání lidí	Zemní systém	Sestavný systém	
B??	Technické objekty	Prostor pro lidskou činnost	Systém stěny	Systém nosné konstrukce	Snímače
C??	Infrastruktura	Skladovací prostory	Systém desky	Konstrukční systém zemního povrchu	Objekt pro ukládání
D??	Krajina	Prostor pro technické systémy	Systém střechy	Konstrukční systém kolejové dráhy	
E??	Památná stavba	Komunikační prostor	Plynový a vzduchový systém		Objekt záření
F??		Dopravní prostor	Vodovodní a kapalinový systém		Ochranný objekt
G??			Kanalizační a odpadní systém		Generující objekt

V tabulce vidíme pět základních tabulek a první úroveň klasifikace pro každou tabulku s příslušnou částí kódu na části klasifikace.

CCI je nyní v počátku svého vývoje, dochází k jeho aktualizacím a rozšiřování. Největším problémem z hlediska použití pro ocenění je v jeho komplexnosti a nedostatečném detailu jednotlivých konstrukcí. Zatím neobsahuje jednotlivé elementy, ale pouze komponenty, jejichž komplexnost je stále široká a nelze jim na této úrovni třídění jednoduše přiřazovat informace. Mnohotvárnost CCI je značná, ale cílená a má spojovat všechny profese a umožnit jim jednotlivé třídění už od fáze územního plánování.

2.2. Klasifikační systémy v zahraničí

Asi nejznámějším a zároveň prvním klasifikačním systémem se může pyšnit Velká Británie s klasifikačním systémem UniClass. Britský stavební trh patří bezesporu mezi nejvýznamnější hráče na poli mezinárodního stavebnictví, zejména díky jejich vyspělosti v oblasti digitalizace stavebnictví. Dalším významným klasifikačním systémem je švédský CoClass. Švédsko je v oboru stavebnictví vyspělou zemí, což dokládá mimo jiné nadnárodní firma Skanska, jejíž stavby nalezneme napříč celou Evropou.

2.2.1. UniClass 2

V první kapitole byl zmíněn vývoj klasifikačního systému UniClass, UniClass 2 má obdobné základní prvky původního UniClass, ale je přizpůsoben pro větší digitalizaci stavebnictví.

UniClass 2 se skládá z tabulek, které jsou průběžně aktualizovány (nejnovější aktualizace proběhla v lednu 2021). UniClass 2 je vystavěn od obecných prvků, až k typům prvků, ale není možné identifikovat jednotlivé elementy. Tabulky mohou být vzájemně provázány a lze se v nich orientovat pomocí kódu o čtyřech úrovních:

- Skupina,
- Podskupina,
- Sekce,
- Objekt.

Jednotlivé úrovně jsou vždy oddělovány podtržítkem (viz Obr.1).

--Xx_##_##_##_##
T T T T T
a b c d e

Obr.1: Schématický kód [4]

Popis kódu:

- a) Xx: název podsystému (tabulky), určující kategorii zatřídění,
- b) ##: označení skupiny,
- c) ##: označení podskupiny,
- d) ##: označení sekce,
- e) ##: označení objektu.

Začáteční písmena kódu označují tabulku, ve které se zatříděný prvek nachází. Další značení kódu je číselné a určuje úroveň podrobnosti zatřídění. Každá část kódu má vždy dva znaky, pro číselné části, skupiny, podskupiny, sekce a objekty v intervalu od 1 do 99. [3]

Podrobnější rozsah klasifikačního systému v oblasti pozemních staveb (viz Tab.2). [12]

Tab.2 Podrobnější rozsah členění UniClass 2 v oblasti pozemních staveb [4][12]

	Pozemní stavby
Komplexy	Obchodní centrum Základní škola Lázně
Entity	Policejní budovy Památníky
Aktivity	Zaměřování Správa
Prostory/Umístění	Převlékací kabinky Ateliéry
Elementy	Základy Rámové konstrukce
Systemy	System dřevěného střešního krovu System pokládky vnitřní dlažby
Produkty	Koupelnové zrcadlo Teracové dlaždice

K použití pro oceňování je systém UniClass nevhodný, protože stejně jako již zmíněný CCI (viz Kapitola 2.1.1), není dostatečně podrobný, aby bylo možné jej napojit na cenovou soustavu. Výhodou při jeho implementaci do tuzemského stavebnictví je skutečnost, že jeho licence není zpoplatněna.

2.2.2. CoClass

Výše zmíněný CoClass pocházející ze Švédska nahrazuje KS BSAB96, z důvodu zastaralé struktury nevhodné pro práci s moderními daty.

Podobně jako UniClass i CoClass pracuje s tabulkami, které jsou průběžně aktualizovány a přizpůsobovány současným požadavkům. Kategorie klasifikačního systému (viz Obr.2).

- Objekty
 - BX – Stavební komplex
 - BV – Stavební objekt
 - UT – Prostor/lokace
 - Konstrukční prvek
 - FS – Funkční systémy
 - KS – Konstrukční systémy
 - KO – Komponenty
 - PR – Výsledek práce
- Vlastnosti
 - Vlastnost
- Aktivity
 - FA – Údržbové činnosti

Obr.2: Kategorie klasifikačního systému CoClass [4]

Tabulky se dělí na několik úrovní, v závislosti na zvolené tabulce, od jedné úrovně pro tabulku funkčních systémů až k šesti úrovním u tabulky výsledků práce (viz Obr.3).

- Jedna úroveň: FS
- Dvě úrovně: FA
- Tři úrovně: BX, BV, UT, KS a KO
- Čtyři úrovně: Vlastnost
- Až šest úrovní: PR

Obr.3: Počty úrovní tabulek CoClass [4]

Oproti dříve zmiňovanému britskému UniClass2 nedefinuje CoClass možné varianty objektů (např. zděná příčka, SDK příčka), ale pouze typ objektu (tj. příčka), k objektu pak přidává popis jeho vlastností. Takto uzpůsobený typ třídění je běžný pro Skandinávské země, zejména Dánsko a Švédsko. CoClass je složen z alfanumerického kódu, který se skládá i ze znaků se specifickým významem. Návrh kódu (viz Obr.4).



Obr.4: Popis kódu CoClass [4]

Popis kódu:

- a) ?: předpona určující, jaký řetězec údajů následuje,
- b) XXX: pojmenování dle KS, jedná se o jedno až třípísmenný kód,
- c) .: oddělovací znak, vymezující zatřídění objektu o jeho hodnoty,
- d) XXX: pojmenování dle KS, jedná se o jedno až třípísmenný kód,
- e) #: konkrétní číslování specifické pro projekt (tudíž nevyplývá ze samotného KS),
- f) .: oddělovací znak, vymezující zatřídění objektu a jeho hodnoty,
- g) XXX: upřesňující hodnoty dle KS, jedná se o jedno až třípísmenný kód,
- h) #: konkrétní číslování hodnoty, specifické pro projekt (tudíž nevyplývá ze samotného KS),
- i): opakování řetězce pro další informace.

Předpona kódu může nabývat následujících hodnot: (=) Funkce, (-) Víceúrovňový element, (+) Umístění, (%) Typ a (#) Element. [17] [4]

Výjimku má ovšem tabulka vlastností, v té se tento kód nepoužívá a definuje se popisem. Převážně se jedná o vlastnosti materiálu, rozměry a jiné prostorové vyjádření.

Klasifikační systém CoClass byl vytvořen pro práci s informačními modely, tudíž je pro použití v BIM vhodný. Problémem je jiný systém práce s daty, než na který jsme v tuzemsku zvyklí.

Každý z výše zmíněných klasifikačních systémů má své výhody, ať je to jeho komplexnost, podrobnost třídění, či přehlednost. Žádný však není vhodný pro v tuzemsku již používané a zažité cenové soustavy, ze kterých vycházíme i při sestavování rozpočtu. Proto není možné je využít pro potřeby oceňování v BIM.

3. Návrh principu automatizace tvorby soupisu prací

Ze zkoumaných klasifikačních systémů je patrné, že žádný není vhodný, pro zautomatizování tvorby soupisu prací včetně výkazu výměr v tuzemsku. Záměrem praktické části práce je navrhnout a teoreticky popsat knihovnu vhodnou k propojení s BIM, a navrhnout její fungování na konkrétních příkladech objektu rodinného domu.

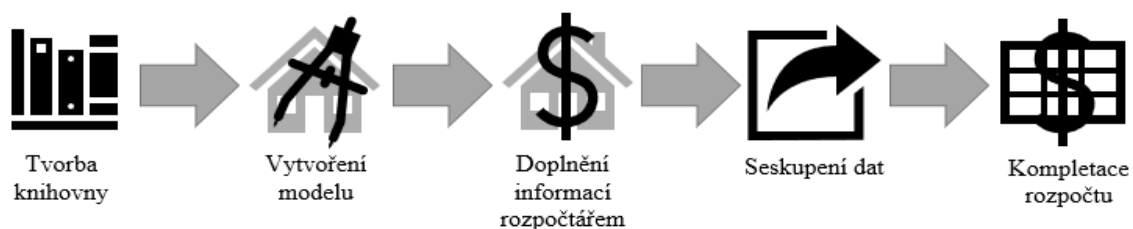
Objektem je dvoupodlažní rodinný dům s valbovou střechou, krovem z příhradových vazníků a neobyvatelným podkrovím. Svislá nosná konstrukce domu je tvořena pórobetonovými tvárnici Ytong, tloušťky 300 mm. Dělicí konstrukce jsou navrženy z nenosných pórobetonových tvární o tloušťce 125 mm. Objekt je založen na základové desce tloušťky 150 mm, strop nad prvním nadzemním podlažím je z monolitického železobetonu tl. 200 mm, strop nad druhým nadzemním podlažím je taktéž monolitický, ale o tloušťce konstrukce 250 mm. První a druhé nadzemní podlaží je propojeno železobetonovým monolitickým dvouramenným schodištěm s celkovým počtem 18 stupňů. Rodinný dům je zateplen pomocí kontaktního zateplovacího systému s izolací z minerální vlny tloušťky 150 mm, u soklu extrudovaný polystyren tl. 30 mm. Součástí projektu není vodovod či kanalizace.

Následuje návrh sestavení soupisu prací pomocí přiřazení položek cenových soustav, příklady nového kódování položek a porovnání přesnosti ručně odečítaných výměr, a výměr automaticky vygenerovaných programem Revit.

Principy popsané v této práci je možné použít i v jiných programech pro práci s BIM modely. Program Revit byl pro tuto práci zvolen na základě výsledků výzkumu v rámci National Building Specification (NBS) prováděných ve Velké Británii [19], ze kterých vyplývá že padesát procent dotazovaných respondentů využívá při práci s BIM modely program Revit. A z dotazníkového šetření [20] v tuzemsku vyplynulo, že tvůrci projektů při projektování technického zařízení budov (TZB) používají pro práci v BIM softwarové řešení Revit od firmy Autodesk.

3.1. Kroky potřebné k automatizaci dat

K usnadnění práce, především pro rozpočtáře, vede několik klíčových úkolů znázorněných na Obr. 5. V následujícím textu jsou jednotlivé kroky blíže popsány a představeny.



Obr.5: Schéma potřebných kroků

Prvním potřebným krokem k většinové automatizaci tvorby stavebního rozpočtu je sestavení nové knihovny, která by byla přizpůsobena pro použití v BIM modelu. Vytvořením knihovny, která bude mít svůj základ v již zažitých, v ČR používaných cenových soustavách. Pomocí přiřazených algoritmů a dat k jednotlivým položkám, by umožnila zautomatizovat, urychlit a zjednodušit fázi rozpočtování staveb. Výhoda vytvořené knihovny by spočívala v tom, že jednotlivé elementy, dříve jen kódy položek cenových soustav, by měly přiřazeny potřebná negrafická data neboli parametry, jako údaje o měrné jednotce, technické vlastnosti materiálů a konstrukcí (hmotnost, doba technologické přestávky). Dříve tyto informace byly obsaženy pouze v popisu dané položky, nyní jsou součástí jednotlivých elementů a lze s nimi automaticky pracovat, aniž bychom je museli vypisovat či přiřazovat, protože už byly definovány v průběhu tvorby knihovny.

Vyznanou roli při tvorbě knihovny představují zkušenosti lidí, kteří knihovnu vytvářejí, protože může docházet k rozdílnému užití negrafických informací, které lze přiřazovat různorodě, u některých prvků by jejich uvádění bylo zbytečné, naopak u jiných podstatné. Příkladem dvojího metru při přiřazování negrafických informací může být keramická dlažba, u které je informace o jejích tepelně technických vlastnostech zbytečná, ale u materiálu pro vnější obálku budovy je tato informace zcela klíčová.

V knihovně se nacházejí i položky, které slouží primárně k potřebám ocenění daných položek a jsou tedy pouze negrafické, tyto prvky jsou svázány s jiným grafickým prvkem a pro jeho správné fungování/vytvoření při realizaci stavby jsou nezbytné, jedná se např. o bednění či dilatace.

Rovněž při sestavování nové knihovny můžeme narazit na problém časové náročnosti potřebné k její tvorbě, ovšem tento krok by v budoucnu práci s daty urychlil, byla by to tedy investice do budoucna. Autorem navrhovaná alternativa, jejíž návrh je součástí praktické části této práce (viz Kapitola 3.3) se zakládá na již vzniklých knihovných cenových soustav, jaké známe např. od CS URS či RTS DATA.

Pro přehlednost a praktické použití, by nejvhodnějším řešením bylo jednotlivé položky seskupovat do tzv. Elementárních objektů (EO), které se skládají z několika elementů. Klasifikovat a přiřadit jim unikátní kód, v němž by částečně zůstala i vazba na nyní užívanou cenovou soustavu např. u okna, které by bylo zaříděno v rámci výplně otvorů, by obsahovalo i parapety a připojovací fasádní či omítkové lišty, tyto informace by se promítly do kódu elementárního objektu tohoto okna. Kódy by tak odkazovaly na specifické prvky schodiště, stěn, oken, podlah.

Druhým krokem je vytvoření BIM modelu. Tvůrci modelu by jednotlivé „elementární objekty“ tvořili z nově vytvořené knihovny. Aby projektanti nebyli zahlceni nutností přiřadit velké množství informací, jejich práce by spočívala pouze v nadefinování základu elementárního objektu např. okna, stěny, podlahy/stropu, a rozpočtář by později doplňoval další k nim přilehající konstrukce, které by přidával do elementárního objektu což je třetí krok (viz. Obr. 5). Rozpočtář by tyto úkony prováděl přímo v BIM modelu do vlastností prvků, vyhnuli bychom se tím importu a exportu dat, při kterém mohou vznikat chyby, navíc položky s grafickými daty se rovnou promítnou ve vizualizaci modelu. Kvůli přejímání zodpovědnosti ohledně projektové dokumentace a celkového projektu, kterou za projekt nese projektant by rozpočtář musel být v těchto věcech znalý a certifikovaný nebo alespoň členem projekční kanceláře a projektant by tak nad ním měl dohled.

Krokem číslo čtyři je seskupení položek, dle zvyklostí soupisu prací, tedy na skupiny a jejich stavební díly. Následně takto sestavený neúplný soupis prací můžeme exportovat nebo dále upravovat v softwarové nástavbě BIM.

Čímž se dostáváme k poslednímu kroku. Položky, které nelze přiřadit k existujícím objektům modelu nebo k nim nelze automaticky přiřadit výměru musí rozpočtář přidat tak, jak jsme zvyklí při sestavování rozpočtu tradičním způsobem (viz Kapitola 3.5), buď v rozpočtářské softwarové nástavbě BIM nebo exportem automaticky odečtených dat a doplněním ostatních v rozpočtářském softwaru. Knihovna používaná v BIM modelu by se používala i v rozpočtářských softwarech. V rámci jedné knihovny by měl být jednoduchý import dat a automatické přiřazení informací, které rozpočtářský program umožňuje jako např.

hmotnost, výměra a měrná jednotka položek. Výsledkem je kompletní soupis prací, který má z části automaticky generované výměry, dochází tedy ke značné úspoře času.

U některých elementárních objektů narazíme na problém rozdílných kalkulačních jednic (KJ) např. u monolitických ŽB stropů je KJ betonu v m³, ale KJ bednění se uvádí v m². Tento problém by se dal vyřešit např. sestavením vhodného algoritmu, který by dle KJ daného elementu odečítal z modelu pouze informace, které jsou potřeba, tedy m² dané plochy stropů, jelikož model tyto informace obsahuje, neměl by to být problém a tento proces by mohl fungovat automaticky na základě algoritmů, které se stanou součástí negrafických dat položek knihovny.

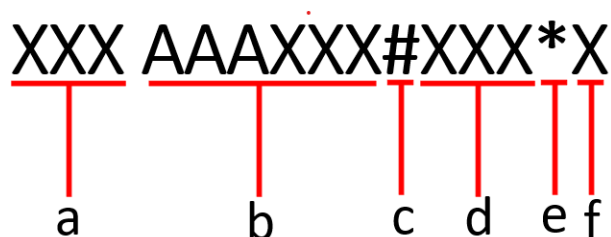
Vykázané EO by neobsahovaly informaci o měrné jednotce, ale pouze o ceně, k informaci o KJ bychom se dostali až na nižší úrovni, tedy jednotlivých elementů/položek, u kterých už by KJ obsahovala správný údaj. Některé informace by byly viditelné až na nižší úrovni třídění. Jednotlivé EO by mohly být vykázány v tabulce EO (viz Tab.13).

3.2. Aktualizace kódů

Většina nynějších kódů obsahuje devět číslic, první tři číslice odkazují na stavební díly, to zůstane zachováno. Dále současné kódy obsahují převážně šest číslic, pro větší zpřehlednění nové knihovny nahradíme prostřední tři číslice kódu stejným počtem písmen, kód tak bude lépe zapamatovatelný a bude odkazovat na konkrétní názvy jejich zkratkami. U položek, které se liší pouze tloušťkou, devítimístný kód zůstane a bude doplněn znakem označující tloušťku konstrukce a následně její tloušťkou v mm. Dále by kód celého EO obsahoval příponu s definováním, kde je prvek umístěn např. číslo stavebního objektu (SO), patro a číslo EO, přípona je specifická pro každý projekt, ale není součástí knihovny.

3.3. Kódování na konkrétních prvcích

Na Obr. 6 vidíme schématický kód, který je dále blíže popsán.



Obr.6: Schématický kód

První tři čísla každé části kódu (a), slouží k zatřídění funkčnímu a účelovému. Následuje vlastní kód (b), znak pro tloušťku konstrukce (c) a tloušťka konstrukce (d), dalším znakem v kódu může být hvězdička (e), která značí že konstrukce se v elementárním objektu opakuje víckrát, počet opakování je dán číslem za tímto znakem (f), pokud ne znak se vynechává a jednička se nepíše. Jednotlivé elementy/položky jsou odděleny středníkem. Poslední částí kódu je umístění elementárního objektu v rámci projektu. Následují příklady kódů elementárních objektů z různých stavebních dílů s podrobným popisem jednotlivých částí kódu, jehož hlavním prvkem je vždy projektantem nadefinovaná první část kódu zbylé části, jsou přiřazovány rozpočtářem. Části kódu včetně tloušťky konstrukce jsou součástí knihovny, znak pro počet už nikoliv.

Tab.3 Parametry příčky Ytong v programu Revit

	Funkce	Materiál	Tloušťka
1	Dokončovací 1 [4]	CZ – Vnitřní omítka – vápenocementová	10,0
2	Konstrukce [1]	CZ – Zdivo – pórobetonové bloky	125,0
3	Dokončovací 2 [5]	CZ – Vnitřní omítka – vápenocementová	10,0

Tab.4 Návrh popisu parametrů EO příčky Ytong projektantem nadefinovaná

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Konstrukce	341 YTG111#125	Ytong pórobetonové tvárnice	125,0	m ²	18,012

Tab.5 Návrh popisu parametrů EO příčky Ytong po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Dokončovací	784 MAL874	Malba stěn otěruvzdorná za sucha dobře včetně penetrace		m ²	18,012
2	Dokončovací	621 OVC123#10	Omítka stěn vápenocementová	10	m ²	18,012
3	Konstrukce	341 YTG111#125	Ytong pórobetonové tvárnice pro nenosné zdivo	125	m ²	18,012
4	Dokončovací	621 OVC123#10	Omítka stěn vápenocementová	10	m ²	18,012
5	Dokončovací	784 MAL874	Malba stěn otěruvzdorná za sucha dobře včetně penetrace		m ²	18,012

Z obrázků vidíme, že elementární objekt se skládá z pórobetonového zdiva tl. 125 mm, povrchová úprava je tvořena vápenocementovou omítkou tl. 10 mm a malbou z obou stran. Kód elementárního objektu (viz Obr. 7).

**341 YTG111#125; 621 OVC123#10*2; 784 MAL874*2;
SO1 2NP EO#####**

Obr. 7: Kód elementárního objektu příčky tl. 125 mm

Popis kódu pórobetonové příčky Ytong tl. 125 mm:

- 3 – svislé konstrukce,
- 4 – nenosné,
- 1 – zděné,
- YTG111 – pórobetonová příčkovka Ytong,
- # - znak pro tloušťku konstrukce,
- 125 – vlastní tloušťka konstrukce,
- ; - znak oddělující jednotlivé části kódu,
- 6 – povrchové úpravy,
- 2 – stěn,
- 1 – omítky,
- OVC123 – vápenocementová omítka,
- * znak pro opakování konstrukce v rámci EO,
- 2 – počet opakování kódu,
- 784 – malby a tapety,
- MAL874 – malba stěn otěruvzdorná za sucha dobře,
- SO1 – označení stavebního objektu,
- 2NP – označení patra,
- EO##### - označení elementárního objektu.

Tab.6 Návrh popisu parametrů EO podlahy po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Dokončovací	775 DRL421#35	Dřevěná lišta	35	m	20,25
2	Dokončovací	775 DRP673#22	Dřevěná parketová podlaha	22	m ²	25,90
3	Konstrukce	611 BTM458#80	Betonová mazanina tl. do 80 mm vč. výztuže a přehlazení	60	m ³	1,554
4	Konstrukce	611 VMK458	Výztuž betonové mazaniny Kari sítí		t	0,081
5	Konstrukce	611 PEF864	PE separační fólie		m ²	25,90
6	Tep./zvuk. izolace	611 OBD371#10	PE obvodový dilatační pásek	10	m	21,05
7	Tep./zvuk. izolace	713 EPS276#25	Kročejová izolace	25	m ²	25,90

V tabulce vidíme skladbu podlahy, nyní již jen variantu toho, jak by měla vypadat nová verze této tabulky sestavená rozpočtářem. Položka betonové mazaniny je již agregovaná, včetně příplatků za stržení a přehlazení povrchu. Na dalším obrázku pak vidíme složený EO podlahy ložnice.

**611 BTM458#80; 611 VMK458; 611 PEF864;
611 OBD371#10; 713 EPS276#25; 775 DRP673#22;
775 DRL421#35; SO1 2NP EO#####**

Obr.8: Kód elementárního objektu podlahy

Následující tabulka popisuje nosnou stěnu z pórobetonového zdiva a na ní přilehající povrchové úpravy.

Tab.7 Návrh popisu parametrů EO nosné stěny po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Konstrukce	331 YTG641#300	Ytong pórobetonové tvárnice pro nosné zdivo	300	m ²	21,598
2	Dokončovací	621 OVC123#10	Omítka stěn vápenocementová	10	m ²	21,598
3	Dokončovací	784 MAL874	Malba stěn otěruvzdorná za sucha dobře vč. pen.		m ²	21,598

**331 YTG641#300; 621 OVC123#10; 784 MAL874;
SO1 1NP EO####**

Obr.9: Kód elementárního objektu nosné obvodové stěny

Další konstrukcí, na které si ukážeme návrh kódování je stropní deska.

Tab.8 Návrh popisu parametrů EO stropní desky po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Konstrukce	424 MZB756	ŽB monolitická deska	200	m ³	36,950
2	Konstrukce	424 VZB756	Výztuž R 10505		t	4,434
3	Pomocné	424 ZBD891#250	Zřízení bednění stropní desky výšky 250 mm včetně podpěrné konstrukce	200	m ²	125,256
4	Pomocné	424 OBD891#250	Odstranění bednění stropní desky výšky 250 mm včetně podpěrné konstrukce	200	m ²	125,256
5	Dokončovací	631 OVC123#10	Omítka stropů vápenocementová	10	m ²	125,256
6	Dokončovací	784 MAL774	Malba stropů otěruvzdorná za sucha dobře včetně penetrace		m ²	125,256

**424 MZB756; 424 VZB756; 424 ZBD891#250;
424 OBD891#250; 631 OVC123#10; 784 MAL774;
SO1 1NP EO####**

Obr.10: Kód elementárního objektu stropní desky

U položek s výztuží by byla přednastavená hodnota, která by se automaticky kalkulovala z m³ konstrukce. Tato hodnota by se musela v případě jiného množství výztuže přepsat. Následující tabulka obsahuje parametry okna a přiléhající konstrukce.

Tab.9 Návrhu popisu parametrů EO okna po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Dokončovací	766 OKN451	Okno dvoukřídlé izolační dvojsklo 1500x1500 mm		kus	1,0
2	Dokončovací	661 IPL441	Vnitřní připojovací podomítková lišta		m	4,5
3	Dokončovací	661 EPL451	Fasádní připojovací podomítková lišta		m	4,5
4	Dokončovací	766 IPR246#30	Vnitřní dřevěný parapet	30	m	1,5
5	Dokončovací	764 EPR317#0,6	Hliníkový venkovní parapet r.š. 300 mm	0,6	m	1,5

**766 OKN451; 661 IPL441; 661 EPL451; 766 IPR246#30;
764 EPR317#0,6; SO1 1NP EO#####**

Obr.11: Kód elementárního objektu okna

Tabulka dveřních křídel a navazujících konstrukcí:

Tab.10 Návrh popisu parametrů EO dveří po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Dokončovací	766 DVR632	Dveřní křídlo 800x1970 mm HDF desky lakovaná fólie		kus	1,0
2	Dokončovací	766 ZAR745	Obložková zárubeň 800x1970 mm		kus	1,0
3	Dokončovací	767 KOV321	Dveřní kování včetně vložky		kus	1,0
4	Dokončovací	766 PRH843	Dveřní dřevěný práh délky 800 mm		kus	1,0

**766 DVR632; 766 ZAR745; 767 KOV321; 766 PRH843;
SO1 2.NP EO#####**

Obr.12: Kód elementárního objektu dveří

Tabulka základové konstrukce:

Tab.11 Návrh popisu parametrů EO základu po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Hydroizolace	711 VHI023	Vodorovná hydroizolace spodní stavby		m ²	134,760
2	Konstrukce	211 DZB782	Deska základová ŽB		m ³	20,214
3	Konstrukce	211 VZB782	Výztuž základových desek R 10505		t	1,617
4	Konstrukce	291 PSP812#150	Podsyp ze šterkopísku	150	m ²	134,760

**211 DZB782; 211 VZB782; 291 PSP812#150; 711 VHI023;
SO1 1PP EO#####**

Obr.13: Kód elementárního objektu základů

Tabulka schodišťové konstrukce:

Tab.12 Návrh popisu parametrů EO schodiště po zpracování rozpočtářem

	Funkce	Kód	Materiál	Tloušťka	MJ	Výměra
1	Konstrukce	445 ZBS814	ŽB monolitické dvouramenné schodiště s nadbetonovanými stupni		m ³	4,479
2	Konstrukce	445 VZB814	Výztuž schodiště R 10 505		t	0,672
3	Pomocné	445 ZBD514	Zřízení bednění schodiště		m ²	11,43
4	Pomocné	445 OBD514	Odstranění bednění schodiště		m ²	11,43
5	Dokončovací	767 ZAB842	Schodišťové zábradlí		m	8,43

**445 ZBS814; 445 ZBD514; 445 OBD514; 445 VZB814;
767 ZAB842; SO1 1NP EO#####**

Obr.14: Kód elementárního objektu schodiště

3.4. Práce s elementárními objekty

Elementární objekty by se následně vykazaly v tabulce EO (viz Tab.13). Tato tabulka by byla spíše pomocná pro jednodušší přístup k elementárním objektům na automatizaci tvorby soupisu prací nemá vliv.

Tab.13 Tabulka elementárních objektů

	Číslo	Kód	Umístění
1	EO#####	341 YTG111#125; 621 OVC123#10*2; 784 MAL874*2	SO1 2NP
2	EO#####	611 BTM458#80; 611 PEF864; 611 OBD371#10; 713 EPS276#25; 775 DRP673#22; 775 DRL421#35	SO1 2NP
:			
8	EO#####	445 ZBS814; 445 ZBD514; 445 OBD514; 445 VZB814; 767 ZAB842	SO1 1NP

3.5. Sestavení soupisu prací

Výměry se odečítají z programu Revit s odkazem na patra nebo jednotlivé konstrukce. Na stavebních dílech je znázorněno, jak se sestavuje VV a jaké položky soupisu prací jsou pro dané konstrukce potřebné. V jednotlivých staveních dílech jsou pouze návrhy soupisu prací několika položek a jejich zpracování. Kompletní soupis prací je součástí příloh (viz Příloha č. 1).

Příklady položek jsou doplněny o návrh nového kódu a výměr automaticky odečtených z programu Revit. Ovšem některé stavební díly obsahují komentář k možné úpravě položek či zjednodušení tvorby soupisu prací s pomocí BIM.

3.5.1. Zemní práce

Prvním stavebním dílem HSV jsou zemní práce. Kód stavebního dílu - zemní práce začíná vždy číslem 1. První položkou je sejmutí ornice (viz Tab.14). U této položky je nutné správně zvolit mocnost ornice. Dále z PD odečteny půdorysné rozměry, měrná jednotka položky je v m². Dalšími položkami v tomto dílu je např. hloubení jam či položky pro manipulaci s výkopkem (viz Příloha č. 1).

Tab.14 Položka sejmutí ornice

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
121151104	121 SOR104#250	Sejmutí ornice plochy do 100 m2 tl vrstvy do 250 mm strojně	m2	491,175	-
22,5*21,83				491,175	

3.5.2. Zakládání

Dalším stavebním dílem je zakládání, všechny položky tohoto stavebního dílu začínají číslem 2. Vzorový objekt je založen na základové desce z železobetonu třídy C 25/30 s výztuží 10 505 (R). Položky se zde dělí na beton a výztuž (viz Tab.15). Následná položka, která spadá do tohoto oddílu je podsyp ze šterkopísku. U položky výztuže základové desky bylo množství odečtené z programu Revit dopočítáno dle předpokládaného množství výztuže pro základovou desku, konkrétně 0,12 t/m³. Tento předpoklad bude součástí negrafických dat položky a v budoucnu se tato výměra bude generovat automaticky, nyní autor navrhl možné fungování automatického odečítání u položek výztuže pomocí ručního přepočtu.

Tab.15 Položky pro Základovou desku ze ŽB

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
273321511	211 DZB782	Základové desky ze ŽB bez zvýšených nároků na prostředí tř. C 25/30	m3	20,211	20,214
„tloušťka 150 mm“ (9*12,26+2,5*9,76)*0,15				20,211	
273361821	211 VZB782	Výztuž základových desek betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	2,425	2,426
„předpoklad 120 kg/m3“ 20,211*120/1000				2,425	

3.5.3. Svislé a kompletní konstrukce

Tento stavební díl začíná číslem 3. Z položek vzorového objektu spadá do tohoto stavebního dílu nosné a nenosné zdivo, překlady a kotvení příček. Dle zvyklostí VV se u položek zdiva nejdříve spočítá výměra a následně se na dalším řádku odečítají otvory (viz Tab.16).

Tab.16 Nosné zdivo Ytong

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
311272211.XLA	331 YTG641#300	Zdivo z tvárnic Ytong Standard 300 tl zdiva 300 mm	m2	314,059	316,317
„1.NP v. 3,195 m“ (11,946+8,685+2,5*2+9,446+11,188*2+6,6)*3,195				204,649	
„odpočet otvorů“ - (2,6*1,5+3,0*1,5+1,5*1,5*2+1,6*1,97+1,25*1,5*3+0,625*0,65+0,625*1,25)				-22,865	
"2.NP v. 3,145" (11,946+8,685+2,5+2,585+9,446+11,185)*3,145				145,761	
"odpočet otvorů" -(1,5*0,75+1,5*1,5*2+1,5*2,36*2+0,625*1,25)				-13,486	
Součet				314,059	

3.5.4. Vodorovné konstrukce

Čtvrtým oddílem HSV jsou vodorovné konstrukce. Položky v oddílu - vodorovné konstrukce začínají číslem 4. Jedná se převážně o stropní nosné konstrukce a schodiště. Na příkladu jsou uvedeny položky potřebné ke konstrukci ŽB stropní desky. Spadá sem beton, výztuž, zřízení a odstranění bednění a podpěrná konstrukce (viz Tab.17). U položek, které mají stejnou výměru není zapotřebí počítat výkaz výměr dvakrát, ale je možné spojit tyto položky do vazby, následně je výkaz jedné položky promítnut i do všech ostatních položek ve vazbě. U položek výztuže bylo množství doplněno stejně jako (viz Kapitola 3.5.2.), s rozdílem předpokládaného množství výztuže na m³, které ale v tomto případě shodou okolností vychází stejně, tedy 0,12 t/m³.

Tab.17 Položky nosné stropní konstrukce

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
411321414	424 MZB756	Stropy deskové ze ŽB tř. C 25/30	m3	58,601	58,799
"strop nad 1.NP tl. 200 mm" (9*12,26+2,5*9,76)*0,2				26,948	
"odpočet prostorů schodiště" -(2,75*3,535)*0,2				-1,944	
"strop nad 2.NP tl. 250 mm" (9*12,26+2,5*9,76)*0,25				33,685	
"odpočet prostupu do podkrovi" -(0,7*0,5)*0,25				-0,088	
411351011	424 ZBD881#250	Zřízení bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné kce	m2	282,798	282,673
"strop nad 1.NP tl. 200 mm" 9*12,26+2,5*9,76				134,740	
"odpočet prostorů schodiště" -(2,75*3,535)				-9,721	
"svislá část bednění" (47,5+3,535*2)*0,2				10,914	
"strop nad 2.NP tl. 250 mm" 9*12,26+2,5*9,76				134,740	
"odpočet prostupu do podkrovi" -(0,7*0,5)				-0,350	
"svislá část bednění" (47,5+(0,7+0,5)*2)*0,25				12,475	
411351012	424 OBD881#250	Odstranění bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné kce	m2	282,798	282,673
411354313	424 ZPK881#250	Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	259,759	260,004
"strop nad 1.NP tl. 200 mm" 9*12,26+2,5*9,76				134,740	
"odpočet prostorů schodiště" -(2,75*3,535)				-9,721	
"strop nad 2.NP tl. 250 mm" 9*12,26+2,5*9,76				134,740	
411354314	424 OPK881#250	Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	259,759	260,004
411361821	424 VZB756	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	7,032	7,056
"předpoklad 120 kg/m3" 58,601*120/1000				7,032	

3.5.5. Úpravy povrchů

Dalším stavebním dílem jsou úpravy povrchů položky a v tomto oddílu začínají číslem 6. Ze vzorového objektu byly z oddílu 6 použity položky pro kontaktní zateplovací systém, vnitřní a venkovní omítky a betonové mazaniny (viz Tab.18). Betonová mazanina je složena z položky pro betonovou mazaninu, položek pro přehlazení a stržení povrchu a výztuž pomocí Kari sítí. Podobně jako položky pro zřízení a odstranění bednění i položky pro příplatky mohou být ve vazbě, tudíž nemusí mít svůj vlastní výkaz. Navrhovaná položka pro výztuž by měla opět přednastavený přepočít na množství výztuže, v tomto případě Kari sítí, autor tedy podle množství výztuže $3,113 \text{ kg/m}^2$ doplnil výměru této položky.

Tab.18 Položky betonové mazaniny

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
631311115	611 BTM450#80	Mazanina tl do 80 mm z betonu prostého bez zvýšených nároků na prostředí tř. C 20/25	m3	13,123	13,123
<i>"převzato z tabulky místnosti"</i>					
<i>"1.NP tl. 60 mm"</i>				6,782	
<i>(40,03+8,37+15,88+9,71+7,01+8,34+23,69)*0,06</i>					
<i>"2.NP tl. 60 mm"(8,16+21,54+23,43+21,04+25,9+5,61)*0,06</i>				6,341	
<i>Součet</i>				13,123	
631319011	611 PBM411#80	Příplatek k mazanině tl do 80 mm za přehlazení povrchu	m3	13,123	13,123
631319171	611 PBM421#80	Příplatek k mazanině tl do 80 mm za stržení povrchu spodní vrstvy před vložením výztuže	m3	13,123	13,123
631362021	611 VMK458	Výztuž mazanin svařovanými sítěmi Kari	t	0,681	0,681
<i>"sítě 5/5 100/100 3,113 kg/m2"</i>					
<i>"převzato z tabulky místnosti"</i>					
<i>"1.NP tl. 60 mm" 40,03+8,37+15,88+9,71+7,01+8,34+23,69</i>				113,030	
<i>"2.NP tl. 60 mm"8,16+21,54+23,43+21,04+25,9+5,61</i>				105,680	
<i>Mezisoučet</i>				218,710	
<i>218,710*3,113/1000</i>				0,681	

3.5.6. Ostatním konstrukce a práce, bourání

Posledním potřebným oddílem HSV je oddíl ostatních konstrukcí a prací, začínající číslem 9. Z oddílu ostatních konstrukcí a prací jsou použity položky pro montáž, demontáž a příplatek trubkového lešení (viz Tab.19), dále lešení pomocného, vyčištění budovy a zvukově izolační prvky schodiště. Trubkové fasádní lešení se počítá z plochy, na kterou je používáno, tedy vnější stěny domu včetně otvorů.

Dále byla použita položka pro přesun hmot HSV, která také spadá pod oddíl 9 (viz Tab.20). Položky pro přesun hmot generují množství automaticky z hmotnosti ostatních položek v oddílech, není potřebné u nich sestavovat výkaz výměr.

Tab.19 Položky trubkového lešení

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
941111121	941 MLT111	Montáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m ² š do 1,2 m v do 10 m	m ²	337,250	338,410
<i>47,5*7,1</i>				<i>337,250</i>	
941111221	941 PLT111	Příplatek k lešení řadovému trubkovému lehkému s podlahami š 1,2 m v 10 m za první a ZKD den použití	m ²	2 465,52	-
<i>"předpoklad 7 dní" 47,7*7,1*7</i>				<i>2 465,52</i>	
941111821	941 DLT111	Demontáž lešení řadového trubkového lehkého s podlahami zatížení do 200 kg/m ² š do 1,2 m v do 10 m	m ²	337,250	338,410
<i>47,5*7,1</i>				<i>337,250</i>	

Tab.20 Přesun hmot HSV

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
998011002	998 HSV112	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	373,307	-

3.5.7. Stavební díly PSV

Následující stavební díly jsou již součástí skupiny přidružené stavební výroby (PSV). Všechny položky v těchto dílech začínají číslem 7 a dalšími dvěma čísly, která jsou různá dle stavebního dílu PSV např. číslo 711 značí oddíl Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům. Pro potřeby sestavení soupisu prací vzorového objektu jsou v příkladech využity položky z oddílu 711, pro provedení izolace spodní stavby, oddílu 765 - krytina skládaná a oddílu 784 - dokončovací práce - malby a tapety.

Většina položek v oddílech PSV je rozdělena na položky montáže a specifikace, jak je vidět např. na položkách pro provedení penetračního nátěru (viz Tab.21), kde je montážní položka pro vodorovný a svislý penetrační nátěr a specifikace v podobě penetračního asfaltového laku. Výměra odečtená z programu Revit u položky specifikace asfaltového laku, byla autorem přepočtena dle užití množství laku na m², tuto operaci by BIM model prováděl automaticky pomocí negrafických dat položky.

Každý stavební díl PSV má vlastní položku pro přesun hmot viz (Tab.22), kromě oddílu 784 ten specifickou položku pro přesun hmot nemá. Dále pro potřeby sestavení soupisu prací vzorového objektu jsou využity následující stavební díly:

- 713 – Izolace tepelné,
- 762 – Konstrukce tesařské,
- 763 – Konstrukce suché výstavby,
- 764 – Konstrukce klempířské,
- 765 – Krytina skládaná,
- 766 – Konstrukce truhlářské,
- 767 – Konstrukce zámečnické,
- 771 – Podlahy z dlaždic,
- 775 – Podlahy skládané,
- 781 – Dokončovací práce – obklady a
- 784 – Dokončovací práce – malby a tapety.

Tab.21 Položky penetračního nátěru v oddílu 711

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
711111001	711 VHI025	Provedení izolace proti zemní vlhkosti vodorovné za studena nátěrem penetračním	m2	134,740	135,280
<i>"HI zákl desky"9*12,26+2,5*9,76</i>				<i>134,740</i>	
711112001	711 SHI025	Provedení izolace proti zemní vlhkosti svislé za studena nátěrem penetračním	m2	14,250	14,482
<i>"přesah HI 300 mm"47,5*0,3</i>					
11163150	711 LPA150	lak penetrační asfaltový	t	0,049	0,049
<i>"HI zákl. desky"9*12,26+2,5*9,76</i>				<i>134,740</i>	
<i>"přesah HI 300 mm"47,5*0,3</i>				<i>14,250</i>	
<i>Součet</i>				<i>148,990</i>	
<i>148,99*0,00033 'Přepočtené koeficientem množství</i>				<i>0,049</i>	

Tab.22 Přesun hmot oddílu 766

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
998766102	998 PSV662	Přesun hmot tonážní pro konstrukce truhlářské v objektech v do 12 m	t	1,708	-

Tab.23 Položky z oddílu 765

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
765123012	765 KBS012	Krytina betonová drážková s povrchovou úpravou skládaná na sucho sklonu do 30°	m2	185,735	185,498
"střecha"					
11,09*6,11/2+12,839*6,5/2+13,59*6,5/2+10,33*5,7/2+2,5*7,304*2				185,735	
765123122	765 KBS122	Krytina betonová univerzální ochranná a větrávací mřížka okapové hrany	m	52,840	52,840
52,84				52,840	
765123212	765 KBS212	Krytina betonová drážková nárožní hrana provětrávaná z hřebenáčů s povrchovou úpravou	m	38,672	38,650
7,842*3+0,538+7,304*2				38,672	
765123312	765 KBS312	Krytina betonová drážková hřeben provětrávaný z hřebenáčů s povrchovou úpravou	m	4,240	4,242
1,74+2,5				4,240	
765123411	765 KBS411	Krytina betonová drážková úžlabí ze systémového hliníkového pásu s barevnou povrchovou úpravou	m	7,304	7,304
7,304				7,304	

Tab.24 Položky z oddílu 784

Kód	Navrhovaný kód	Popis	MJ	Množství	Množství Revit
784181101	784 ZAP101	Základní akrylátová jednonásobná bezbarvá penetrace podkladu v místnostech výšky do 3,80 m	m2	671,452	670,845
<i>"1.NP převzato z tabulky místností"</i> <i>40,03+8,37+15,88+9,71+7,01+23,69</i>				104,690	
<i>"2.NP převzato z tabulky místností" 8,16+23,43+21,04+25,9+5,61</i>				84,140	
<i>"1.NP v. 3,0"(22,661+9,205+16,338+9,812+11,604+20,111)*3,0</i>				269,193	
<i>"odpočet otvorů" -</i> <i>(0,7*1,97*3+0,8*1,97*2+0,625*1,25+1,25*1,75+1,25*1,5*3+1,6</i> <i>*1,97+1,65*1,97*2+1,5*1,5*2+3,0*15+1,5*2,6)</i>				-78,936	
<i>"2.NP v.</i> <i>3,0"(8,69+19,8+9,812+18,385+21,05+9,475+18,831)*3,0</i>				318,129	
<i>"odpočet otvorů" -(0,8*1,97*9+1,5*1,5*2+1,5*2,36*2)</i>				-25,764	
<i>Součet</i>				671,452	
784211101	784 MAL870	Dvojnásobné bílé malby ze směsí za mokra výborně otěruvzdorných v místnostech výšky do 3,80 m	m2	671,452	670,845
<i>"1.NP převzato z tabulky místností"</i> <i>40,03+8,37+15,88+9,71+7,01+23,69</i>				104,690	
<i>"2.NP převzato z tabulky místností" 8,16+23,43+21,04+25,9+5,61</i>				84,140	
<i>"1.NP v. 3,0"(22,661+9,205+16,338+9,812+11,604+20,111)*3,0</i>				269,193	
<i>"odpočet otvorů" -</i> <i>(0,7*1,97*3+0,8*1,97*2+0,625*1,25+1,25*1,75+1,25*1,5*3+1,6</i> <i>*1,97+1,65*1,97*2+1,5*1,5*2+3,0*15+1,5*2,6)</i>				-78,936	
<i>"2.NP v.</i> <i>3,0"(8,69+19,8+9,812+18,385+21,05+9,475+18,831)*3,0</i>				318,129	
<i>"odpočet otvorů" -(0,8*1,97*9+1,5*1,5*2+1,5*2,36*2)</i>				-25,764	
<i>Součet</i>				671,452	

3.6. Zhodnocení sestavení soupisu prací

Ze sestavování soupisu prací vyplývá, že i na stavební objekt jakým je rodinný dům bylo zapotřebí velké množství položek a času vynaloženého na sestavení soupisu prací, především výkazu výměr tradiční metodou. Z odečtených výměr z programu Revit bylo na uvedených příkladech dosaženo nejméně 99% podobnosti. Není vyloučeno, že v průběhu sestavování výkazů jednotlivých položek mohlo dojít k pochybení autora, nikoliv programu. Jedná se o velkou úsporu času, s velkou přesností odečtených dat. Ještě větší úspory času pak bude dosaženo, jestliže program tyto informace bude odečítat automaticky díky položkám knihovny, kterým budou přiřazeny negrafická data.

U některých položek, jako např. sejmutí ornice nebo přesuny hmot nelze z programu Revit odečíst výměru, ta se musí doplnit ručně. U položek zemních prací je k automatickému odečítání výměr potřebný samostatný model zemních prací budovaného objektu, poté lze i výměry zemních prací automaticky odečítat z modelu. U položek přesunů hmot se výměry počítají automaticky z hmotnosti ostatních položek, finální výměra této položky by byla stanovena až po kontrole soupisu prací rozpočtářem a doplnění automaticky nevygenerovaných položek. Autor nebyl schopen tuto položku z programu Revit odečíst. Položky přesunů by bylo možné přidávat automaticky, pokud se v soupisu objeví položka z daného stavebního dílu. Tyto položky by ovšem rozpočtář musel kontrolovat, protože u některých staveb se vzhledem např. k umístění stavby nebo požadavkům prostředí, ve kterém se stavba bude nacházet, kupříkladu v prostorách pietních míst přesuny mohly provádět pouze bez mechanizace. Tyto informace ovšem BIM model „zatím“ neumí posoudit.

U položek betonové mazaniny a jejích příplatků by do budoucna mohly být tyto položky agregovány do jedné, na základě zpětné vazby o spolu často používaných položkách. Na příkladu (viz Kapitola 3.5.5.) autor zachoval nyní používanou strukturu a neslučoval položky mazaniny do jedné agregované. Příklad, jak by sloučená položka mohla vypadat, autor znázornil (viz Kapitola 3.3.).

Agregovány by mohly být také položky pro montáž a demontáž lešení. Nově vzniklá knihovna by tak obsahovala jak položku agregovanou, tak i položky neagregované (viz Tab. 19). Příplatek za každý den použití by doplňoval rozpočtář ručně, automaticky by se tato položka mohla přepočítávat za předpokladu propojení modelu s harmonogramem.

Agregace položek by mohla být žádoucí i u položek, které nyní mají zvlášť položku montáže a specifikace nebo položek spolu často používaných. Do budoucna by tak často užívané položky mohly být agregovány, jak autor demonstuje na návrzích (viz. Kapitola 3.3.).

Závěr

V této práci autor provedl rešerši klasifikačních systémů a zjistil, že ze zkoumaných klasifikačních systémů žádný není zcela vyhovující pro automatizaci procesu oceňování v BIM modelu. Hlavně vzhledem k absenci vazby na v tuzemsku používané a zažité cenové soustavy, které se při sestavování soupisu prací používají.

Byl představen návrh procesů nutný k automatizaci tvorby rozpočtu, respektive soupisu prací s vazbou na zažité cenové soustavy. Teoreticky byla popsána tvorba nové knihovny vhodné pro automatizaci oceňování staveb v BIM modelu s vazbou na cenové soustavy. Byly popsány výhody této knihovny, které plynou hlavně z přiřazení negrafických dat jednotlivým položkám cenových soustav s nově navrženými úpravami podoby kódů položek. Také byl popsán význam role tvůrce modelu a rozpočtáře v procesu automatizace a následné možnosti práce s automaticky vygenerovanými informacemi.

Dále autor vytvořil návrh kódů jednotlivých položek z navržené knihovny na konkrétních prvcích objektu rodinného domu, a jak by tyto kódy mohly být zobrazovány v prostředí programu Revit.

Na závěr byl sestaven soupis prací zmíněného objektu s položkami nyní používaných cenových soustav doplněných o příklady návrhu nového kódování. K soupisu prací byl sestaven výkaz výměr dle rozpočtářských zvyklostí a následně byl porovnán s výměrami odečtenými z programu Revit. Při porovnání těchto dvou výměr autor vyhodnotil, že na vybraných příkladech, u kterých bylo možné výměry odečíst, bylo dosaženo nejméně 99% podobnosti, s velkou úsporou času, především díky odečtení výměr přímo z modelu a absence nutnosti jejich výpočtu.

Jelikož pokroky v práci s BIM modely rychle přibývají, má autor v plánu se tomuto tématu věnovat v navazujícím magisterském studiu.

Seznam obrázků

Obr.1:	Schématický kód	17
Obr.2:	Kategorie klasifikačního systému CoClass.....	19
Obr.3:	Počty úrovní tabulek CoClass	19
Obr.4:	Popis kódu CoClass	20
Obr.5:	Schéma potřebných kroků.....	22
Obr.6:	Schématický kód	24
Obr.7:	Kód elementárního objektu příčky tl. 125 mm	27
Obr.8:	Kód elementárního objektu podlahy	28
Obr.9:	Kód elementárního objektu nosné obvodové stěny	29
Obr.10:	Kód elementárního objektu stropní desky	30
Obr.11:	Kód elementárního objektu okna	31
Obr.12:	Kód elementárního objektu dveří.....	32
Obr.13:	Kód elementárního objektu základů	33
Obr.14:	Kód elementárního objektu schodiště	33

Seznam tabulek

Tab.1	Základní rozdělení tabulek CCI s příklady.....	15
Tab.2	Podrobnější rozsah členění UniClass 2 v oblasti pozemních staveb.....	18
Tab.3	Parametry příčky Ytong v programu Revit	25
Tab.4	Návrh popisu parametrů EO příčky Ytong projektantem nadefinovaná.....	25
Tab.5	Návrh popisu parametrů EO příčky Ytong po zpracování rozpočtářem	26
Tab.6	Návrh popisu parametrů EO podlahy po zpracování rozpočtářem	28
Tab.7	Návrh popisu parametrů EO nosné stěny po zpracování rozpočtářem	29
Tab.8	Návrh popisu parametrů EO stropní desky po zpracování rozpočtářem.....	30
Tab.9	Návrhu popisu parametrů EO okna po zpracování rozpočtářem	31
Tab.10	Návrh popisu parametrů EO dveří po zpracování rozpočtářem.....	32
Tab.11	Návrh popisu parametrů EO základu po zpracování rozpočtářem.....	32
Tab.12	Návrh popisu parametrů EO schodiště po zpracování rozpočtářem	33
Tab.13	Tabulka elementárních objektů	34
Tab.14	Položka sejmutí ornice	35
Tab.15	Položky pro Základovou desku ze ŽB	35
Tab.16	Nosné zdivo Ytong	36
Tab.17	Položky nosné stropní konstrukce.....	37
Tab.18	Položky betonové mazaniny.....	39
Tab.19	Položky trubkového lešení	40
Tab.20	Přesun hmot HSV	40
Tab.21	Položky penetračního nátěru v oddílu 711	42
Tab.22	Přesun hmot oddílu 766.....	42
Tab.23	Položky z oddílu 765.....	43
Tab.24	Položky z oddílu 784.....	44

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Vzorový položkový rozpočet

Literatura

Text literature

- [1] BARNES, Peter a Nigel DAVIES. *BIM in principle and in practice*. London: Thomas Telford Limited/ICE Publishing, [2014]. ISBN 978-0-7277-5863-7.
- [2] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Stanislav VITÁSEK, Lucie BROŽOVÁ a Iveta STŘELCOVÁ. *Oceňování staveb*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-800-1067-482.
- [3] BORRMANN, André, Markus KÖNIG, Christian KOCH a Jakob BEETZ. *Building information modeling: technology foundations and industry practice*. Cham: Springer, [2018]. ISBN 978-3-319-92861-6.
- [4] ČAS – Koncepce BIM 2022. Rešerše a srovnání klasifikačních systémů stavebních prvků v kontextu informačního modelování staveb zpráva, 4/2019. URL <https://www.koncepcbim.cz/dokumenty?dok=362>.
- [5] Česká agentura pro standardizaci. Koncepce BIM 2022, 4/2021. URL <https://www.koncepcbim.cz>.
- [6] ČAS – Koncepce BIM 2022. Pracovní skupiny, 4/2021. URL <https://www.koncepcbim.cz/pracovni-skupiny>.
- [7] M. Hampl. BIM 5D, ceny a klasifikace produkce (část 1), 5/2016. URL <https://www.tzb-info.cz/bim-informacni-model-budovy/14211-bim-5d-ceny-a-klasifikace-produkce-cast-1>.
- [8] Práce s negrafickými daty v BIM stavebním procesu. Praha, 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových a zděných konstrukcí.
- [9] Vyhláška č. 169/2016 Sb. *Vyhláška o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr*, 10/2016.
- [10] Zákon č. 134/2016 Sb. *Zákon o zadávání veřejných zakázek*, 10/2016.
- [11] NBS. About NBS, 04/2021. URL <https://www.thenbs.com/about-nbs>.
- [12] NBS. Uniclass 2015, 04/2021. URL <https://www.thenbs.com/our-tools/uniclass-2015>.
- [13] Cenová soustava ÚRS. Třídník stavebních konstrukcí a prací (TSKP), 4/2021. URL https://www.cs-urs.cz/tridniky-a-ciselniky/tskp/?023_a3161.
- [14] SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, Lucie BROŽOVÁ a Stanislav VITÁSEK. *Ekonomika výstavbových projektů*. Praha: Powerprint, 2018. ISBN 978-80-7568-130-0.
- [15] ČAS – Klasifikační systém CCI, 4/2021. URL <https://www.koncepcbim.cz/846-klasifikacni-system-cci>.
- [16] ČAS – Klasifikační systém CCI online, 4/2021. URL <https://www.koncepcbim.cz/klasifikacni-system-cci?k=2>.
- [17] Byggtjanst – CoClass, 4/2021. URL <https://coclass.byggtjanst.se/en/>.

- [18] KUČEROVÁ, Helena. *Organizace znalostí: klíčová témata*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2017. ISBN 978-802-4635-873.
- [19] NBS. NBS' 10th National BIM Report, 05/2020. URL <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2020>.
- [20] Kateřina Kubrichtová, Karel Kabele. Integrovaný návrh vytápění NZEB s podporou BIM, 08/2019. URL <https://vytapani.tzb-info.cz/19415-integrovaný-navrh-vytapani-nzeb-s-podporou-bim>.