

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2019

Bc. Tomáš Bílek

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bílek** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **426426**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

BIM v dopravním stavitelství

Název diplomové práce anglicky:

BIM in Transport Engineering

Pokyny pro vypracování:

- Přínosy BIM pro dopravní stavitelství.
- Zahnutí potřeb dopravní infrastruktury při zavádění metody BIM.
- Příprava a realizace pilotních projektů.
- Vytvoření podmínek pro zavádění BIM pro dopravní stavby a úprava postupů prostřednictvím přípravy technických předpisů a metodik (Přiřazení 5D informace = ceny z OTSKP k jednotlivým konečným prvkům, zhodnocení volby klasifikačního systému z pohledu cenotvorby a míry přesnosti výstupní informace).

Seznam doporučené literatury:

- 1/ Matějka, P., J. Růžička, J. Žák, P. Hájek, A. Tomek, J. Kaiser, a J. Veselka. 2016. „The implementation of building information modeling into educational programs at CTU in Prague“. In Central Europe towards Sustainable Building 2016 Innovations for Sustainable Future.
- 2/ Žák, J., a J. Brouwers. 2015. „Informační modelování v infrastrukturních stavbách“. In Projektování pozemních komunikací. Praha: PRAGOPROJEKT, a.s. doi:10.13140/RG.2.1.1080.3366.
- 3/ Hořelica, Z., Mertlová, O., Vykydal, I., Žák, J., „Využití digitálních metod a zavedení informačního modelování staveb jako nástroj k dosažení vyšší efektivity staveb financovaných Státním fondem dopravní infrastruktury“. Silnice a železnice, 2017.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

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

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

Datum zadání diplomové práce: **23.02.2019** Termín odevzdání diplomové práce: **19.05.2019**

Platnost zadání diplomové práce: _____

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

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

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Bc. Tomáš Bílek

BIM v dopravním stavitelství

BIM in Transport Engineering

Anotace

Diplomová práce se zabývá problematikou BIM v oboru dopravního stavitelství. Teoretickou část této práce tvoří obecné informace o BIM, dále jsou uvedeny jednotlivé výhody a nevýhody užívání BIM v dopravních stavbách, podmínky a požadavky pro úspěšnou implementaci BIM do současného stavu dopravního stavitelství. Praktická část této diplomové práce řeší konkrétní případ inženýrské stavby, a to z hlediska zvolení vhodné cenové soustavy a následné vazby na BIM model v podrobnosti dokumentace pro provádění stavby (PDPS). Kritériem pro výběr cenové soustavy je především míra agregace jednotlivých položek soupisu prací stavby, což umožňuje vymodelovat jednotlivé konstrukční prvky, přiřadit jim parametry (informace) rozměru 3D a 4D a následně z nich sestavit kompletní model stavby. S tímto modelem následně můžeme nadále pracovat a využívat ho jako podklad pro návaznost na další stupně projektové dokumentace.

Annotation

The thesis deals with the issue of BIM in the field of transport engineering. The theoretical part of this work consists of general information about BIM, then the individual advantages and disadvantages of using BIM in traffic constructions, conditions and requirements for successful implementation of BIM into the current state of road construction are presented. The practical part of this thesis solves a concrete case of transport engineering and from the point of view of the chosen suitable price system. In particular, the criterion for the choice of pricing systems is the breakdown of the individual items relating to the jobs related to the structure and structure of the buildings. This product will be used as a basis for linking to other stages of project documentation.

Klíčová slova

BIM, dopravní stavitelství, cenová soustava, model

Key words

BIM, transport engineering, price system, model

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval paní Ing. Ivetě Střelcové, Ph.D. za odborné konzultace a vedení v průběhu zpracování diplomové práce. Děkuji rovněž panu Karlu Pupíkovi ze společnosti IBR Consulting, s.r.o. za poskytnuté podklady a odborné konzultace potřebné ke zpracování této diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	1
1 BIM v dopravním stavitelství.....	3
1.1 Dlouhodobé přínosy BIM pro dopravní stavitelství.....	4
1.2 Přínosy při přípravě staveb.....	5
1.3 Přínosy při realizaci.....	6
1.4 Přínosy z pohledu investora a při správě a údržbě.....	9
2. Usnesení Vlády ČR ze dne 2. listopadu 2016 č. 958.....	11
3. Zahnutí potřeb dopravní infrastruktury při zavádění metody BIM.....	12
3.1 Aspekty organizační.....	12
3.2 Aspekty technické.....	13
4. Příprava a realizace pilotních projektů.....	13
4.1 Pilotní projekty ŘSD ČR.....	14
4.2 Pilotní projekty SŽDC.....	14
5. Vytvoření podmínek pro zavádění BIM pro dopravní stavby a úprava postupů prostřednictvím přípravy technických předpisů a metodik.....	18
5.1 Plán realizace BIM.....	18
5.1.1 Důvody k vypracování Prováděcího plánu.....	19
5.1.2 Obsah Prováděcího plánu.....	19
5.2 Standard pro předání dat projektu mezi jednotlivými fázemi.....	20
5.3 BIM datové prostředí.....	21
5.3.1 Společné datové prostředí.....	21
5.3.2 Benefity a eliminace současných neefektivností při práci s informacemi.....	22
5.3.3 Základní požadavky na funkčnost a vlastnosti.....	23
5.3.4 Podpora otevřených formátů.....	23
5.4 Pravidla pro tvorbu, předání a používání informačního modelu stavby.....	24
5.5 Požadavky na materiálové a objektové knihovny.....	24
5.6 Integrace BIM pro potřeby MD, SFDI, ŘSD ČR, SŽDC.....	24
6. Klasifikace pro stavební prvky.....	25

6.1	Systemy, části a klasifikace.....	25
6.1.1	Systemy a jejich části.....	25
6.1.2	Klasifikace	26
6.1.3	Klasifikace a BIM.....	26
6.2	Rámcový standard ISO 12006-2.....	26
6.2.1	Souvislosti a rozsah ISO 12006-2.....	26
6.2.2	Hlavní třídy v ISO 12006-2	26
7.	OTSKP	27
7.1	Popisovník prací	28
7.1.1	Účel a cíl popisovníku	29
7.1.2	Využití popisovníku.....	30
7.1.3	Struktura popisovníku.....	30
7.2	Soupis prací.....	31
7.2.1	Použití soupisu prací.....	31
7.2.2	Struktura soupisu prací.....	32
8.	Praktická část.....	33
8.1	Popis objektu.....	34
8.2	Porovnání soupisů prací.....	35
8.3	Modelování systémových rodin.....	42
8.4	Simulace výstavby.....	45
9.	Závěr.....	46
	Seznam zdrojů.....	48
	Literatura.....	59
	Legislativa.....	50
	Seznam tabulek	51
	Seznam obrázků.....	52
	Seznam příloh.....	53
	Seznam zkratk.....	53

Úvod

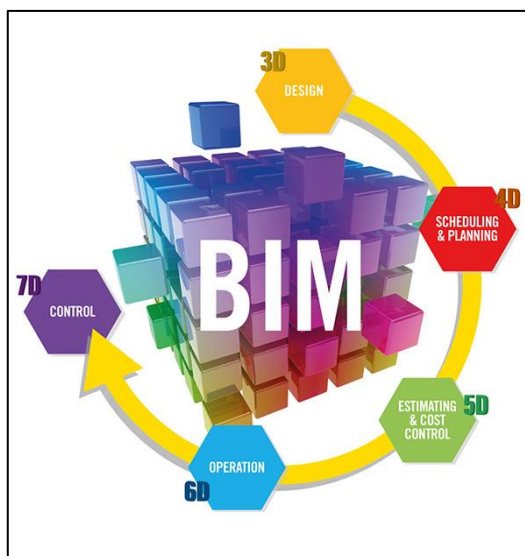
BIM (Building Information Modelling nebo Building Information Management) podle [1, 13] je soubor procesů informačního modelování – vytvoření, aktualizace a správy dat o stavebním projektu během jeho celého životního cyklu. Cílem jej optimalizace a dosáhnout odpovídající přidané hodnoty. [3]

S principy informačního modelování se setkáváme od roku 1974 [12] a v několika posledních letech se tyto principy posunuly z teoretické roviny do praxe. Je tomu tak především díky potenciálu informačního modelování v přinášení úspor, snižování rizik, použití efektivních technologií a systémů řízení založených na analýze dat. [3]

V praxi je tato oblast spojena zejména s digitálním modelem stavby (BIM modelem) od projektování, přes vlastní procesy výstavby až ke správě stavby po celou dobu životnosti. Při využívání metody BIM jde především o změnu přístupu. Jedná se o spolupráci všech účastníků projektu v reálném čase na jednom modelu stavby. S informací o prostorových vazbách mohou být k jednotlivým stavebním prvkům přiřazeny další potřebné informace, jako jsou materiálové vlastnosti, ceny, požadavky na údržbu a opravy. Současně lze takový model účelně propojovat s časovým plánováním a vytvářet tak další rozměry modelu. [3]

V praxi se setkáváme zejména se spojením s digitálním modelem stavby (BIM modelem) od projektování, přes vlastní procesy výstavby až ke správě stavby po celou dobu její životnosti. Při využívání metody se jedná o spolupráci všech účastníků projektu na jednom modelu stavby. [3]

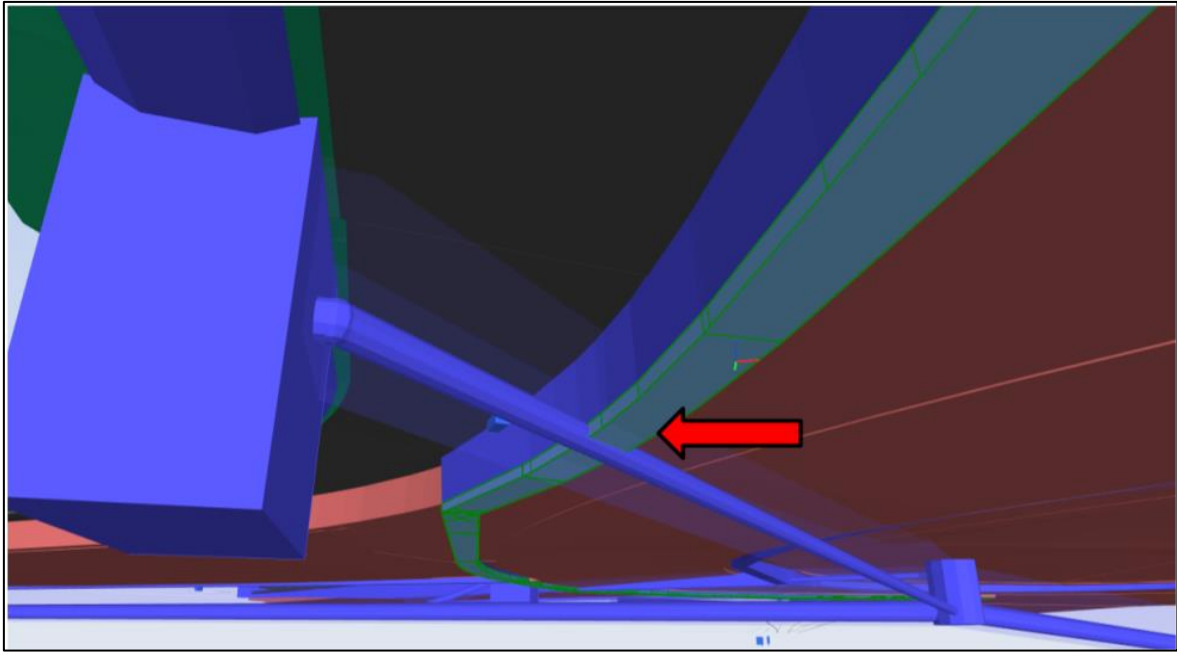
S informací o prostorových vazbách mohou být k jednotlivým stavebním prvkům přiřazeny další potřebné informace, jako jsou materiálové vlastnosti, ceny, požadavky na údržbu a opravy. Současně lze takový model účelně propojovat s časovým plánováním a vytvářet tak další rozměry modelu. [3]



Obrázek č.1: Chápání pojmu BIM v rozměrech 3D- 7D
Zdroj: [5]

Celý proces má za výsledek zvýšení efektivity při řízení přípravy, výstavby a správy stavby a snížení nákladů na její realizaci, a to využitím komplexního přístupu „digitalizace procesu výstavby“, včetně vytvoření komplexního digitálního modelu stavby, který je dostupný jak investorovi, tak jednotlivým dodavatelům. Jeho využití je po celou dobu životnosti stavby, což znamená, že strukturovaná data jsou k dispozici již od prvotního návrhu, přes výstavbu, až po provozování stavby nebo správu budovy a případné rekonstrukce až po její demolici a ekologickou likvidaci nebo opětovné využití stavebního materiálu. [3]

Již v procesu přípravy projektu se projevují výhody zavádění BIM, kde lze odhalit kolize a problémy, které by se musely řešit až na staveništi, což by mělo za následek vynaložení mnohem vyšších nákladů. Jedná se zejména o “clash detection“, kdy 3D model ukáže prostorové uspořádání, tím odhalí nežádoucí kolize konstrukcí, mostních konstrukcí, inženýrských sítí, či zakládání. Tyto analýzy je možno řešit s ohledem na postup výstavby a předcházet tak kolizím i s pomocnými či dočasnými konstrukcemi a prověřovat konkrétní technologie výstavby. [3]



Obrázek č.2 Ukázka vyhodnocení kolize přípojky a podsypu trativodu
Zdroj: [7]

Dále lze řešit postupy výstavby a tím i optimalizaci celého procesu v rané fázi, kdy se objekty zobrazují pouze virtuálně. Projekt tak nabývá o další rozměry a umožňuje jeho efektivní řízení v souvislostech. V neposlední řadě lze v důsledku toho stanovovat výkazy výměr a na ně navazující cenové náklady s mnohem větší přesností. [3]

Další podstatnou výhodou je možnost prezentace stavby široké veřejnosti a výhoda při projednávání projektu, protože zejména vytvoření modelu pro marketingové a prezentační účely je v tomto ohledu velice snadné. [3]

1. BIM v dopravním stavitelství

Dopravní stavitelství a správa dopravní infrastruktury je podstatnou součástí stavebnictví a má významný vliv na celé hospodářství. Ovšem ve srovnání s ostatními odvětvími hospodářství, jako je průmysl, má rezervy hlavně v oblasti digitalizace, automatizace a využití výpočetní techniky. [3] Tento problém je dán rozdílností podmínek jednotlivých dopravních staveb jednak z hlediska geologie, terénních, klimatických, provozních a dalších podmínek. [3]

Každá dopravní stavba je ojedinělou akcí, která je ovlivňována řadou vnějších faktorů. Hlavním nedostatkem bývá u dopravních staveb řešení přenosu informací mezi jednotlivými

etapami přípravy podkladů, návrhem, zhotovením stavby a její následnou správou a údržbou, což má za následek zvyšování nákladů. Přestože stroje do značné míry nahrazují lidskou práci, chybí jim vyšší míra automatizace a umělé inteligence.[3]

Současné východisko z této situace a novou perspektivu pro dopravní stavitelství nabízí některé známé a v praxi prověřené postupy digitalizace procesu výstavby a správy, které jsou společně využívány pro BIM. [3]



Obrázek č.3 Informační model pozemních komunikací z města Lieden (Nizozemí)
Zdroj: [7]

1.1 Dlouhodobé přínosy BIM pro dopravní stavby

- *Zjednodušení komunikace, spolupráce a zlepšení neefektivních nastavení vztahů v oboru*

BIM jako společná platforma inteligentního modelu a softwaru pro projektové řízení si klade za cíl zjednodušit komunikaci mezi účastníky projektu, přinést transparentnost a přiřadit odpovědnost. Důvodem pro zavádění BIM je posílení

vzájemné spolupráce mezi účastníky výstavby. Například datové prostředí CDE (nazývané také jako společné nebo sdílené úložiště) je významným faktorem, který umožňuje eliminovat riziko neaktuálnosti dat a s tím spojené nedorozumění, dále zvyšuje přehlednost a jednoznačnost, efektivitu komunikace a rozhodovacích procesů. Udává pro účastníky projektu „jedinou verzi pravdy“.

[3]

- *BIM vede ke změně prostředí, zvyšuje přitažlivost odvětví a zvyšuje konkurenceschopnost ČR*
 - Tématem BIM se zabývají ve vyspělých zemích Evropy. Účinné metodiky kultivují prostředí a tím se naskýtá prostor pro konkurenceschopnost ČR a českých firem na globální trhu. Data, ICT technologie a digitalizace obecně je aktuální téma, které jsou součástí způsobů práce dnešní doby. Zavádění informačního modelování staveb a digitálních technologií má za následek zvyšování přitažlivost odvětví. [3]

1.2 Přínosy při přípravě staveb

- *Zjednodušené předání podkladů projektu*
 - Informační model stavby slouží jako podklad pro plynulé navázání na další stupně projektové dokumentace. V rámci zpracovávaného stupně je model rozšiřován, doplňován a zpřesňován o další data a informace. Za předpokladu standardizovaných dat v průběhu návrhu staveb je úsporou snížení náročnosti při zpracování podkladů. [3]
- *Koordinace*
 - Informační model stavby umožňuje použití softwarů, které dokáží odhadnout kolize v projektu a s tím spojené předcházení komplikací v souvislosti s odhalenými kolizemi, vadami a nedostatky. [3]
- *Použití přesnějších podkladů*
 - Nástroje informačního modelování dovolují zpracovávat podklady z databází a větší objemy dat pro vyhotovení přesnějšího návrhu. Návrh

stavby se tím stává přesnější a kubatury se pak více blíží realizaci. Rozdíly při doměřování se tím snižují. [3]

- *Ochrana životního prostředí a majetku díky možnostem simulací v etapě přípravy projektu*
 - Pomocí nástrojů informačního modelování můžeme provádět výpočtově složité analýzy a vyhodnocení variant za účelem návrhu optimální varianty.

- *Spolupráce na projektu*
 - Použitím sdílených úložišť a databází projektu lze snadněji vytvářet spolupráci na jednom projektu a umožnit tak rychlou a cílenou konzultaci mezi všemi účastníky projektu.

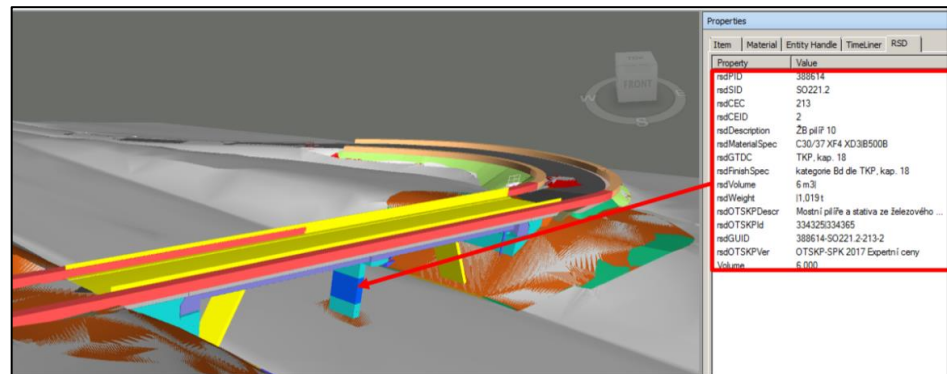
- *Technické vizualizace, zapojení netechnické veřejnosti, transparentnost*
 - Součástí informačního modelu stavby jsou informace, které jsou vyjádřeny v grafické podobě (geometrické údaje) a vytváří tak technickou vizualizaci projektu. Tato vizualizace pak zjednodušuje orientaci v návrhu a možnosti zapojení netechnické veřejnosti do procesu návrhu a projednání stavby.

- *Tvorba zadávací dokumentace*
 - Informační model slouží taky pro tvorbu zadávací dokumentace, díky čemuž se tak stává výrazně přesnější. Při tvorbě zadávací dokumentace se vytvoří etapizace výstavby, tedy virtuální představa o harmonogramu výstavby. Díky tomu, že jednotlivé prvky modelu mohou být provázány s databází cen, budoucí uchazeč tak dostane představu o fakturaci v čase a postupu výstavby v čase tak, jak jej investor předpokládá. [3]

1.3 Přínosy při realizaci

- *Příprava nabídek*
 - Použitím informačního modelu pro přípravu nabídky se snižuje náročnost její přípravy ve smyslu orientování se v dokumentaci a současně snižuje

riziko chyby při zpracování nabídek. Budoucí zhotovitel má při přípravě nabídky možnost upravit jím předpokládanou etapizaci výstavby v čase a rozložení financí. Případnou změnou a optimalizací technologií i technických postupů již v době nabídky dokáže například výrazněji zkrátit dobu trvání výstavby, případně zefektivnit některé kroky, které předpokládá projektant. [3]



Obrázek č.4 Zanesení informací (parametrů) o konkrétním prvku v PDPS
Zdroj: [7]

- *Automatizace – stroje a technologie*
 - Informační model stavby tvoří databázi, která je používána pro automatizaci stavební výroby. Technologie, které využívají 3D model stavby jsou stavební stroje naváděné pomocí 3D, geodetické systémy a technologie, objednávkové systémy založené na informacích z informačního modelu, automatizované systémy pro sledování průběhu výstavby. [3]



Obrázek č.5 Digitálně naváděné stroje
Zdroj: [8]

- *BOZP*
 - Použitím pokročilých automatizovaných technologií, které používají informační modely, dochází k redukci počtu pracovníků na staveništi, což má za následek snižování rizik vzhledem k bezpečnosti a ochraně zdraví pracovníků. [3]

- *Řízení stavby a její kontrola*
 - Informační model stavby lze využít jako nástroj, který řídí stavbu. Pomocí něj je možné vizualizovat harmonogram stavby, sledovat s pomocí automatizovaných technologií průběh výstavby a provádět analýzy velkého množství podkladů na základě dat obsažených v informačním modelu. To má za následek to, že investor i zhotovitel může mnohem lépe řídit harmonogram výstavby a náklady v čase, protože se mu vše v modelu aktualizuje s ohledem na aktuální prostavěnost. Důležitým počinem k tomuto procesu řízení je on-line správa modelu s ohledem na aktuální dění na stavbě, což dnešní technologie umožňují. [3]

- *Zvýšení kvality výsledného díla*
 - Ještě před samotnou realizací navrhovaného díla umožňují nástroje informačního modelování vyhodnotit kvalitativní parametry. Příkladem může být vyhodnocení nerovností, IRI (Mezinárodní index nerovnosti), odvodnění a provádění bezpečnostních auditů s použitím informačních modelů. [3]

- *Snížení nákladů na technickou pomoc projekční kanceláře zhotoviteli během výstavby*
 - Informační model stavby tvoří databázi, která obsahuje detailní informace o stavbě. S jejich použitím můžeme efektivně vyhledat požadované objekty, stanovit rozměry a odečíst souřadnice. Úsporou je snížení množství případných dotazů a požadavků na upřesnění projektové dokumentace v průběhu realizace. [3]

- *Kubatury a sledování průběhu výstavby*
 - Informační model stavby slouží také pro sledování průběhu výstavby, kubatur a harmonogramu. Výsledkem je efektivní plánování nákladů na výstavbu a doměřování skutečného objemu provedených prací. [3]

- *Dopravně inženýrská opatření (DIO)*
 - Informační model stavby umožňuje bezvadnou tvorbu tzv. DIO v předstihu před samotnou výstavbou, ve vazbě na připravenou a předpokládanou etapizaci výstavby. Bezchybná tvorba DIO má za následek výrazné zefektivnění uzavírky, což ve výsledku šetří nepřímo vynaložené finanční náklady investora. [3]

1.4 Přínosy z pohledu investora a při správě a údržbě

- *Napojení na správcovské systémy*
 - Informační model stavby slouží jako zdroj informací/dat pro jednotlivé systémy správy a údržby mostů, vozovek, traťových úseků, díky kterému se lze s poměrně velkou přesností předpovídat potřeby uzavírek a výluk v době provádění údržby atp. [3]

- *Transparentní kontrola jednotlivých fází*
 - Informační model stavby vytváří databázi informací, kterou je možno sdílet ve všech fázích přípravy, realizace a užívání stavby. Umožňuje tak přesnější, jednodušší a transparentnější přístup k informacím o aktuální stavbě. [3]

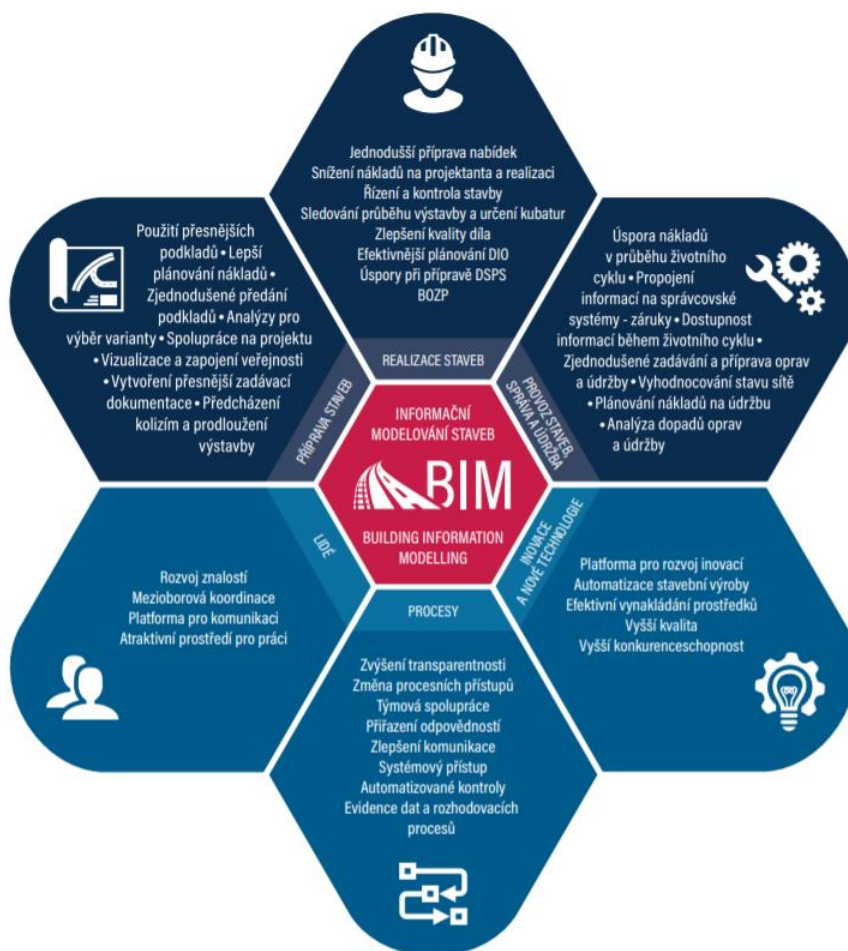
- *Povolovací řízení*
 - Informační model stavby můžeme využít při umístování stavby a při řešení povolovacích procesů (řízeních podle stavebního zákona). Informační model je zde využíván jako standardizovaná databáze, která obsahuje informace, které lze kontrolovat proti dané specifikaci. To má za cíl zefektivnění povolovacích řízení ve smyslu automatizace a

digitalizace. Úsporou je snížení jeho nákladů a významné zrychlení povolovacího procesu. [3]

- *Zjednodušené zadávání a příprava oprav a údržby*
 - Informační modely vyhotovené během realizace, umožňují budoucí vazbu na zadání prací pro správu a údržbu. [3]

- *Analýza dopadů oprav a údržby*
 - S využíváním informačních modelů staveb můžeme provádět simulace dopadů uzavírek, výluk a tím pádem efektivně plánovat opravy a práce pro údržbu. [3]

- *Vady a nedodělky*
 - Informační model stavby lze využít také jako záznam vad a nedodělků stavebního díla během jeho realizace/uvedení do užívání a převzetí. Na informačních modelech jsou založeny systémy používané k zaznamenávání, monitorování a vyhodnocování stavu jednotlivých vad, nedodělků a stavby jakožto celku. [3]



Obrázek č.6 přínosy metody BIM během životního cyklu staveb
Zdroj: [6]

2. Usnesení Vlády ČR ze dne 2. listopadu 2016 č. 958

Vedle obecné povinnosti tzv. „péče řádného hospodáře“ předepsané zákonem č. 219/2000 Sb. o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích [9], a zákonem o SFDI dané povinnosti efektivního využití finančních prostředků, bylo dalším významným podnětem k činnosti SFDI pro zavedení BIM usnesení vlády ČR č. 958 ze dne 2. listopadu 2016, o významu metody BIM pro stavební praxi a návrh dalšího postupu pro její zavedení. [4] Tímto usnesením [10] vláda

- vyjádřila podporu zavádění metody BIM v České republice v souvislosti s jejím vlivem na růst ekonomiky a konkurenceschopnosti České republiky;
- jmenovala Ministerstvo průmyslu a obchodu gestorem pro zavádění metody BIM do praxe v České republice;

- a dále uložila
 - ministru průmyslu a obchodu, za podpory ostatních členů vlády, zpracovat Konceptci zavádění metody BIM v České republice a do 31. července 2017 předložit ke schválení vládě;
 - ministru průmyslu a obchodu ve spolupráci s dalšími vyjmenovanými ministry, včetně ministra dopravy, vytvářet vhodné věcné a finanční podmínky pro zavedení metody BIM v České republice. [3]

Příprava a plnění tohoto usnesení vlády ČR měla za následek ještě větší prohloubení vzájemné spolupráce mezi Ministerstvem průmyslu a obchodu, sekci stavebnictví a primárních surovin a SFDI. S cílem připravit koncepci, která má být úspěšně implementována a má za cíl naplnit očekávání odborné veřejnosti i celého stavebního sektoru, byli za rezort ministerstva dopravy přizváni k přípravě koncepce i zástupci SFDI. [3]

3. Zahrnutí potřeb dopravní infrastruktury při zavádění metody BIM

Pro úspěšnou implementaci koncepce zavádění metody BIM v České republice v oblasti dopravních staveb je nutno zohlednit skutečnosti, kterými se liší dopravní stavitelství od pozemních staveb a stavebnictví obecně. [3]

3.1 Aspekty organizační

Standardizace procesů BIM a použití informačních modelů staveb je pro dopravní stavitelství významné hned z několika důvodů. Prvním důležitým faktorem je značný rozsah sítě pozemních komunikací, železniční sítě a vodních cest. Dopravní infrastruktura je převážně ve vlastnictví státu a územních samospráv, což je významný faktor oproti ostatním stavbám. To má za následek to, že roli zadavatelů u státě vlastněné dopravní infrastruktury plní pouze tři velmi významné resortní investorské organizace (ŘSD ČR, SŽDC, ŘVC ČR). Tyto stavby, tedy stavby realizované výše zmíněnými zadavateli, jsou financovány z rozpočtu SFDI. Druhým významným faktorem je tedy velká míra koncentrace pravomocí a odpovědnosti za stavby dopravní infrastruktury, Oba zmíněné faktory současně mohou

znamenat, že použití informačních modelů pro dopravní stavby může být jednodušší, na druhou stranu skutečné zavádění procesů BIM do praxe ponese více rizik než u pozemních staveb a bude vyžadovat řešení připravené na míru potřebám státní správy dané infrastruktury a tím pádem se jeví jako náročnější. [3]

3.2 Aspekty technické

Při přípravě a zavádění BIM v oblasti dopravních staveb je nutné brát do úvahy také to, že významným specifikem dopravních staveb je jejich liniová povaha, prostorové umístění a z toho vyplývající požadavek spravovat informační modely jako geografická data. Na rozdíl od pozemního stavitelství, kde se vyskytují jednotlivé stavby se složitějším vnitřním uspořádáním, hovoříme v dopravním stavitelství převážně o liniových stavbách, které jsou vzájemně propojeny. Tato skutečnost je ve vazbě se specializovanými softwarovými nástroji, které se používají pro přípravu informačních modelů staveb, tak s nástroji, které slouží pro jejich využití během realizace projektu. Pro správu těchto dat se využívají Pro geografické informační systémy, které se pro správu těchto dat využívají, bude nutné definovat vazbu s informačním modelem staveb. Dopravní stavby mají také více propracovaný systém standardizace v podobě technických podmínek pro dopravní stavby. Můžeme ale, na druhou stranu, očekávat, že databáze prvků informačních modelů (objektových knihoven) budou obsahovat menší množství prvků, protože na liniových stavbách se používá menší množství druhů stavebních výrobků. Tato skutečnost napomůže k detailnější definici jednotlivého prvku. [3]

4. Příprava a realizace pilotních projektů

ŘSD ČR a SŽDC připravují pilotní projekty, pro které se předpokládá využití BIM, jejichž příprava je koordinována ve spolupráci se SFDI a pracovní skupinou pro využití BIM pro dopravní stavby. Jejich výběr v tuto chvíli ještě není uzavřen, v úvahu je ještě možnost rozšíření nebo pozměnění. Možností, jak uvést BIM do praxe, je také například zpracování BIM modelu části stavby v průběhu její realizace s následným předáním k využití správci infrastruktury, případně vyhotovení BIM modelu před rekonstrukcí pozemní komunikace, jeho následné použití při opravě a následné předání a využití pro systém hospodaření s vozovkou. Pilotní projekty by měly mít vyspecifikovány dílčí cíle. V reálné situaci bude poté ověřováno jejich naplnění a budou průběžně vyhodnocovány. Jednotlivé cíle pilotních

projektů se budou vztahovat nejen k 3D modelu stavby, ale budou zaměřeny i na dílčí změny procesů, postupů, způsobu komunikace a obecně způsobu sdílení a předávání informací mezi jednotlivými účastníky projektu.

4.1 Pilotní projekty ŘSD ČR

Pro pilotní uplatnění metody BIM v rámci staveb ŘSD ČR byly vybrány následující akce:

- Úprava křižovatky silnic I/32 a II/125 na exitu 42 dálnice D11 – přestavba na okružní křižovatku
- D1 Modernizace – úsek 04, EXIT 34 Ostředek – EXIT 41 Šternov – nadjezd ev.č. D1-040
- I/42 Brno VMO Žabovřeská I, etapa I

Pro první dvě stavby se předpokládá klasické dokončení projektové přípravy investora a zpracování projektové dokumentace, která bude sloužit jako podklad pro zadání BIM modelu. [3]

4.2 Pilotní projekty SŽDC

Pro pilotní uplatnění metody BIM v rámci staveb SŽDC se uvažují následující akce:

Zvýšení kapacity trati Nymburk – Mladá Boleslav, 2. stavba:

Účelem stavby je rekonstrukce současných nástupišť, a to včetně přístupů k nim, podle požadavků interoperability. Důraz je kladen na zajištění přístupnosti pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace a zvýšení bezpečnosti železniční dopravy. [7]

Stručný popis stavby:

Záměrem stavby je rekonstrukce stávajícího ostrovního nástupiště, vybudování nových nástupišť jako náhradu stávajících úrovnových nástupišť, modernizace podchodu, osvětlení, zastřešení a úprava kolejového uspořádání související se změnou dispozičního uspořádání nástupišť v liché kolejové skupině. [7]

Nově bude železniční stanice disponovat dvojicí ostrovních nástupišť a nástupištěm vnějším u výpravní budovy s jazykovou částí mezi kolejemi č. 1 a 5, všechny s výškou nástupištní hrany 550 mm nad spojnici temen kolejnicových pasů. Součástí nástupišť budou také výtahy pro zajištění bezbariérového přístupu cestujících. Tuto hlavní myšlenku doplňují úpravy

technologického vybavení železniční stanice (sdělovací a zabezpečovací zařízení, rozhlasové zařízení, informační a kamerové systémy) a jejich dalších stavebních součástí (úprava trakčního vedení, kabelovodu, rozvodů nízkého napětí, osvětlení, orientačního systému a stavební úpravy ve výpravní budově). [7]

Využití BIM:

- BIM model bude součástí dokumentace pro stavební povolení
- Proběhne plynulá návaznost realizace stavby na BIM model
- BIM model bude vypracován tak, aby umožňoval znázornění a kontrolu jednotlivých pracovních postupů dle zpracovaného plánu výstavby a tvorbu výkazů výměr,
- Bude využíváno sdíleného pracovního prostředí pro vzájemnou výměnu dat a pro proces projednávání dokumentace se složkami zadavatele.

Cíle pilotního projektu:

- ověření procesního i technického zvládnutí zpracování BIM modelu jako součásti projekčních prací – na straně zhotovitele i investora,
- ověření způsobu spolupráce účastníků projektu (praktická aplikace využití sdíleného prostředí mezi investorem a zhotovitelem),
- ověření navrženého postupu výstavby ve 4D modelu (rekonstrukce za provozu). [7]

Modernizace trati Rokycany – Plzeň, zejména s ohledem na tunel Ejpovice:

Účelem stavby je zkapacitnění stávající jednokolejné trati využívané pro obsluhu železniční vlečky závodu ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi výstavbou nových výhyben, prodloužením užitných délek v železničních stanicích a výstavbou nového zabezpečovacího zařízení. [7]

Stručný popis stavby:

Stavba navazuje na v současnosti již realizovanou „1. stavbu“ a jejím předmětem je prodloužení užitných délek dopravních kolejí v železniční stanici Čachovice na 650 m, zřízení nové výhybny Straky a rekonstrukce stávajícího sdělovacího a zabezpečovacího zařízení v celém rozsahu stavby, tj. délce 16 km. [7]

Využití BIM:

- dokumentace pro stavební povolení je doplňována o BIM model stavby
- Předpokládá se následné využití BIM modelu pro realizaci stavby,
- BIM model bude zpracován tak, aby umožňoval znázornění a kontrolu jednotlivých pracovních postupů dle zpracovaného plánu výstavby a tvorbu výkazů výměr,
- Bude využíváno sdíleného pracovního prostředí pro vzájemnou výměnu dat a pro proces projednávání dokumentace se složkami zadavatele.
- Informace, které obsahuje BIM model budou přímo použity do systémů správy a pasportní evidence. [7]

Cíle pilotního projektu:

- ověření vhodné podrobnosti BIM modelu pro projektovou dokumentaci stavby drah,
- návrh rozsahu negrafických informací využitelných pro realizaci stavby, [4]
- ověření správnosti dříve zpracované dokumentace DSP stavby „standartním způsobem“, ověření technických kolizí a výkazů výměr,
- ověření procesního i technického zvládnutí při zadávání realizace stavby (2017-2018),
- ověření předpokládaných přínosů z realizace stavby s využitím informačního modelu a v souladu s procesem BIM, [7]

ověření způsobu spolupráce účastníků realizace stavby (praktická aplikace využití sdíleného prostředí mezi investorem a zhotovitelem stavby). [5]

Rekonstrukce nástupišť a zřízení bezbariérového přístupu v žst. Roudnice nad Labem:

Účelem stavby je rekonstrukce stávajících nástupišť včetně přístupů k nim podle požadavků interoperability s důrazem na zajištění přístupnosti pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace a zvýšení bezpečnosti železniční dopravy. [7]

Stručný popis stavby:

Předmětem stavby je rekonstrukce stávajícího ostrovního nástupiště, nahrazení stávajících úrovnových nástupišť nástupišti novými, rekonstrukce podchodu, osvětlení, zastřešení a

úprava kolejového uspořádání související se změnou dispozičního uspořádání nástupišť v liché kolejové skupině. [7]

Nově bude železniční stanice vybavena dvojicí ostrovních nástupišť a nástupištěm vnějším u výpravní budovy s jazykovou částí mezi kolejemi č. 1 a 5, všechny s výškou nástupištní hrany 550 mm nad spojnicí temen kolejnicových pasů. Nástupiště budou nově vybavena výtahy pro zajištění bezbariérového přístupu cestujících. Tuto hlavní náplň doplňují úpravy technologického vybavení železniční stanice (sdělovací a zabezpečovací zařízení, rozhlasové zařízení, informační a kamerové systémy) a jejich dalších stavebních součástí (úprava trakčního vedení, kabelovodu, osvětlení, rozvodů nízkého napětí, orientačního systému a stavební úpravy ve výpravní budově). [7]

Využití BIM:

- dokumentace pro stavební povolení bude zpracována včetně BIM modelu stavby.
- BIM model bude následně využit také pro realizaci stavby,
- BIM model bude zhotoven tak, aby umožňoval znázornění a kontrolu jednotlivých pracovních postupů dle zpracovaného plánu výstavby a tvorbu výkazů výměr,
- využití sdíleného pracovního prostředí pro vzájemnou výměnu dat a pro proces projednávání dokumentace se složkami zadavatele. [7]

Cíle pilotního projektu:

- Projekt si klade za cíl ověřit procesní i technické zvládnutí zpracování BIM modelu jako součásti projekčních prací a to ze strany zhotovitele i investora,
- Dalším cílem je ověřit způsob spolupráce účastníků projektu (praktická aplikace využití sdíleného prostředí mezi investorem a zhotovitelem),
- ověření využití 4D modelu vzhledem ke stavu rekonstrukce za provozu. [7]

5. Vytvoření podmínek pro zavádění BIM pro dopravní stavby a úprava postupů prostřednictvím přípravy technických předpisů a metodik

K úspěšnému vytvoření podmínek pro zavádění BIM pro stavby dopravní infrastruktury je třeba zpracovat níže uvedené metodické pokyny/předpisy:

- metodika použití BIM pro projekt
- standard pro předání dat projektu mezi jednotlivými fázemi
- společné datové prostředí
- pravidla pro tvorbu, předání a používání informačního modelu stavby
- kritéria pro práci s informačním modelem stavby
- požadavky na materiálové a objektové knihovny
- metodika pro použití informačních modelů pro oceňování staveb
- integrace BIM pro potřeby Ministerstva dopravy, SFDI, ŘSD ČR, SŽDC. [3]

5.1 Plán realizace BIM- BEP

Zásadní důvod k vypracování podrobného Prováděcího plánu realizace projektu BIM při přípravě a realizaci infrastrukturních staveb je nastínit očekávané vize realizace projektu spolu s veškerými nutnými podrobnostmi implementace, na jejichž základě bude tým po celou dobu jednotlivý projekt sledovat. Vypracováním prováděcího plánu projektu BIM v rané fázi projektu docílíme zachycení všech souvislostí s postupně se přidávajícími účastníky projektu a mohl tak monitorovat, aktualizovat a revidovat všechny realizační fáze Prováděcího plánu. Prováděcí plán rovněž definuje rozsah implementace BIM projektu, určuje tok procesů pro úkoly BIM, definuje výměnu informací mezi účastníky projektu a popisuje požadovanou projektovou a podnikovou infrastrukturu všech zúčastněných. Tím, že realizujeme Prováděcí plán projektu BIM dopravní infrastruktury, docílíme takového stavu, že všichni účastníci projektu budou jasně chápat své strategické cíle pro implementaci projektu BIM a pochopí své role a odpovědnost při realizaci BIM s tím, že členové týmu budou schopni navrhnout pracovní postupy a obchodní praktiky, které jsou jim vlastní a běžné. Cílem sestavení Prováděcího plánu je obecně řídit investory, programové manažery

a účastníky projektu prostřednictvím strukturovaného procesu s cílem vypracovat podrobné a konzistentní plány projektu BIM. [13]

5.1.1 Důvody k vypracování Prováděcího plánu

Projekt Prováděcího plánu BIM infrastruktury se skládá ze čtyř částí:

- Identifikace cílů a využití projektu BIM při výstavbě infrastruktury
- Návrhu tvorby Prováděcího plánu BIM vytvořením procesních schémat
- Určení postupů výměny informací mezi členy týmu BIM
- Stanovení systému podpůrné programové platformy pro implementaci BIM[13]

5.1.2 Obsah prováděcího plánu

Po dokončení by měl Prováděcí plán projektu BIM obsahovat následující informace:

- *zdůvodnění Prováděcího plánu projektu BIM*
 - V dokumentu jsou obsaženy důvody, které měly za následek vytvoření Prováděcího plánu realizace projektu BIM, včetně všech dokumentů o schválení a uvolnění finančních prostředků
- *Základní informace o projektu*
 - Součástí Prováděcího plánu jsou zásadní informace, jako jsou čísla dílčích projektů, umístění těchto projektů, popisy projektů a termínový harmonogram plnění
- *Seznam kontaktů na všechny klíčové osoby*
- *Cíle projektu BIM*
 - V této části jsou uvedeny strategické cíle a specifické využití BIM pro projekt stavby dopravní infrastruktury, jak ho projekční tým definoval v počátečních krocích plánovacího postupu

- *Stanovení organizačních rolí a personálního obsazení koordinátorů procesu tvorby Prováděcího plánu projektu BIM ve všech fázích projektu*
 - V tomto bodě je velmi důležité správně vybrat vůdčího člena týmu pro zahájení vývoje plánu BIM

- *Návrh procesů v BIM*
 - Tato část má za úkol jednoznačně ilustrovat postupy, toky informací a procesy celého BIM pomocí názorných detailních procesních schémat

- *Postup výměny informací*

- *Požadavky na data a jejich toky v BIM*

- *Postupy spolupráce*
 - Tým BIM musí rozvíjet spolupráci v elektronické formě. Mezi postupy elektronické spolupráce by měl být zahrnut hlavně postup řízení modelu BIM, tj. struktury souborů, oprávnění přístupu k těmto souborům, schémata a harmonogramy schůzek atd.

- *Potřeby technologické infrastruktury*

- *Struktura modelu*
 - Tým by měl projednávat a zaznamenávat položky, jako je struktura modelu, struktura pojmenování souborů, souřadnicový systém [13]

5.2 Standard pro předání dat projektu mezi jednotlivými fázemi

Účel dokumentu je pomoc vývojářům dat tvořit strukturované informační modely staveb. Dokument musí specifikovat základní požadavky pro přípravu BIM modelů. Modely, které je nutno připravit v určitých fázích projektu spolu s požadovanou úrovní podrobností a metadaty, musí tento dokument definovat. Dokument dále specifikuje typy objektů pro jednotlivé části modelů, formáty a vlastností těchto objektů. Taky efinuje jednotky, měřítko, úrovně podrobností, označení jednotlivých souborů, označení pohledů v modelu, metadata,

standardy barev a další. Dokument nadále slouží pro zadávání přípravy informačních modelů staveb a je na něj odkazováno v rámci smlouvy o dílo. Obdobou tohoto dokumentu jsou v zahraničí používané Dokumenty známé pod zkratkou Code of Practice (CoP) a Employer's information Requirement (EIR), jsou obdobou tohoto dokumentu [3]

5.3 BIM datové prostředí

Jedná se o takový dokument, který má za úkol specifikovat datové prostředí, určovat požadavky pro předávání, správu, sdílení a archiv informačních modelů staveb. Tímto dokumentem může být extranet, cloudové úložiště, nebo webový server. Účelem je především zajistit fázi předání jednotlivých informačních modelů staveb, integrity těchto dat a přístupu k datům. Datové prostředí mimo jiné určuje, mimo jiné, také způsob, jakým jsou jednotlivé složky projektů strukturovány, jak jsou jednotlivé struktury navázány na následující fáze projektů, delegovány přístupy k těmto datům a odpovědnosti při přesunu dat mezi jednotlivými fázemi. Tyto specifikace jsou známy pod pojmem Common Data Environment (CDE). [3]

5.3.1 Společné datové prostředí- CDE

Jediným zdrojem informací, které jsou používány ke shromažďování, správě a šíření informací pro celý tým a projekt, je společné datové prostředí (CDE- Common Data Environment). Vytvořením tohoto jediného zdroje informací je usnadněna spolupráce mezi jednotlivými účastníky projektu, jednoznačně definuje jedinou platnou verzi informace a pomáhá vyhnout se nedorozumění, duplicitě a chybám. Nejen veškeré dokumenty (např. 3D modely – obsahující grafické i jeho negrafické informace, 2D výkresová dokumentace, textové, tabulkové či naskenované dokumenty) včetně jejich popisných údajů (vlastností), ale i veškerá komunikace a procesy s nimi spojené, jsou považovány za informace CDE. Jedná se tedy o propojení kompletních dokumentů, komunikací a procesů projektu na jednom místě. Dokument, který specifikuje společné datové prostředí určuje základní charakteristiku a požadavky pro předávání, správu, sdílení a archivaci informačních modelů staveb. A to pro následující oblasti:

- Základní požadavky na funkčnosti.
- Technické řešení spolu s bezpečností a přístupností.
- Licenční politika umožňující průběžné začleňování dalších členů týmu.
- Transparentnost, auditovaný přístup, certifikace.
- Možnost integrace s jinými systémy. Podpora otevřených formátů. Podpora, záruka dalšího rozvoje systému. [14]

Účelem takového dokumentu je poskytnutí zadavateli kvalifikované informace a oblasti, na které by se měl při výběru CDE zaměřit. CDE systém je pro něho klíčovým systémem, který by měl projekt doprovázet skutečně po celou dobu životního cyklu stavby a být průběžně využíván nejen jako archiv informací z fází přípravy a realizace, ale především dále aktualizován během celé provozní fáze. Základem zdařilé implementace BIM v rámci celého životního cyklu stavebního projektu (projektem zde není myšlena pouhá samotná návrhová fáze projektu) je důsledné nasazení a využívání společného datového prostředí (CDE) dostupného všem účastníkům projektu. CDE je informační a komunikační centrum. Jedině tak můžeme řídit informace o projektu a zajistit jejich dostupnost pro investora na jednom místě a vždy aktuální. (včetně 3D modelu napojeného na další negeometrická data). [14]

5.3.2 Benefity a eliminace současných neefektivností při práci s informacemi

Dostupnost, jednoznačnost, vyhledávání a sdílení informací jsou základní pravidla pro digitalizaci. Stavebnictví je v tomto oboru dle statistik mezi ostatními lidskými činnostmi na předposledním místě (poslední je zemědělství a rybolov). Hlavním důvodem je špatná a neefektivní práce (ukládání a předávání) s informacemi. Nejpreferovanější současnou formou předávání informací je email, kopírování souborů (dokumentů – email, notebooky, server atd.) a masivní ukládání informací do tabulek (nejčastěji XLS). Výsledkem je významný ztracený čas potřebný k získání a ověřování skutečně platných informací, ztráta informací, jejich nedostupnost v

době či místě potřeby, závislost na konkrétní osobě, která zaručeně ví, co platí apod. Jednou z ambicí metody BIM je postupná eliminace těchto rizik a neefektivit. [14]

5.3.3 Základní požadavky na funkčnost a vlastnosti

Úkolem CDE je zajistit předávání jednotlivých verzí informačních modelů staveb, informací, integrity těchto dat a přístupu k datům. Součástí specifikace datového prostředí je také určení způsobu, jaké mají jednotlivé složky projektů strukturu, jak jsou jednotlivé struktury navázány na následující fáze projektů, delegovány přístupy k těmto datům a odpovědnosti při přesunu dat mezi jednotlivými fázemi. Velmi důležitým aspektem je, aby CDE systém splňoval veškeré legislativní požadavky včetně Nařízení Evropského parlamentu a rady (EU) 2016/679, obecné nařízení o ochraně osobních údajů (Angl. General Data Protection Regulation neboli GDPR). Dále je nezbytné, aby byl provoz takového systému a kontrola dodržování postupů souvisejících s tímto systémem osobně zajištěn na straně pořizovatele. [14]

5.3.4 Podpora otevřených formátů

Podmínkou metody BIM je spolupráce a otevřenost. Jejich technickým vyjádřením jsou otevřené formáty, které umožňují předávání informací nezávisle na jednotlivých softwarových nástrojích. Používání jedné platformy jediného softwarového poskytovatel není reálné, a to třeba jen kvůli reálnému tržnímu prostředí. Zvláště pro stavební projekty, při stále se měnícím složení týmů na jednotlivých projektech, je tento požadavek naprosto nemožný. Jako nástroj, který sdružuje výstupy jednotlivých expertních systémů (smluvní dokumentace, CAD, rozpočty, harmonogramy, výstupy z rozhodovacích procesů stavebních úřadů, CAFM systémů, změny během výstavby, návody k obsluze či údržbě apod.) zajišťuje jejich výměnu či případně interpretaci otevřených formátů je právě CDE. BuildingSmart se svojí iniciativou openBIM je organizací, která spravuje otevřené BIM formáty. V této mezinárodní organizaci se sdružující vládní organizace, národní odborné iniciativy a soukromé společnosti. Další technické informace lze nalézt na technickém portálu organizace (<http://www.buildingsmart-tech.org/>). Pro oblast informačních modelů je uznávaným standardem metody BIM formát IFC pro výměnu a editaci jednotlivých částí dat uložených uvnitř formátu IFC. Tento formát respektují všichni významní poskytovatelé CAD řešení na trhu a jeho podpora se stále vylepšuje. Tento formát je

dnes standardizován v rámci CEN - ČSN ISO 16739. Informační model stavby je velmi důležitou součástí dat projektu a interaktivní práce s ním je klíčovou vlastností CDE. CDE prostředí formáty informačních modelů podporují, a to nejen jejich export, ale především jejich validaci a import včetně přesného audit logu pro jednotlivé vlastnosti. Takovéto CDE přiřazuje zodpovědnost a transparentnost, jinými slovy určuje kdo a kdy zadal u jednotlivého prvku určité informace. [14]

5.4 Pravidla pro tvorbu, předání a používání informačního modelu stavby

Tento typ dokumentu specifikuje duševní vlastnictví dat a odpovědnosti ve vztahu k informačnímu modelu stavby. Protokol vymezující informační modely staveb, které musí být vytvořeny a zavádí specifické povinnosti, závazky a omezení související s používáním těchto modelů. Definiuje povinnosti objednatele a zhotovitele informačních modelů staveb, přednosti dokumentů a přípustné účely použití informačních modelů. Obdobou tohoto dokumentu je v zahraničí známý BIM Protocol. [3]

5.5 Požadavky na materiálové a objektové knihovny

Smyslem dokumentu je definovat požadavky na materiálové a objektové knihovny, které jsou využívány autory modelů k přípravě samotných informačních modelů staveb. Cílem je tyto požadavky určit tak, aby jednotlivé knihovny mohly být tvořeny jak výrobci stavebních výrobků, projekčními firmami, poskytovateli BIM knihoven, zhotoviteli, tak případně investorem. Tento dokument má za úkol specifikaci požadavků na materiálové a objektové knihovny. Jedná se o především definice formátů, úrovní podrobností, struktury dat, jejich obsahu, atributů, autorství, metadat platnosti dat a dalších. [3]

5.6 Integrace BIM pro potřeby MD, SFDI, ŘSD ČR, SŽDC

V tomto bodě je zahrnuta integrace informačních modelů staveb pro potřeby přípravy, zadání, realizace a správy a provozu infrastruktury v rámci MD, SFDI, ŘSD ČR a SŽDC. Jedná se o integraci do stávajících systémů a úpravy stávajících systémů za účelem využití dat z informačních modelů staveb. Předpokládá se nutná potřeba převodů informací oběma směry (z i do informačních modelů staveb) do jiného zobrazení, zejména jiných kódů a formátů. [3]

6. Klasifikace pro stavební prvky

Komunita budov potřebuje klasifikační rámec, aby zajistil soudržnost a odkaz na popis, ekonomickou analýzu a správu budov ve všech fázích jejich životního cyklu, která by měla být použita a dodržena v celém procesu projektu. To zahrnuje plánování, programování, design, konstrukci, užívání a údržbu a likvidaci. Historicky byla klasifikace budov vyvinuta za účelem sloužit informačním potřebám v technických specifikacích a výpočtech nákladů (ISO 1994). Se zavedením CAD a BIM se objevily nové požadavky, např. podpora modelování budov s kompozičními vztahy mezi stavebními částmi, které zpochybňují stanovený pohled na budovu. Klasifikační systémy se zabývají pouze specializačními vztahy mezi jednotlivými typy částí. Mezinárodní rámcová norma pro klasifikaci budov ISO 12006-2 definuje rámec obecných tříd zájmu v oblasti správy staveb a zařízení. Je určena jako výchozí bod pro vypracování podrobných klasifikačních tabulek.

6.1 Systémy, části a klasifikace

6.1.1 Systémy a jejich části

Systém je objekt složený z jiných, vzájemně příbuzných objektů. Má složení, prostředí a strukturu, která se týká všech vnitřních a vnějších vztahů systému. Systém může být buď konkrétní, nebo abstraktní. Konkrétní systém je složitá věc, která spojuje jeho vztahy a jeho prostředí. Základem tohoto vztahu je, že existence části předchází existenci celého systému. *Kompozitní* pohled na systém se zaměřuje na kompoziční části systému. Systém může být složen z částí v několika úrovních, kde systémy v nižších úrovních jsou části systémů ve vyšších úrovních. Kritériem pro systém, který patří k vyšší úrovni, je to, že se objevily nové vlastnosti, takže systém na vyšší úrovni se v nějakém základním ohledu liší od systémů v nižších úrovních. Pro příklad:

hlína → *cihla* → *zdivo*

nové vlastnosti se objevují v každé úrovni. Dalším případem by byly například základové sloupy, sloupy, nosníky a vazníky tvořící kostru. *Funkční* systém je systém, který prochází procesem, tj. stav funkčního systému se mění. Funkční pohled na systém se zaměřuje na jeho funkční vztahy k prostředí. Funkční části systému jsou ty, které přispívají k fungování systému jako celku. V různých úrovních existují funkční části nebo subsystémy. Příkladem funkčního systému je nosná kostra stavební jednotky. Funkční části kostry jsou svislé a vodorovné nosné konstrukce. [15]

6.1.2 Klasifikace

Klasifikovat znamená pro definovaný účel rozdělit sbírku objektů do vzájemně oddělených sad, tříd. Třída je konceptuální konstrukce odkazující na sbírku objektů s jednou nebo více společnými vlastnostmi. Klasifikační systém je koncepční systém tříd s oborovými vztahy navržen pro klasifikaci objektů v doméně. Pro klasifikaci souboru objektů je nezbytné zpočátku definovat účel klasifikace, protože účel je hlavní podstata pro výběr kritérií dělení. Příklady kritérií dělení v konstrukčním kontextu jsou kompoziční a funkční vlastnosti. Jako kompoziční vlastnosti můžeme uvést například geometrický tvar nebo konstrukční materiál. Příkladem funkčních vlastností je nosné nebo klimatické oddělení. [15]

6.1.3 Klasifikace a BIM

Informační model budovy (BIM) představuje vlastnosti budovy, které jsou předmětem zájmu pro řízení stavebních procesů a procesů řízení zařízení (Facility management). Mezi potřebné informace patří složení a struktura budovy. Vedle struktury a oborových vztahů se model budovy skládá ze tříd související s kompozicí, z budovy jako celku prostřednictvím svých technických systémů a větších prvků až po nejmenší součásti. Klasifikace budov podle normy ISO 12006-2 neupřesňuje způsob použití tříd v informačním modelování budov (ISO 2002). Neexistuje teoretický model zastavěného prostředí ve standardu, který by popisoval vztah mezi třídami pro BIM. [15]

6.2 Rámcový standard ISO 12006-2

6.2.1 Souvislosti a rozsah ISO 12006-2

Norma ISO 12006-2 pro klasifikaci budov je určena k použití jako rámec pro vývoj systémů klasifikace budov organizacemi na národní nebo regionální úrovni. Byla vyvinuta jako krok harmonizace různých národních a regionálních klasifikačních systémů budov. Identifikuje hlavní třídy zájmu stavebního sektoru pro použití v systémech CAD, specifikací, informací o výrobku a nákladových informačních systémech. Rozsah normy je kompletní životní cyklus stavebních prací v oblasti výstavby a stavebního inženýrství. [15]

6.2.2 Hlavní třídy v ISO 12006-2

ISO 12006-2 používá základní procesní model k rozlišení hlavních kategorií zájmu, tj. zdrojů, procesů a výsledků. Objevují se čtyři obecné třídy výsledků: *Stavební komplex-*

například letiště a dálnice, které se skládají z jedné nebo více *Stavebních subjektů*- například budovy a mostu, *Konstrukční části subjektu*- například povrch stěny či vozovky a *Prostor*- například místnost nebo vozovka. Stavební komplex je klasifikován podle funkce nebo činnosti uživatele. Stavební subjekt je klasifikován buď formou, tj. typem kompozice, nebo podle funkce a činnosti uživatele. Konstrukční část subjektu je definovaná jako pevná materiálová část stavební konstrukce, která má fyzicky vymezené hranice. *Prvek* je součástí konstrukční části, která sama o sobě nebo v kombinaci s dalšími takovými částmi plní převládající funkci v konstrukční entitě. *Výsledkem práce* je konstrukční výsledek dosažený ve fázi výroby nebo následnou změnou, údržbou nebo demolicí. Část konstrukční části subjektu a výsledek práce jsou považovány za výsledky konstrukce, tj. jsou kompoziční částí stavební jednotky. [15]

7. OTSKP

Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací je cenovou soustavou ve smyslu §11 Vyhlášky č.169/2016 Sb., která je určena pro potřeby výstavby, rekonstrukci, oprav a údržby pozemních komunikací a železničních staveb.

OTSKP se skládá ze 3 částí:

- Část I-Popisovník prací
- Část II-Soupis prací stavby
- Část III-Soubor položek

Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací je součástí předpisů, které vydává Ministerstvo dopravy ČR-odbor infrastruktury a které zároveň určují pravidla pro vypracování zadávací dokumentace. Tvoří základní podklad pro jednotný přístup ke zpracování soupisu prací, který má tyto hlavní úkoly:

- poskytovat takové informace o druhu a množství požadovaných prací a služeb, které umožňují účastníkům zadávacího řízení (uchazečům) přesně a účelně vypracovat svou cenovou nabídku
- umožnit ocenění provedených prací v průběhu výstavby s použitím cenových sazeb a pravidel v něm uvedených. [2]

7.1. Popisovník prací

Pro splnění výše zmíněných úkolů, je podmínkou práce rozdělit do položek s takovými podrobnostmi, které umožňují rozlišit různé druhy prací a dále zohlednit i pro stejný druh práce nezanedbatelné místní a ostatní podmínky. Takové třídění pro pozemní komunikace je uvedeno v části I-Popisovník prací. Pro tvorbu popisovníku se vycházelo ze základního členění stavebních dílů, které jsou specifikovány „Třídníkem stavebních konstrukcí a prací“ vydaném v roce 1988 Ministerstvem stavebnictví ČSR. Členění včetně využití technologicko-materiálové charakteristiky, které uvádí TSKP, bylo využito z důvodu obecného používání objednateli a zhotoviteli pro oceňování prací a je ve velké míře podkladem pro jejich existující databáze. Dalším nástrojem pro tvorbu byl „Popisovník stavebních prací“, katalog P5, který byl vypracován ÚRS v roce 1992 a Třídník stavebních konstrukcí a prací vydaným bývalým SIÚ Liberec v roce 1993. Tyto podklady však ve vztahu k pozemním komunikacím vykazovaly jisté nedostatky. Z tohoto důvodu byly provedeny úpravy a doplnění tak, aby bylo možno popisovník používat a aby vyhověl potřebám, které obor pozemních komunikací vyžaduje. Obsah nového popisovníku se dále přizpůsoboval požadavkům předpisů, které zavádějí tržní podmínky do výstavby pozemních komunikací. Jedná se především o Smluvní podmínky pro výstavbu pozemních a inženýrských staveb projektovaných objednatelem a Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací (TKP). Ze zkušenosti účastníků výstavby vyšla najevo nutnost doplnění popisovníku o celé stavební díly, nové technologie, materiály, upřesnění a rozšíření jednotlivých položek. Z tohoto důvodu je původní vydání OTSKP, vydaný v roce 1994, průběžně aktualizován. Při dodržení metodiky třídění, umožňuje popisovník zařadit do soupisu prací jiné potřebné práce nebo práce zcela individuální, které nejsou v popisovníku obsaženy. Pro dosažení úkolu zmíněných výše, potřebujeme sestavit soupis prací za jiných předpokladů, než se sestavovaly staré výkazy výměr, např. podle „Ceníků velkoobchodních cen stavebních prací“ a v odlišné formě. Tyto předpoklady a pokyny souhrnně uvádí část II-Soupisy prací stavby-metodický pokyn na sestavení a použití. Výběr běžně užívaných položek, které jsou systematicky uspořádány tak, jak jsou používány v běžné praxi, uvádí Část III-Soubor položek. [2]

Rozdíl v třídícím systému stavební produkce podle Popisovníku prací vůči staré spočívá ve shodě se Smluvními podmínkami v rozlišení prací na dva základní druhy:

Práce, které jsou součástí

- a) stavby, pro účely třídníku OTSKP zhotovovací práce

b) dočasného díla, pro účely třídění OTSKP pomocné práce

Práce definované jako zhotovovací práce vytvářejí předmět díla, tedy stavbu, a jsou jeho trvalou součástí. Uvádějí se v soupisu prací jako placené položky. Na druhou stranu práce pomocné nejsou trvalou součástí díla, pouze pomáhají a umožňují realizovat práce zhotovovací. Náklady na tyto práce se rozpouštějí nebo se zahrnují do cen prací zhotovovacích. Pomocné práce reprezentují vesměs zařízení staveniště a jeho vybavení, včetně pomocných prací zajišťujících nebo zřizujících pomocné části staveb (např. přístupové cesty, jímky, lešení apod.). Zhotovovací práce jsou jednoznačně určeny dokumentací pro zadání stavby a dalšími zadávacími dokumenty a musí být provedeny přesně jak je předepsáno. Na rozdíl od zhotovovacích prací jsou pomocné práce většinou plně v kompetenci zhotovitele, který má volnost určit jejich nezbytný rozsah a způsob provedení. Účelem této volnosti je umožnit zhotoviteli co nejnižší náklady na tyto práce a tím pozitivně ovlivnit rozpočtovou cenu stavby.

Do zhotovovacích prací se obvykle rozpouštějí také náklady plynoucí ze všeobecných požadavků, vyplývajících ze smlouvy o dílo. Jmenované smluvní požadavky uvedené v popisovníku se doporučuje oceňovat zvlášť. [2]

7.1.1 Účel a cíl popisovníku

Účelem tohoto popisovníku je sestavit systém pro třídění stavební produkce, který vytvoří jednotný oborový standard pro stavby pozemních komunikací. Otevřená struktura, která je pro popisovník použitá, umožňuje sestavení kompletního soupisu prací, který plně vystihuje nejen věcný charakter stavby, ale i požadavky objednatele na způsob oceňování. Hlavní cíle popisovníku prací pro stavby pozemních komunikací:

- promítnutí principů tržního hospodářství do procesu zadávání a realizace staveb
- zajistit jednotnost zpracování soupisu prací staveb, jeho zjednodušení a využití výpočetní techniky pro jeho zpracování
- vytvoření pružného systému pro oceňování prací, který umožní respektovat rozdílné podmínky staveb i účastníků výstavby
- umožnit jednotné posuzování cen prací a jejich vývoj
- usnadnit vytváření počítačových databází pro potřeby objednatelů i zhotovitelů [2]

7.1.2 Využití popisovníku

Představuje pomůcku pro zpracovatele zadávací dokumentace k vypracování soupisu prací, která je dána „Směrnici pro dokumentaci staveb pozemních komunikací“ s účinností od roku 2010. Pomocí popisovníku lze definovat předmět nabídky pro dodávku stavby pozemní komunikace, případně její části. Lze jej využít také pro odborné odhady, variantní řešení, optimalizaci nákladů apod. [2]

7.1.3 Struktura popisovníku

Popisovník prací je základní část OTSK. Jeho obsahem je klasifikace položek, ze kterých je sestaven oddíl D „Soubor položek prací“. Obsahuje také všeobecné konstrukce a práce.

Třídění podle TSKP

Jako základ třídění stavebních konstrukcí a prací byl zvolen stavební díl jako účelově a funkčně vymezená část stavebního objektu, která zahrnuje soubor konstrukcí a prací provedený různými technologiemi a z různých materiálů. Vyším agregátem jsou skupiny stavebních dílů, které byly vytvořené tak, aby umožnily rozlišení podle konstrukcí a prací hlavní stavební výroby (HSV) a přidružené stavební výroby (PSV), u HSV navíc také podle rámcově vymezeného účelu jednotlivých skupin stavebních dílů (SSD). Soubor konstrukcí a prací v každém stavebním dílu (SD) se vymezuje dle konstrukčních, technologickomateriálových charakteristik a u PSV též podle hlediska řemeslného oboru. Rozsah kódu je jednotně stanoven na pět významových míst, která je ještě možné podle potřeby rozšířit o konkretizaci další charakteristikou. Toto rozšíření není povinné a je možné ho uvést alfanumerickým znakem na šestém místě. Popisovník využívá číslice i velká písmena. [2]

Klasifikační schéma

Rozsah kódu je stanoven na pět významových míst. Pomlčka mezi 3. a 4. místem je nevýznamová a je-li použita, uvádí se pouze pro zlepšení přehlednosti. To samé platí i pro tečku uváděnou mezi 5. a 6. místem.

Struktura popisovníku má stromovou strukturu s postupným zpřesňováním prací. Při využití třídění na všech 5 míst má takto označená práce charakter stavebního prvku, při využití pouze 2 míst (pro práce PSV pouze 3 míst) má označená práce charakter stavebního dílu. [2]

7.2. Soupis prací stavby

Soupis prací je jeden z dokumentů, který vymezuje předmět díla. Kromě soupisu prací se jedná o Zadávací dokumentaci stavby, Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací a Zvláštní technické kvalitativní podmínky stavby. Soupis prací stavby reprezentuje výčet prací, dodávek a služeb, které jsou zapotřebí pro zhotovení stavby nebo které jsou se stavbou přímo související. množství a způsob provedení pomocných prací, které nejsou trvalou součástí stavby a které se jmenovitě neuvádějí, jsou volbou zhotovitele stavby. Výjimkou se však mohou stát některé pomocné práce, jejichž náklady či jejich rozsah ve vztahu ke zhotovovacím pracím, které pomáhají realizovat, nejsou zanedbatelné. [11]

Dodávkami se rozumí:

- dodávky technologických souborů pro stavbu včetně montáže a uvedení do provozu
- dodávky dle požadavků objednatele zejména pro potřeby správce stavby/objednatele, zejména vybavení laboratoří, kanceláří, ubytovacích zařízení, dopravní prostředky, spojové prostředky a zeměměřické vybavení pro personál objednatele (zadavatele) stavby apod., tj. nákup potřebných věcí a jejich instalaci (viz stavební díl 02). Dodávky všech materiálů a výrobků stavebního charakteru, které se zabudovávají do stavby do této kategorie nespádají. Jejich opatření, doprava a manipulace na stavbě jsou obsaženy v cenách příslušných položek třídníku.

Službami se rozumí

- údržba zařízení a vybavení pro správce stavby/objednatele, zajištění provozu a další požadované služby ve vztahu ke zhotovení stavby. [11]

7.2.1 Použití soupisu prací

Obsahem soupisu prací jsou všechny požadované práce, dodávky a služby, které jsou oceněny a následně pak tvoří nabídkovou cenu stavby. Jedná se o podklad pro určení ceny díla. V etapě zadávacího řízení je nutné chápat tuto cenu jako „nabídkovou cenu“ (návrh ceny díla předkládaný uchazečem), která je cenovým měřítkem pro posuzování nabídek podle zákona č. 134/2016 Sb. Pokud dojde na uzavření smlouvy o dílo je „výchozí cenou“ pro realizaci stavby, tj. cenou díla dle rozpočtu. Uvedená cena ale nebývá obvykle konečná, protože Smluvní podmínky a Obchodní podmínky umožňují nutné změny a redukce. Soupis prací stavby a smluvní podmínky definují pravidla pro stanovení „ceny stavby“, se kterou

můžeme pracovat a kterou můžeme měnit až do vydání konečné faktury. Z výše uvedeného vyplývají základní cíle soupisu prací stavby:

- a) poskytnout uchazečům o zakázku dostačující informace o druhu a množství dodávek a služeb, aby mohli efektivně a přesně stanovit svou nabídku
- b) zajistit ocenění provedených prací v průběhu zhotovování díla pomocí smluvně dohodnuté soustavy cen a sazeb a způsobu jejich použití. [11]

7.2.2. Struktura soupisu prací

Soupis prací stavby se skládá z pěti oddílů:

- A. Základní údaje
- B. Všeobecná ustanovení
- C. Seznamy denních/hodinových sazeb a cen určených materiálů
- D. Soubory položek prací
- E. Celkový souhrn stavby

Oddíl A – Základní údaje

Oddíl, který obsahuje výchozí podklady, informace a základní pokyny pro vypracování a použití soupisu prací a dělí se do tří částí:

- a) Seznam dokumentů vymezující stavbu jako dílo a jeho předmět.
- b) Stručná charakteristika stavby uvádějící základní údaje o stavbě a charakteristiky, které mají podstatný vliv na ocenění prací.
- c) Přehled základních prací obsahuje seznam prací, které jsou významné pro stavbu z hlediska rozsahu nebo nákladů, a jejich celkové množství. [11]

Oddíl B – Všeobecná ustanovení

Oddíl, který obsahuje vysvětlující a doplňující pokyny a požadavky ve vztahu k soupisu prací stavby. Tyto pokyny a požadavky můžeme rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny se řadíme ty, které mají všeobecnou platnost a které jsou standardní součástí všeobecných ustanovení. Do druhé skupiny zařazujeme pokyny a požadavky zvláštního charakteru určené a platné pro jmenovitou stavbu. [11]

Oddíl C – Seznamy denních/hodinových sazeb a cen určených materiálů

Vypracovává se pro zakázky, kde objednatel stavby má v úmyslu oceňovat změny, které mají charakter prací malého rozsahu nebo náhodných prací denní sazbou. V tomto oddíle se uvedou seznamy denních/hodinových sazeb určených profesí, strojů a cen daných materiálů. Seznamy vytvoří zadavatel dokumentace stavby, případně zhotovitel soupisu prací stavby na základě požadavků zadavatele. Jednotlivé sazby a ceny poté doplní uchazeč o zakázku. [11]

Oddíl D – Soubory položek prací

Jednotlivé objekty a práce, úseky, dodávky a služby stavby obsahují soubory položek jednotkových cen podle Popisovníku prací staveb pozemních komunikací (PPS - PK), položek celkových cen a pokud připadají v úvahu také provizorní položky, alternativní položky, položky základních cen a jejich doprovodné položky. Pro jednotlivé soubory se vypracují souhrny, které respektují základní členění soupisu prací stavby a členění Popisovníku prací staveb PK podle skupin stavebních dílů. [11]

Oddíl E – Celkový souhrn stavby

Udává přehlednou sestavu cen jednotlivých objektů, úseků a jednotlivých skupin stavebních dílů stavby a celkovou cenu stavby. [11]

8. Praktická část

Jako reprezentativní příklad byl zvolen projekt opěrné konstrukce. Jedná se o projekt opěrné stěny podél pozemní komunikace, pro který byl zpracováván model jako podklad pro dokumentaci pro provádění stavby (PDPS).

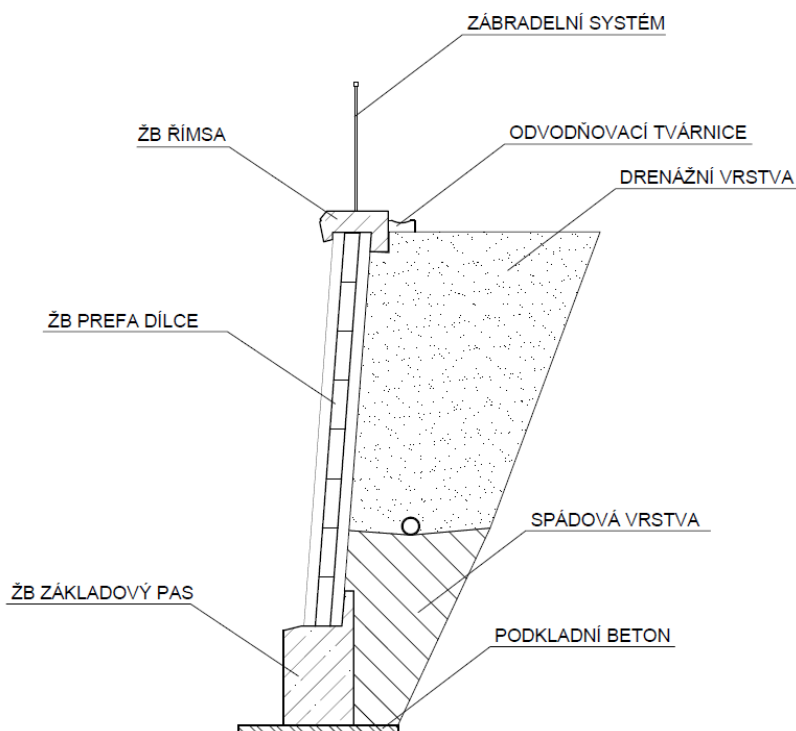
Cílem praktické úlohy této diplomové práce je vytvořit informační model stavby v takové podrobnosti a v takovém rozsahu, aby umožňoval jeho využití v návaznosti na PDPS v maximální možné míře. Vzhledem k účelu této diplomové práce postačí jako předmět řešení pouze část konstrukce, tedy jedno konstrukční pole. Jednou z podmínek pro tvorbu funkčního informačního modelu stavby, bylo zvolení vhodné klasifikace. Pro tyto účely byly zpracovány a následně porovnány soupisy prací stavby ve dvou cenových soustavách, ÚRS a OTSKP.

8.1 Popis objektu

Stěna je uvažována jako montovaná opěrná stěna. Základ stěny tvoří železobetonový monolitický základový pas, který je posazen na podkladní beton. Dřík opěrné stěny je tvořen dvěma prefabrikovanými železobetonovými sloupy průřezu „H“, mezi které jsou rozeprény železobetonové panely. Římsa opěrné stěny je z monolitického železobetonu. Základové pasy budou opatřeny hydroizolačním nátěrem, celá konstrukce, mimo římsu, bude zaizolována asfaltovými pásy. Odvodnění bude provedeno pomocí plastového drenážního potrubí DN 200.

Materiály:

Podkladní/spádová vrstva:	Beton C20/25- XA2, XC2, XF3
Základový pas:	Beton C30/37- XC4, XD3, XF4
Sloupy:	Beton C35/45- XC4, XD3, XF4
Panely:	Beton C35/45- XC4, XD3, XF4
Římsa:	Beton C30/37- XC4, XD3, XF4
Ocel:	B500B



Obrázek č. 7- Příčný řez opěrnou stěnou. Zdroj: IBR Consulting

8.2 Porovnávání soupisů prací TSKP a OTSKP

1. Podkladní beton

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
273313811	Základové desky z betonu tř. C 25/30	m3	0,780	2 823	2 202
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatně montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	1,914	321	614

Tabulka č.1 Položky soupisu prací- Cenová soustava ÚRS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
451314	PODKLADNÍ A VÝPLŇOVÉ VRSTVY Z PROSTÉHO BETONU C25/30	M3	0,780	2 720	2 122
<ul style="list-style-type: none"> - dodání čerstvého betonu (betonové směsi) požadované kvality, jeho uložení do požadovaného tvaru při jakékoliv hustotě výztuže, konzistenci čerstvého betonu a způsobu hutnění, ošetření a ochranu betonu, - zhotovení nepropustného, mrazuvzdorného betonu a betonu požadované trvanlivosti a vlastností, - užití potřebných přísad a technologií výroby betonu, - zřízení pracovních a dilatačních spar, včetně potřebných úprav, výplně, vložek, opracování, očištění a ošetření, - bednění požadovaných konstr. (i ztracené) s úpravou dle požadované kvality povrchu betonu, včetně odbedňovacích a odsukřovacích prostředků, - podpěrné konstr. (skruže) a lešení všech druhů pro bednění, uložení čerstvého betonu, výztuže a doplňkových konstr., vč. požadovaných otvorů, ochranných a bezpečnostních opatření a základů těchto konstrukcí a lešení, - vytvoření kotevních čel, kapes, nálitků, a sedel, - zřízení všech požadovaných otvorů, kapes, výklenků, prostupů, dutin, drážek a pod., vč. ztížení práce a úprav kolem nich, - úpravy pro osazení výztuže, doplňkových konstrukcí a vybavení, - úpravy povrchu pro položení požadované izolace, povlaků a nátěrů, případně vyspravení, - ztížení práce u kabelových a injektážních trubek a ostatních zařízení osazovaných do betonu, - konstrukce betonových kloubů, upevnění kotevních prvků a doplňkových konstrukcí, - nátěry zabraňující soudržnost betonu a bednění, - výplň, těsnění a tmelení spar a spojů, - opatření povrchů betonu izolací proti zemi vlhkosti v částech, kde přijdou do styku se zemí nebo kamenivem, - úpravy pro osazení zařízení ochrany konstrukce proti vlivu bludných proudů 					

Tabulka č.2 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP. Zdroj: Aspe

2. Základový pas

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
274321711	Základové pasy ze ŽB bez zvýšených nároků na prostředí tř. C 30/37	m3	4,051	3 150	13 430
274351121	Zřízení bednění základových pasů rovného	m2	13,975	277	3 883
274351122	Odstranění bednění základových pasů rovného	m2	13,975	54	757
274361821	Výztuž základových pasů betonářskou ocelí 10 505 (R)	t	0,480	18 440	18 440
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatné montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	10,485	321	3 366

Tabulka č.3 Položky soupisu prací- Cenová soustava ÚRS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
272325	ZÁKLADY ZE ŽELEZOBETONU DO C30/37 (B37)	M3	4,051	4 000	16 204
<ul style="list-style-type: none"> - dodání čerstvého betonu (betonové směsi) požadované kvality, jeho uložení do požadovaného tvaru při jakékoliv hustotě výztuže, konzistenci čerstvého betonu a způsobu hutnění, ošetření a ochranu betonu, - zhotovení nepropustného, mrazuvzdorného betonu a betonu požadované trvanlivosti a vlastností, - užití potřebných přísad a technologií výroby betonu, - zřízení pracovních a dilatačních spar, včetně potřebných úprav, výplně, vložek, opracování, očištění a ošetření, - bednění požadovaných konstr. (i ztracené) s úpravou dle požadované kvality povrchu betonu, včetně odbedňovacích a odsukřovacích prostředků, - podpěrné konstr. (skruže) a lešení všech druhů pro bednění, uložení čerstvého betonu, výztuže a doplňkových konstr., vč. požadovaných otvorů, ochranných a bezpečnostních opatření a základů těchto konstrukcí a lešení, - vytvoření kotevních čel, kapes, nálitků, a sedel, - zřízení všech požadovaných otvorů, kapes, výklenků, prostupů, dutin, drážek a pod., vč. ztížení práce a úprav kolem nich, - úpravy pro osazení výztuže, doplňkových konstrukcí a vybavení, - úpravy povrchu pro položení požadované izolace, povlaků a nátěrů, případně vyspravení, - ztížení práce u kabelových a injektážních trubek a ostatních zařízení osazovaných do betonu, - konstrukce betonových kloubů, upevnění kotevních prvků a doplňkových konstrukcí, - nátěry zabraňující soudržnost betonu a bednění, - výplň, těsnění a tmelení spar a spojů, - opatření povrchů betonu izolací proti zemi vlhkosti v částech, kde přijdou do styku se zemí nebo kamenivem, - případné zřízení spojovací vrstvy u základů, - úpravy pro osazení zařízení ochrany konstrukce proti vlivu bludných proudů, 					
272365	VÝZTUŽ ZÁKLADŮ Z OCELI 10505, B500B	T	0,480	26 200	12 576

Položka zahrnuje veškerý materiál, výrobky a polotovary, včetně mimostaveništní a vnitrostaveništní dopravy (rovněž přesuny), včetně naložení a složení, případně s uložením

- dodání betonářské výztuže v požadované kvalitě, stříhání, řezání, ohýbání a spojování do všech požadovaných tvarů (vč. armakošů) a uložení s požadovaným zajištěním polohy a krytí výztuže betonem,
- veškeré svary nebo jiné spoje výztuže,
- pomocné konstrukce a práce pro osazení a upevnění výztuže,
- zednické výpomoci pro montáž betonářské výztuže,
- úpravy výztuže pro osazení doplňkových konstrukcí,
- ochranu výztuže do doby jejího zabetonování,
- úpravy výztuže pro zřízení železobetonových kloubů, kotevních prvků, závěsných ok a doplňkových konstrukcí,
- veškerá opatření pro zajištění soudržnosti výztuže a betonu,
- vodivé propojení výztuže, které je součástí ochrany konstrukce proti vlivům bludných proudů, vyvedení do měřících skříní nebo míst pro měření bludných proudů (vlastní měřící skříně se uvádějí položkami SD 74),
- povrchovou antikorozi úpravu výztuže,
- separaci výztuže,
- osazení měřících zařízení a úpravy pro ně,
- osazení měřících skříní nebo míst pro měření bludných proudů.

Tabulka č.4 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP. Zdroj: Aspe

3. Opěrný systém

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
327121111	Montáž ŽB dílců opěrných zdí hmotnosti do 5 t	kus	2,000	3 018	6 036
590R	<i>Prefabrikovaný sloup průřezu H, 400x450</i>	<i>kus</i>	<i>2,000</i>	<i>20 050</i>	<i>41 000</i>
327121112	Montáž ŽB dílců opěrných zdí hmotnosti do 10 t	kus	9,000	6 126	55 133
59021216	<i>konstrukce opěrných zdí vyztužená geosyntetiky s lícem z velkorozměrových ŽB prebrikátů v 2-4m</i>	<i>m2</i>	<i>18,376</i>	<i>3 060</i>	<i>56 231</i>
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatné montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	10,812	321	3 471

Tabulka č.5 Položky soupisu prací- Cenová soustava URS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
32823	OPĚRNÝ SYSTÉM S LÍCEM Z BETON PANELŮ VÝŠ 4M - 6M	M2	21,000	7 050	148 050
Položka se vykazuje v m2 svislé lícní pohledové plochy Pod pojmem „výška“ na 5. pozici číselného znaku se rozumí svislá vzdálenost horní hrany opěrného systému od rostlého terénu. Položka zahrnuje ucelený certifikovaný systém (tuhé monolitické geomříže, betonové panely, systémový plastový liniový konektor)					

Tabulka č.6 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP. Zdroj: Aspe

4. Římsa

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
317321021	Římsy opěrných zdí a valů ze ŽB tř. C 30/37	m3	1,015	3 840	4 062
317353111	Bednění říms opěrných zdí a valů přímých, zalomených nebo zakřivených zřízení	m2	11,180	686	7 666
317353112	Bednění říms opěrných zdí a valů přímých, zalomených nebo zakřivených odstranění	m2	11,180	88	989
317361016	Výztuž říms opěrných zdí a valů z betonářské oceli 10 505	t	0,150	43 313	6 497
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatné montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	2,947	321	946

Tabulka č.7 Položky soupisu prací- Cenová soustava ÚRS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
317325	ŘÍMSY ZE ŽELEZOBETONU DO C30/37 (B37)	M3	1,015	9 770	9 917
<p>položka zahrnuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dodání čerstvého betonu (betonové směsi) požadované kvality, jeho uložení do požadovaného tvaru při jakékoliv hustotě výztuže, konzistenci čerstvého betonu a způsobu hutnění, ošetření a ochranu betonu, - zhotovení nepropustného, mrazuvzdorného betonu a betonu požadované trvanlivosti a vlastností, - užití potřebných přísad a technologií výroby betonu, - zřízení pracovních a dilatačních spar, včetně potřebných úprav, výplně, vložek, opracování, očištění a ošetření, - bednění požadovaných konstr. (i ztracené) s úpravou dle požadované kvality povrchu betonu, včetně odbedňovacích a odsukřovacích prostředků, - podpěrné konstr. (skruže) a lešení všech druhů pro bednění, uložení čerstvého betonu, výztuže a doplňkových konstr., vč. požadovaných otvorů, ochranných a bezpečnostních opatření a základů těchto konstrukcí a lešení, - vytvoření kotevních čel, kapes, nálitků, a sedel, - zřízení všech požadovaných otvorů, kapes, výklenků, prostupů, dutin, drážek a pod., vč. ztížení práce a úprav kolem nich, - úpravy pro osazení výztuže, doplňkových konstrukcí a vybavení, - úpravy povrchu pro položení požadované izolace, povlaků a nátěrů, případně vyspravení, - ztížení práce u kabelových a injektážních trubek a ostatních zařízení osazovaných do betonu, - konstrukce betonových kloubů, upevnění kotevních prvků a doplňkových konstrukcí, - nátěry zabraňující soudržnost betonu a bednění, - výplň, těsnění a tmelení spar a spojů, - opatření povrchů betonu izolací proti zemi vlhkosti v částech, kde přijdou do styku se zemí nebo kamenivem, - případné zřízení spojovací vrstvy u základů, - úpravy pro osazení zařízení ochrany konstrukce proti vlivu bludných proudů 					
317365	VÝZTUŽ ŘÍMS Z OCELI 10505, B500B	T	0,150	26 600	3 990

<p>položka zahrnuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dodání betonářské výztuže v požadované kvalitě, stříhání, řezání, ohýbání a spojování do všech požadovaných tvarů (vč. armakošů) a uložení s požadovaným zajištěním polohy a krytí výztuže betonem, - veškeré svary nebo jiné spoje výztuže, - pomocné konstrukce a práce pro osazení a upevnění výztuže, - zednické výpomoci pro montáž betonářské výztuže, - úpravy výztuže pro osazení doplňkových konstrukcí, - ochranu výztuže do doby jejího zabetonování, - úpravy výztuže pro zřízení železobetonových kloubů, kotevních prvků, závěsných ok a doplňkových konstrukcí, - veškerá opatření pro zajištění soudržnosti výztuže a betonu, - vodivé propojení výztuže, které je součástí ochrany konstrukce proti vlivům bludných proudů, vyvedení do měřících skříní nebo míst pro měření bludných proudů (vlastní měřicí skříně se uvádějí položkami SD 74) - povrchovou antikorozi úpravu výztuže, - separaci výztuže, - osazení měřících zařízení a úpravy pro ně, - osazení měřících skříní nebo míst pro měření bludných proudů.
--

Tabulka č.8 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP.Zdroj: Aspe

5. Odvodnění opěrné stěny

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
211971110	Zřízení opláštění žeber nebo trativodů geotextilií v rýze nebo zářezu sklonu do 1:2	m2	2,150	24	51
69311007	<i>geotextilie tkaná PP 25kN/m</i>	<i>m2</i>	<i>2,365</i>	<i>20</i>	<i>48</i>
212752313	Trativod z drenážních trubek plastových tuhých DN 200 mm včetně lože otevřený výkop	m	4,300	542	2 329
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatně montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	1,19	321	382

Tabulka č.9 Položky soupisu prací- Cenová soustava ÚRS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
87534	POTRUBÍ DREN Z TRUB PLAST DN DO 200MM	M	4,300	315	1 354

<p>položky pro zhotovení potrubí platí bez ohledu na sklon zahrnuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - výrobní dokumentaci (včetně technologického předpisu) - dodání veškerého trubního a pomocného materiálu (trouby, trubky, tvarovky, spojovací a těsnicí materiál a pod.), podpěrných, závěsných a upevňovacích prvků, včetně potřebných úprav - úprava a příprava podkladu a podpěr, očištění a ošetření podkladu a podpěr - zřízení plně funkčního potrubí, kompletní soustavy, podle příslušného technologického předpisu - zřízení potrubí i jednotlivých částí po etapách, včetně pracovních spar a spojů, pracovního zaslepení konců a pod. - úprava prostupů, průchodů šachtami a komorami, okolí podpěr a vyústění, zaústění, napojení,

vyvedení a upevnění odpad. výustí
 - ochrana potrubí nátěrem (vč. úpravy povrchu), případně izolací, nejsou-li tyto práce předmětem jiné položky
 - položky zahrnují i práce spojené s nutnými obtoky, převáděním a čerpáním vody

Tabulka č.10 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP. Zdroj: Aspe

6. Zábradlí

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
911121111	Montáž zábradlí ocelového přichyceného vruty do betonového podkladu	m	4,300	703	3 023
55391536	<i>zábradelní systém Pz s výplní ze svařované sítě ZSNH4/H2</i>	<i>m</i>	<i>4,300</i>	<i>6 330</i>	<i>27 219</i>
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatné montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	0,307	321	98

Tabulka č.11 Položky soupisu prací- Cenová soustava ÚRS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	Jed.Cena	Cena
9111A1	ZÁBRADLÍ SILNIČNÍ S VODOR MADLY - DODÁVKA A MONTÁŽ	M	4,300	1 027	4 416
položka zahrnuje: - dodání zábradlí včetně předepsané povrchové úpravy - osazení sloupků zaberaněním nebo osazením do betonových bloků (včetně betonových bloků a nutných zemních prací) - případné bednění (trubku) betonové patky v gabionové zdi					

Tabulka č.12 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP. Zdroj: Aspe

7. Odvodnění

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
935111211	Osazení příkopového žlabu do štěrkopísku tl 100 mm z betonových tvárnic š 800 mm	m	4,300	104	449
59227036	<i>žlab betonový odvodňovací 51,5 x 110 x 32,85 cm</i>	<i>m</i>	<i>4,300</i>	<i>660</i>	<i>2 838</i>
998152111	Přesun hmot pro zdi a valy samostatné montované z dílců železobetonových nebo z předpjatého betonu vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m, pro zdi výšky do 12 m	t	1,938	321	622

Tabulka č.13 Položky soupisu prací- Cenová soustava ÚRS. Zdroj: Kros 4

Kód položky	Popis položky	MJ	Množ.	JC	Cena
935841	ŽLABY A RIGOLY DLÁŽDĚNÉ Z BETONOVÝCH DLAŽDIC DO ŠTĚRKOPÍSKU TL 100MM	M2	1,290	541	698
položka zahrnuje: - dodání a uložení předepsaného dlažebního materiálu v požadované kvalitě do předepsaného tvaru a v předepsané šířce - dodání a rozprostření lože z předepsaného materiálu v předepsané tloušťce a šířce - úpravu napojení a ukončení - vnitrostaveništní i mimostaveništní dopravu - měří se vydlážděná plocha.					

Tabulka č.14 Položky soupisu prací- Cenová soustava OTSKP. Zdroj: Aspe

Výše uvedené položky soupisů prací byly hlavním předmětem pro volbu vhodné cenové soustavy a to z důvodu jejich párování na informační model stavby. Kritériem pro výběr cenové soustavy byla především míra agregace. Kompletní soupisy prací obou cenových soustav jsou přiloženy v příloze. Pro zkoumané položky jsou výsledky následující:

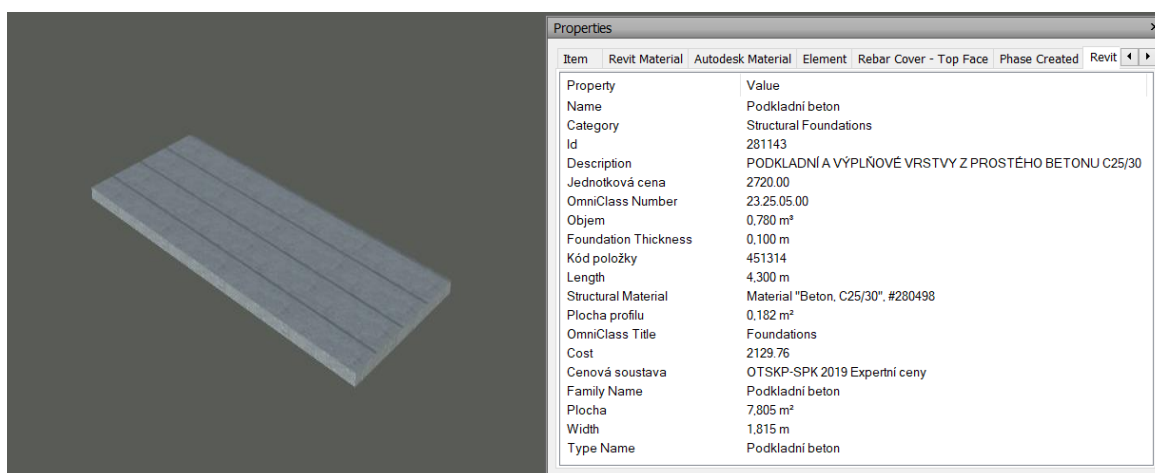
TSKP	28 položek soupisu prací
OTSKP	9 položek soupisu prací

Vzhledem k výše uvedenému hodnocení byla zvolena cenová soustava OTSKP. OTSKP jako cenová soustava je v současné době primární cenovou soustavou používanou pro zpracování soupisů prací veřejných zakázek staveb dopravní infrastruktury financovaných prostřednictvím Státního fondu dopravní infrastruktury. Jako základní cenová soustava je nastavena pro potřeby státních příspěvkových organizací ŘSD ČR a SŽDC. Značnému rozsahu jednotlivých stavebních projektů a s tím souvisejících vlastních soupisů prací odpovídá agregovaná struktura vlastní cenové soustavy. Základním principem agregace je dle požadavku jednotlivých investorských organizací rozpuštění tzv. vedlejších rozpočtových nákladů v rámci technické specifikace vlastních položek zhotovovacích prací a pomocné konstrukce, zařízení staveniště, RDS, které se v rámci soupisu prací vlastními položkami standardně nevykazují, ačkoliv jsou v základní struktuře OTSKP zahrnuty. Celkové zjednodušení soupisu prací umožňuje v rámci stále dostačující podrobnosti vypisování i finančně a technicky komplikovaných stavebních projektů jako jsou např. novostavby a rekonstrukce dálnic a železničních koridorů. Základní stromová struktura OTSKP vychází z členění na stavební díly, jako ostatní cenové soustavy, od určité míry členění se nicméně tato struktura logicky blíží i práci s jednotlivými fyzickými

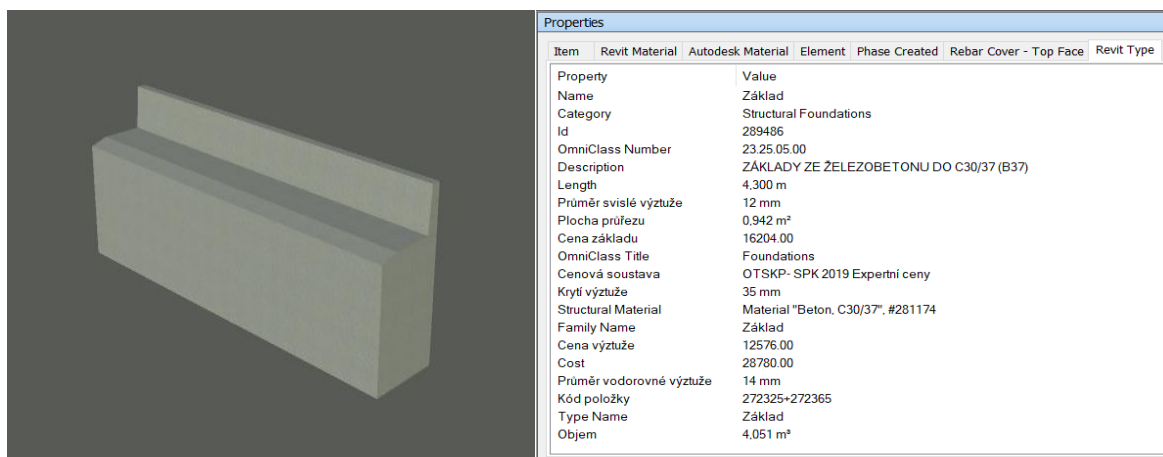
konstrukčními prvky. Z tohoto důvodu je i z pohledu reálného použití a vazbě na praktické zpracování soupisů prací volba OTSKP jako vhodnou možností. Na základě zvolené cenové soustavy OTSKP a z ní vyplývajícího soupisu prací stavby byl vypracován informační model objektu v rovině přiřazené cenové informace, tedy 5D a základního harmonogramu postupu prací na úrovni stavebních dílů, tedy 4D z pohledu standardního označování nadstavbových informací informačního modelu.

8.3 Modelování systémových rodin

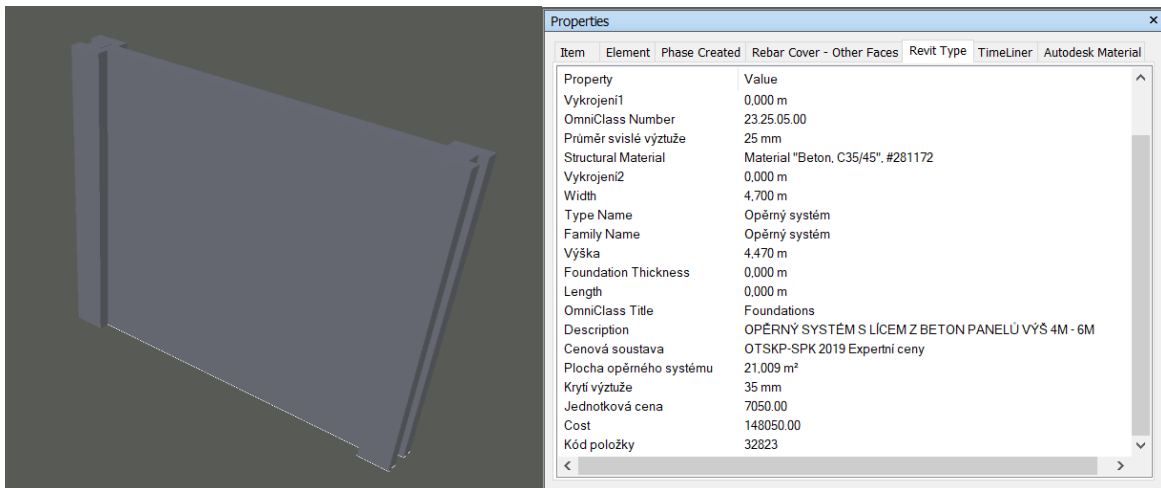
Na základě agregovaných položek, které odpovídají konstrukčním prvkům modelu, byly v programu Revit vymodelovány jednotlivé rodiny, ze kterých byl následně sestaven celý model opěrné stěny. Při tvorbě rodin byly všem prvkům přiřazeny vlastnosti (parametry) odpovídající požadavkům na dokumentaci PDPS.



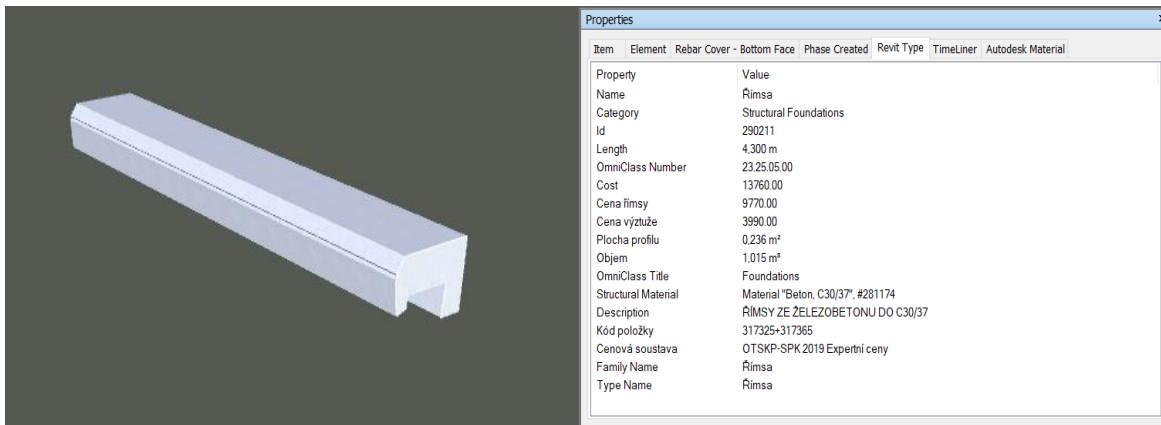
obrázek č.8- systémová rodina pro konstrukční část „Podkladní beton“. Vlastní tvorba



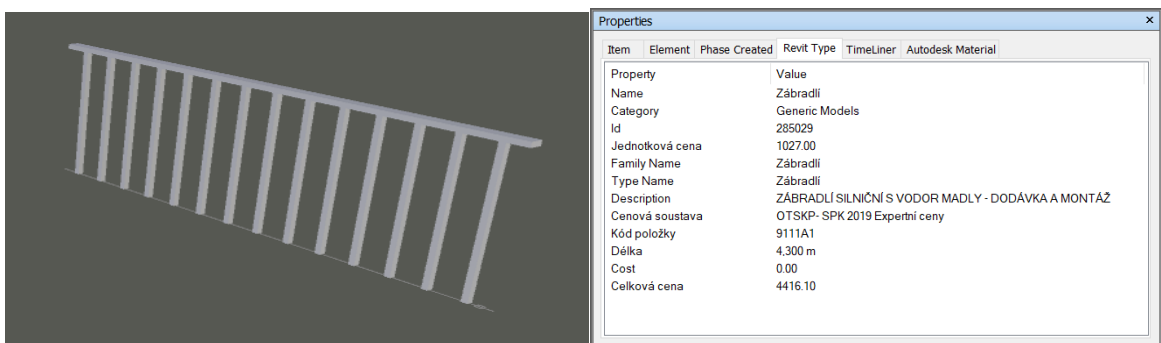
obrázek č.9- systémová rodina pro konstrukční část „Základový pas“. Vlastní tvorba



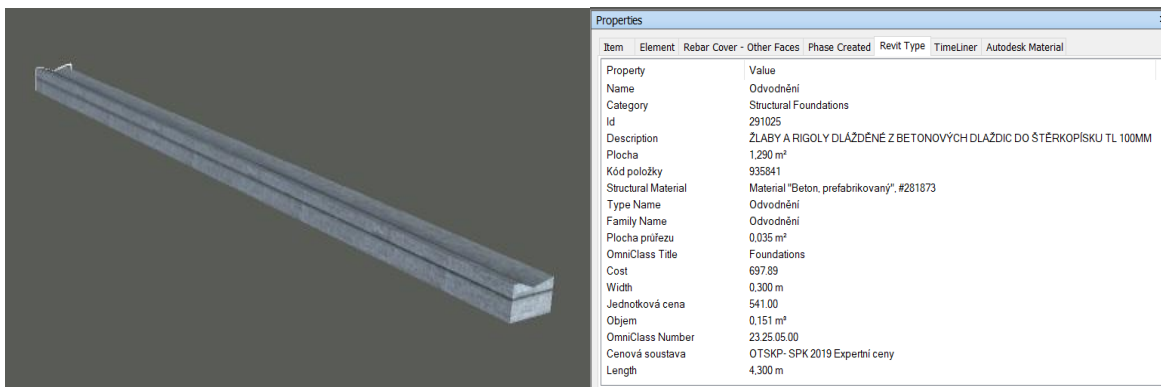
obrázek č.10- systémová rodina pro konstrukční část „Opěrný systém“. Vlastní tvorba



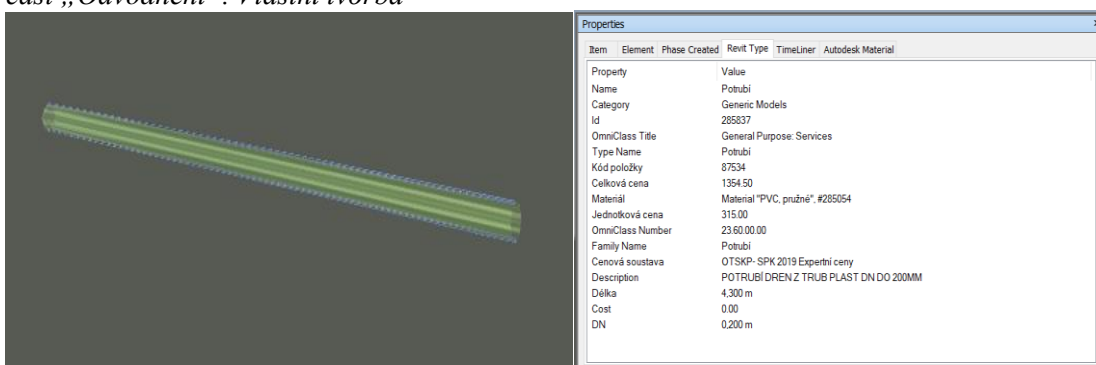
obrázek č.11- systémová rodina pro konstrukční část „Římsa“. Vlastní tvorba



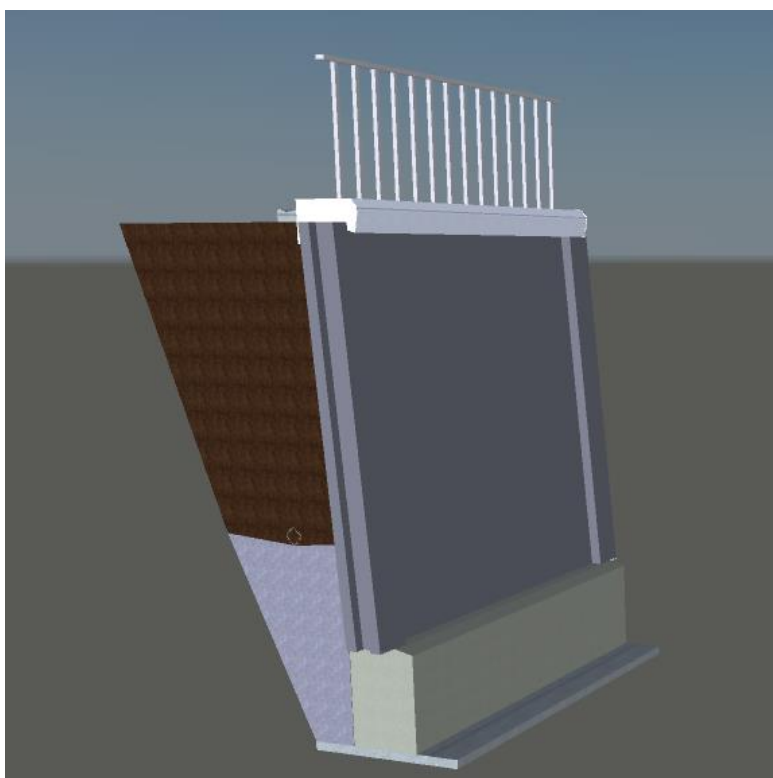
obrázek č.12- systémová rodina pro konstrukční část „Zábradlí“. Vlastní tvorba



obrázek č.13- systémová rodina pro konstrukční část „Odvodnění“. Vlastní tvorba



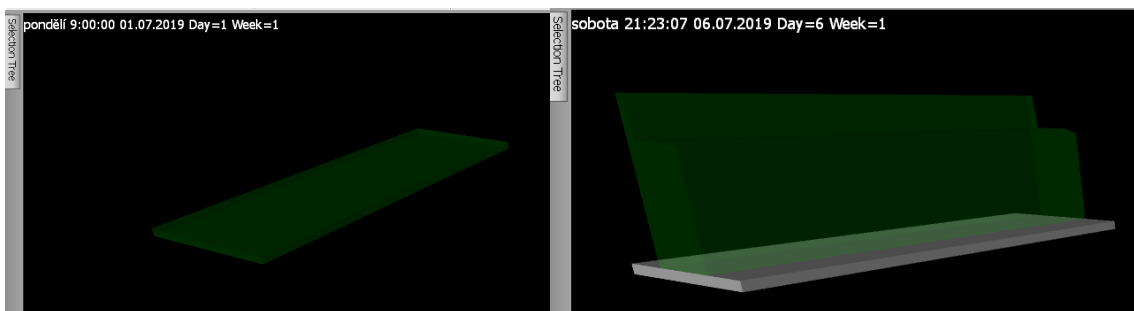
obrázek č.14- systémová rodina pro konstrukční část „Drenážní potrubí“. Vlastní tvorba



obrázek č.15- Kompletní model opěrné stěny. Vlastní tvorba

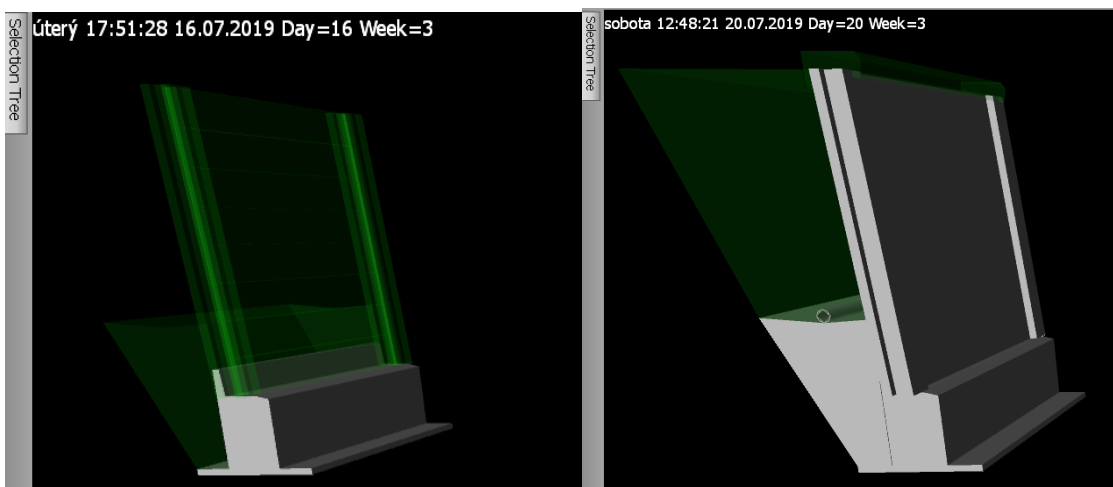
8.4 Simulace postupu výstavby

S vytvořeným modelem je možno dále pracovat a využívat ho v dalších softwarech. V programu Navisworsk manage 2019 byly vytvořeny tzv. sestavy, kterým byla přiřazena informace rozměru 5D, tedy čas. Díky těmto informacím lze sestavit harmonogram, který umožňuje nahlédnout na postup výstavby. Program umožňuje vytvoření jednoduché animace, která simuluje postup výstavby v návaznosti na vytvořený harmonogram.



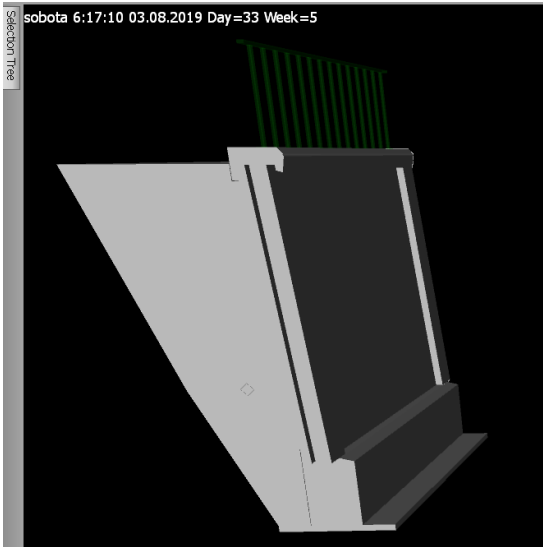
obrázek č.16- Postup výstavby. Fáze 1- podkladní beton. Vlastní tvorba

obrázek č.17- Postup výstavby. Fáze 2- Základový pas. Vlastní tvorba



obrázek č.18- Postup výstavby. Fáze 3- Opěrný systém a spádová vrstva. Vlastní tvorba

obrázek č.19- Postup výstavby. Fáze 4- Drenážní vrstva a římsa. Vlastní tvorba



obrázek č.20- Postup výstavby. Fáze 5- Zábradlí a odvodnění. Vlastní tvorba

9. Závěr

Pro úspěšné fungování BIM v projektech nejen dopravní infrastruktury, je nutné, aby každý tým měl svého projektového manažera. Chceme-li, aby byl BIM projekt úspěšný, musíme začít s BIMem spolupracovat již v rané fázi projektu. Projekt, který postupuje podle Prováděcího plánu projektu BIM, bude mít pravděpodobně vyšší úspěšnost, pokud v projektovém týmu bude minimálně jedna osoba, která bude silně iniciovat vytvoření plánu BIM pro danou stavbu. Nezbytným předpokladem pro manažera je to, aby vyvolal touhu do zapojení i ostatní členy týmu. Je důležité, aby manažer na projektu povzbuzoval členy týmu k vypracování přesného plánu prací, a to i v případě, že existuje silný tlak investora, aby se začal vyvíjet obsah modelu BIM před dokončením procesu plánování Prováděcího plánu. BIM manažer může pocházet od jakéhokoliv účastníka projektu, který pracuje na projektu Prováděcího plánu.

Naprosto zásadní záležitostí je zapojení investora do celého procesu BIM. Investor má za úkol jednoznačně definovat požadované výsledky a poskytnout nezbytné informace, čímž má možnost zdůraznit implementaci BIM, aby bylo dosaženo konečného stavu, který je požadován. I zapojení a snažení investora má za následek motivování členů projektového týmu. Do Prováděcího plánu projektu BIM by měl Investor zahrnout také obsahy svých smluv, které zajistí soulad těchto dokumentů s plánovacími procesy, a nedojde tak k výsledku, který by nenaplnil jeho očekávání.

Projektový tým musí podporovat prostředí otevřené ke sdílení a spolupráci ve všech oblastech projektu. Požadavek, který je uveden v Prováděcím plánu projektu BIM, upřesňuje vzájemné poskytování dat mezi všemi účastníky projektu. Některé části smluv mohou být samy o sobě výzvou ke spolupráci účastníků projektu, ale cílem postupu Prováděcího plánu je mít tým, který vyvine BIM přinášející výsledky a prosperitu všem zúčastněným členům. Pro úspěšnou tvorbu Prováděcího plánu by měli být všichni účastníci ochotni sdílet intelektuální obsah, prováděcí strategie a účinné vzájemné partnerství s ostatními členy týmu.

Pro zavedení BIM do současných stavebních procesů je tedy nutno přijmout a chápat nástroje BIM jako pomoc a ulehčení prací. V dnešní době je však toto téma ve velké většině bráno jako obtíž a znepríjemnění pracovního procesu. Dokud nebude BIM přijatý všemi, kteří mají svůj podíl ve stavební sféře, počínaje například zaměstnanci továren, obsluhou stavebních strojů, až po samotné projektanty či investory, bude velmi obtížné a problematické BIM implementovat.

Cílem praktické části bylo vyhodnotit a zvolit cenovou soustavu jednotlivých konstrukčních složek tak, aby její položky soupisu prací umožňovaly co nejlepší vazbu na BIM model ve fázi projektové dokumentace pro provádění stavby. Pro tyto účely byly blíže zkoumány a porovnávány položky soupisu prací „Třídníku stavebních konstrukcí a prací“, oceněné cenovou soustavou ÚRS a položky „Oborového třídníku stavebních konstrukcí a prací“ oceněné cenovou soustavou SPK 2019 Expertní ceny. Vzhledem k vazbě na BIM model projektu, se jeví více přínosný Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací, a to z důvodu větší agregace. Jednotlivé Konstrukční prvky opěrné stěny bylo možno vymodelovat s vazbou právě na soupis prací cenové soustavy SPK 2019 Expertní ceny a tím připravit poměrně přesný podklad pro dokumentaci pro provádění stavby. Celková cena díla podle soupisu prací TSKP v cenové soustavě ÚRS činí 375.045 Kč bez DPH, zatímco pro cenovou soustavu OTSKP je cena 304.180 Kč bez DPH (kompletní soupisy prací viz příloha č.1 a č.2 této diplomové práce) Důvodem cenového rozdílu je právě míra agregace a rozpouštění nákladů na pomocné konstrukce, zařízení staveniště, realizační dokumentace, atp., které umožňuje OTSKP.

Vypracovaný model může dále sloužit pro potřeby navázání na další stupně projektové dokumentace.

Seznam zdrojů:

[1]. ARI: Stanovisko k využití BIM v oblasti dopravní infrastruktury ČR, draft [online]. [cit. 30. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.ceskainfrastruktura.cz/wp-content/uploads/2016/10/Stanovisko-ARI-k-BIM-161012.pdf>

[2]. OTSKP, aktualizace 2018 - POPISOVNÍK [online] 2018. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: http://www.tridniky.cz/PDF/OTSKP_2018_I.pdf

[3]. Státní fond dopravní infrastruktury [online]. SFDI: Plán pro rozšíření využití digitálních metod a zavedení informačního modelování BIM pro dopravní stavby, 2017.[cit. 20.05.2018]. Dostupné z: http://www.sfdi.cz/soubory/bim/sfdi_publicace_bim.pdf

[4]. Zákon č. 104/2000 Sb. ze dne 4. dubna 2000 o Státním fondu dopravní infrastruktury a o změně zákona č. 171/1991 Sb., o působnosti orgánů České republiky ve věcech převodů majetku státu na jiné osoby a o Fondu národního majetku České republiky, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů. 25. 4. 2000, částka 32. ISSN 1211-1244.

[5]. BIM-2. In: *STI engineering S.r.l.* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.sti-engineering.it/cms/wp-content/uploads/BIM-2.jpg>

Usnesení vlády České republiky ze dne 2. listopadu 2016 č. 958, o významu metody BIM

[6]. Přínosy metody BIM během životního cyklu staveb. In: *Státní fond dopravní infrastruktury* [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: https://www.sfdi.cz/soubory/bim/bim_letak_a4.pdf

[7] Pilotní projekty BIM v prostředí ŘSD ČR [online]. 2017 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: https://www.sfdi.cz/soubory/bim/pilotni_projekty_bim_rsd.pdf

[8] ŽÁK, Josef. BIM v infrastrukturních stavbách [přednáška]. Praha: ČVUT v Praze, 4. Duben 2018.

[9] Zákon č. 219/2000 Sb. ze dne 27. června 2000 o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů. 21. 7. 2000, částka 65. ISSN 1211-1244.

[10]. Usnesení vlády České republiky ze dne 2. listopadu 2016 č. 958, o významu metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení.

[11]. *OTSKP, aktualizace 2018 – METODICKÝ POKYN* [online]. 2018 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: http://www.tridniky.cz/PDF/OTSKP_2018_II.pdf

[12]. Eastman, Ch., D. Fischer, G. Lafue, J. Lividini, D. Stoker, a Ch. Yessios. 1974. „An Outline of the Building Description System“. Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Institute of Physical Planning.

[13]. *Návrh Plánu realizace BIM* [online]. 2018 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: https://www.sfdi.cz/soubory/bim/metodiky/02_bepv1_29_grafika_pdf.pdf

[14]. *SPOLEČNÉ DATOVÉ PROSTŘEDÍ Common Data Environment (CDE)* [online]. 2018 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: https://www.sfdi.cz/soubory/bim/metodiky/cde_v19_grafika_pdf_n.pdf

[15]. CHARETTE, Robert P. a Harold E. MARSHALL. *UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specification, Cost Estimating and Cost Analysis* [online]. [cit. 2019-05-20].

Literatura:

PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové základové a opěrné konstrukce*. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2017, 169 s. ISBN 978-80-01-06128-2.

Matějka, P., J. Růžička, J. Žák, P. Hájek, A. Tomek, J. Kaiser, a J. Veselka. 2016. „The implementation of building information modeling into educational programs at CTU in Prague“. In *Central Europe towards Sustainable Building 2016 Innovations for Sustainable Future*.

Žák, J., a J. Brouwers. 2015. „Informační modelování v infrastrukturních stavbách“. In *Projektování pozemních komunikací*. Praha: PRAGOPROJEKT, a.s. doi:10.13140/RG.2.1.1080.3366.

Hořelica, Z., Mertlová, O., Vykydal, I., Žák, J., „Využití digitálních metod a zavedení informačního modelování staveb jako nástroj k dosažení vyšší efektivity staveb financovaných Státním fondem dopravní infrastruktury“. Silnice a železnice, 2017.

KREJČÍ, Luboš. *Rozpočtování staveb: TP 3.1*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2013. 44 s. Technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob.

PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové základové a opěrné konstrukce*. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2017, 169 s. ISBN 978-80-01-06128-2.

Legislativa:

ČSN ISO 12006-2 *Budovy a inženýrské stavby - Organizace informací o stavbách - Část 2: Rámec pro klasifikaci*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví zobrazit detail normy na stránkách vydavatele, 2017.

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. 12. května 2016.

Zákon č. 219/2000 Sb. ze dne 27. června 2000 o majetku České republiky a jejím vystupování v právních vztazích, ve znění pozdějších předpisů. In: Sbíрка zákonů. 21. 7. 2000, částka 65. ISSN 1211-1

Seznam tabulek

Tabulka č. 1- Tabulka soupisu prací.....	str. 35
Tabulka č. 2- Tabulka soupisu prací.....	str. 35
Tabulka č. 3- Tabulka soupisu prací.....	str. 36
Tabulka č. 4- Tabulka soupisu prací.....	str. 36
Tabulka č. 5- Tabulka soupisu prací.....	str. 37
Tabulka č. 6- Tabulka soupisu prací.....	str. 37
Tabulka č. 7- Tabulka soupisu prací.....	str. 38
Tabulka č. 8- Tabulka soupisu prací.....	str. 38
Tabulka č. 9- Tabulka soupisu prací.....	str. 49
Tabulka č. 10- Tabulka soupisu prací.....	str. 39
Tabulka č. 11- Tabulka soupisu prací.....	str. 40
Tabulka č. 12- Tabulka soupisu prací.....	str. 40
Tabulka č. 13- Tabulka soupisu prací.....	str. 40
Tabulka č. 14- Tabulka soupisu prací.....	str. 41

Seznam obrázků

Obrázek č. 1- Chápání pojmu BIM v rozměrech 3D- 7D	str. 2
Obrázek č. 2- Ukázka vyhodnocení kolize přípojky a podsypu trativodu	str. 3
Obrázek č. 3- Informační model pozemních komunikací z města Lieden	str. 4
Obrázek č. 4- Zanesení informací o konkrétním prvku v PDPS	str. 7
Obrázek č. 5- Digitálně naváděné stroje.....	str. 7
Obrázek č. 6- Přínosy metody BIM během životního cyklu staveb	str. 11
Obrázek č. 7- Příčný řez opěrnou stěnou.....	str. 34
Obrázek č. 8- Systémová rodina pro konstrukční část Podkladní beton ...	str. 42
Obrázek č. 9- Systémová rodina pro konstrukční část Základový pas	str. 42
Obrázek č. 10- Systémová rodina pro konstrukční část Opěrný systém ...	str. 43
Obrázek č. 11- Systémová rodina pro konstrukční část Římsa	str. 43
Obrázek č. 12- Systémová rodina pro konstrukční část Zábradlí.....	str. 43
Obrázek č. 13- Systémová rodina pro konstrukční část Odvodnění.....	str. 44
Obrázek č. 14- Systémová rodina pro konstrukční část Drenážní pot.....	str. 44
Obrázek č. 15- Kompletní model opěrné stěny	str. 44
Obrázek č. 16- Postup výstavby- Fáze 1	str. 45
Obrázek č. 17- Postup výstavby- Fáze 2	str. 45
Obrázek č. 18- Postup výstavby- Fáze 3	str. 45
Obrázek č. 19- Postup výstavby- Fáze 4	str. 45
Obrázek č. 20- Postup výstavby- Fáze 5	str. 46

Seznam příloh

- P1 Rozpočet Kros (Cenová soustava ÚRS)
- P2 Rozpočet Aspe (Cenová soustava OTSKP- SPK 2019 Expertní ceny)
- P2 Model opěrné stěny- projekt aplikace Revit
- P3 Model opěrné stěny- projekt aplikace Navisworks

Seznam použitých zkratk

- BIM- Building Information Model
- PDPS- Projektová dokumentace provádění stavby
- DSP- Dokumentace skutečného provedení stavby
- 3D- trojdimenzionální
- 4D- čtyřdimenzionální informace zahrnující čas a plánování
- 5D- pětidimenzionální informace zahrnující cenové údaje
- SFDI- Státní fond dopravní infrastruktury
- ŘSD- Ředitelství silnic a dálnic
- SŽDC- Správa železničních dopravních cest
- ŘVC ČR- Ředitelství vodních cest České republiky
- DIO- Dopravně inženýrský průzkum
- MJ- Měrná jednotka
- JC- Jednotková cena
- CDE- Common Data Environment (společné datové prostředí)
- BEP- Bim Executin Plan (plán realizace BIM)
- IFC- Industry Foundation Classes
- CAD- Computer Aided Design
- TSKP- Třídník stavebních konstrukcí a prací
- OTSKP- Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací
- HSV- Hlavní stavební výroba
- PSV- Přidružená stavební výroba
- SD- Stavební deník
- SPK- Stavby pozemních komunikací